



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



**Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais no Maranhão:
relações fitogeográficas e influência do meio urbano**

Recife-PE

2022

CATHERINE RIOS SANTOS

Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais urbanas e não urbanas no Maranhão

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco-PPGB/UFRPE como requisito para obtenção do título de Mestre em Botânica

ORIENTADORA: Pra. Dra. Carmen Silvia Zickel

COORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

Recife-PE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237dd

Santos, Catherine Rios

Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais no Maranhão: relações fitogeográficas e influência do meio urbano / Catherine Rios Santos. - 2022.
62 f. : il.

Orientadora: Carmen Silvia Zickel.
Coorientador: Eduardo Bezerra de Almeida. Jr..
Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife, 2022.

1. áreas de transição. 2. Cerrado. 3. Floresta Amazônica. 4. fitossociologia. 5. similaridade. I. Zickel, Carmen Silvia, orient. II. Jr., Eduardo Bezerra de Almeida., coorient. III. Título

CDD 581

Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais urbanas e não urbanas no Maranhão

Presidente da Banca/Orientador:

Dra. Carmen Silvia Zickel - Orientadora

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dr. Francisco Soares Santos Filho – Titular

Universidade Estadual do Piauí

Dra. Ana Carolina Borges Lins e Silva – Titular

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Leonardo de Melo Versieux -Suplente

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dra. Danielle Melo dos Santos –Suplente

Bióloga- Doutora em Botânica

Recife- PE

2022

DEDICO

Ao meu querido pai, Waldir de Moraes Santos Sobrinho (in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa do mestrado, que foi fundamental para o desenvolvimento do estudo. À FAPEMA pelo financiamento do projeto que possibilitou a realização das coletas. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica, da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelos bons professores, que foram importantes para a minha formação, a coordenadora e a secretaria. À Universidade Federal do Maranhão pela infraestrutura e recursos financeiros disponibilizados para a execução dessa pesquisa.

Agradeço ao Laboratório de Florística de Ecossistemas Costeiros (LAFLEC), Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) e ao Herbário do Maranhão (MAR) pelo apoio e pela infraestrutura para a realização deste trabalho.

Existe um provérbio que representa bem esses anos de mestrado, pois ele diz “se quiser ir rápido, vá sozinho. Se quiser ir longe, vá acompanhado”. Essa dissertação é resultado de muito apoio, ajuda e torcida positiva de quem estava ao meu lado e por isso, mesmo em uma pandemia, nunca me senti sozinha durante essa trajetória. Primeiramente agradeço a Carmen que aceitou me orientar mesmo sem me conhecer e confiou no meu trabalho. É sempre uma honra pesquisar com quem por muito tempo eu só conhecia pelo sobrenome dos artigos de fitossociologia, sua orientação me estimulou a crescer. Além disso, eu sou muito grata pelas vezes que você mudou seu planejamento, foi flexível e me ajudou a pensar em alternativas quando os imprevistos da vida ocorreram, nesses momentos, a sua segurança fez muita diferença para que eu seguisse em frente.

Obrigada a Eduardo, meu professor, orientador e amigo desde a graduação, você acreditar em mim foi o ponto de virada que eu precisava para realmente crescer na minha jornada. A botânica do Maranhão é privilegiada de ser representada por você. Agradeço por todos os ensinamentos, reuniões de madrugada e os dias em campo em época de reprodução de mutuca (mesmo você sendo alérgico). Além de me coorientar durante o mestrado, você foi um amigo que fez com que esse processo fosse infinitamente mais leve.

Agradeço à professora Melissa Oda pelas reuniões de Mentoria e horas dedicadas para me explicar as análises estatísticas e melhorar meus scripts no R. A nossa parceria é fundamental para meu crescimento profissional e uma realização pessoal. Obrigada por me ajudar nessa pesquisa.

Obrigada a Cynara que sempre tirou minhas dúvidas e me ajudou nas atividades necessárias da pós-graduação. Obrigada a UFMA por disponibilizar os carros para nos levarem em segurança para as coletas, e um obrigado especial ao Seu Evaldo (*in memoriam*), que sempre me recebia bem na garagem e fazia tudo o possível para disponibilizar os carros. Obrigada aos motoristas Leo e seu Júnior, que foram parceiros e nos acompanharam desde 2019 nas idas a campo ao Sítio Santa Eulália e em 2021 no Sítio Aguahy. Obrigada ao BOPE, principalmente ao Coronel Araújo e ao Major Rodrigues, que acreditou na ciência e nos possibilitou trabalhar no Sítio Santa Eulália. Obrigada pelos dias que os treinos dos policiais eram interrompidos para as coletas serem realizadas. Obrigada a Dona Maria e Seu João que sempre nos recepcionaram muito bem no Sítio Aguahy.

Obrigada aos que foram comigo para minhas coletas, que se disponibilizaram a passar semanas cansativas medindo plantas: Eduardo (que esteve comigo no reconhecimento da área, montou parcelas e me ajudou a escolher o melhor local para o estudo), Fernando (que subiu nas árvores para eu ter material florido e me ajudou a conhecer melhor a Merck), Luann e Aline (que montaram a maioria das parcelas e fugiram de abelhas no percurso), Birinha e Felipe (que foram dias seguidos e sempre foram meu apoio), Hynder, Gustavinho, Thauana, Eulália, Rhuanda, Evelyn, Jéssica, Aryana, Jesse James, Sandro e Samuel (que sempre com dedicação me ajudaram a terminar as coletas).

Um agradecimento mais que especial para minhas amigas: Ariade, que veio de Recife e deixou de ficar com a família para coletar comigo e ainda fez um almoço de coleta maravilhoso; Camila que atravessou dois estados para estar comigo durante as coletas, que me animou nos dias mais cansativos e foi essencial para eu não desistir, e Gabriela que mesmo na finalização da sua dissertação passou dias coletando comigo. Eu amo vocês. Obrigada a meu amor Marlla, que esteve em todas as coletas, era a mais rápida e sempre ia para as parcelas nos locais mais altos, porque eu tenho medo de altura.

Obrigada aos que estiveram comigo nos momentos da identificação, me mandando mensagens de madrugada com nome de plantas e indo até nos finais de semana para o laboratório me ajudar: Gustavo (obrigada pelas identificações, pelas discussões e dúvidas científicas, e por todo incentivo, fazer uma pós durante a pandemia só foi possível porque tive você para conversar a respeito), Maira (ou coleguinha, obrigada pelas Fabaceae identificadas), Ariade (você é uma das taxonomistas mais incríveis que eu conheço), Acebia e Bruna (obrigada pelas Rubiaceae identificadas), Gabriela (obrigada por identificar as goiabas do Maranhão), Luann (obrigada por todas as sugestões) e professor Eduardo (obrigada pelas identificações, agora, internacionais).

Obrigada às meninas do LAFLEC, Ariade e Renata, pelas conversas e apoio, gostaria de ter convivido presencialmente com vocês no laboratório. Obrigada aos doutorandos do LEB Ingrid Amorim, que me guiou em muitos momentos desde a graduação e compartilhou aflições e alegrias da pós, Alessandro, pelas conversas e alegria que sempre me contagia, e Rodrigo, pela parceria e construções acadêmicas nesses anos que resultaram em artigos. Agradeço a minha amiga maravilhosa e internacional Monielle, que confiou em mim e em meu trabalho diversas vezes e me fez desenvolver novas habilidades essenciais para o meu amadurecimento.

Eu não conseguiria se não tivesse amigos dispostos a me ajudar e me apoiar o tempo todo: obrigada Cams por me apoiar, incentivar e me ajudar com a formatação e errinhos que sempre passam; Gabs e Luann obrigada por todas as vezes que vocês também leram meu trabalho; obrigada Aryelly que me ajudou nos feriados a planilhar os meus dados, vocês são incríveis. Além disso, todos vocês choraram e riram comigo, me escutaram e me apoiaram em todos os momentos, espero sempre retribuir o tanto que vocês significam para mim.

Agradeço à minha psicóloga Isabelle Myzmann que foi fundamental para eu manter o equilíbrio nesses (mais de) dois anos e entender como crescer na academia da maneira mais saudável possível.

Para o motivo de toda essa caminhada e a melhor mãe do mundo: Maria Antonia. Obrigada por fazer a comida dos dias de coleta para que eu pudesse dormir umas horas a mais (e por mimar quem ia comigo com doces, principalmente quando prof. Eduardo ia), e obrigada por nessa fase final de escrita estar sempre ao meu lado, ansiosa para eu acabar, mas sempre disposta a me dar um abraço, para eu saber que não estava sozinha.

Agradeço meu pai (*in memoriam*) por me incentivar a fazer o meu melhor durante o mestrado e por acreditar em mim, suas palavras de conforto e motivação me guiam todos os dias, principalmente nos mais difíceis.

Para minha irmã Carol que sempre foi o meu exemplo, obrigada por ser aquela pessoa que me lembra de que nunca estou sozinha e que vibra a cada conquista.

Para quem acompanhou todos os dias dessa jornada, desde o seletivo do mestrado até a escrita da última frase dessa dissertação. Marlla, todo meu amor é seu, obrigada por estar sempre ao meu lado nesta trajetória e por ser quem é. Obrigada pelos dias de coleta, pelas vezes que você me fez parar para descansar e por todas outras que você me ajudou a continuar. Você é meu exemplo de bióloga e profissional. Toda forma de amor vale a pena e amar você compensa a loucura deste mundo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho e para que eu me tornasse um ser humano mais sensível às demandas sociais e ambientais.

SUMÁRIO

Lista de figuras 9

Lista de tabelas.....	9
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REVISÃO DE LITERATURA.....	13
Áreas ecotonais	13
Conhecimento sobre o sub-bosque	14
O efeito da urbanização em fragmentos florestais	16
Referências.....	18
Manuscrito a ser submetido para revista:.....	22
INTRODUÇÃO	25
MATERIAIS E MÉTODOS	26
Área de estudo.....	26
Coleta de dados	28
Análise de dados	29
RESULTADOS.....	30
DISCUSSÃO	44
Anexo 1	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
Normas da Revista	63

Lista de figuras

- Figura 1** Mapa da Ilha do Maranhão, com a localização do Sítio Santa Eulália (área urbana), no município de São Luís, e do Sítio Aguahy (área não urbana), no município de São José de Ribamar... 27
- Figura 2** Curvas de acumulação de espécies observadas em 30 parcelas de cada área amostrada...36
- Figura 3** Distribuição dos indivíduos por classes de altura das espécies amostradas em cada área: a) área urbana, Sítio Santa Eulália, São Luís, MA; b) área não urbana, Sítio Aguahy, São José de Ribamar, MA.....37
- Figura 4** Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro das espécies amostradas em cada área: a) área urbana, Sítio Santa Eulália, São Luís, MA; b) área não urbana, Sítio Aguahy, São José de Ribamar, MA.....38
- Figura 5** NMDS evidenciando a diferença na composição florística e na densidade de cada espécie ocorrente na área urbana (5a) e não-urbana (5b).....39
- Figura 6** Dendrograma de similaridade entre as florestas ecotonais urbana e não urbana (presente estudo) e outras áreas de Amazônia e Cerrado (Siglas de acordo com Tabela 3 no Anexo 1)40
- Figura 7** Diagrama NMDS das 102 áreas amostrais localizadas entre as florestas ecotonais urbana e não urbana (presente estudo) e outras áreas de Amazônia e Cerrado (Siglas de acordo com Tabela 3 no Anexo 1).....41

Lista de tabelas

- Tabela 1:** Lista das espécies do estrato de sub-bosque do das áreas urbana e não urbana e seus respectivos parâmetros fitossociológicos. UR= Floresta Urbana; NUR= Floresta Não Urbana; N = Número de Indivíduos; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoA= Dominância Absoluta; VI = Valor de Importância. Arv= árvore; Arb= arbusto; Lia= liana; Pal= palmeira; Sub= subarbusto. AM= Amazônia; CA= Caatinga; CE= Cerrado; MA= Mata Atlântica; PA= Pampas; PT= Pantanal.....30
- Tabela 2.** Espécies indicadoras do sub-bosque, com as respectivas famílias botânicas. Hábitat: NUR– floresta não urbana; UR – floresta urbana. IV^a: Valor de Indicação. a = Valores de significância para as espécies indicadoras, de acordo com as análises de Dufrêne e Legendre (1997).....42
- Tabela 3:** Lista de estudos utilizados para a análise de similaridade e suas respectivas siglas.....49

RESUMO

Os fragmentos florestais do Maranhão são fundamentais para a conservação de áreas de transição. A análise do estrato de sub-bosque é fundamental para a manutenção da biodiversidade, quando se entende esse estrato ao nível de distribuição e dinâmica. Objetivou-se avaliar a similaridade da composição e densidade de espécies no sub-bosque de duas florestas ecotonais urbanas e não urbanas no Maranhão em relação aos domínios adjacentes. O estudo foi realizado em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta situados em áreas de transição na Ilha do Maranhão que são: o Sítio Santa Eulália (2°31'04''S e 44°16'30''W), em São Luís, e o Sítio Aguahy (02°38'47'' S 44°09'05'' W), em São José de Ribamar. O primeiro fragmento florestal recebe influência urbana e apresenta uma área de manguezal, passou por processos de supressão vegetal ao longo dos anos e hoje compreende uma área vegetada de aproximadamente 167 ha dentro da cidade. O segundo fragmento não recebe influência urbana e compreende uma área de 400 ha em uma área rural que apresenta Manguezal e Restinga. Para o levantamento fitossociológico, 30 parcelas de 25m² foram demarcadas de forma aleatória, distantes 10m entre si e a 30m da borda. A partir dos dados obtidos foram analisados os parâmetros fitossociológicos e os índices de Shannon (H') e Índice de Pielou (J'). Foi realizado o teste Mann Whitney, escalonamento multidimensional não métrico e o teste t de Hutcheson para aferir se há diferença na riqueza, diversidade e densidade da composição florística entre as áreas. Também foi gerada uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, e calculado o índice de similaridade de Jaccard, para análise de agrupamentos pelas médias não-ponderadas (UPGMA) a partir do pacote *vegan* no R. As espécies típicas de área urbanas e não urbana foram identificadas e para elas foi empregada a Análise de Espécies Indicadoras. Foram identificadas 103 espécies, 64 gêneros e 33 famílias na área não urbana (Sítio Aguahy). Na área urbana (Sítio Santa Eulália) foram identificadas 58 espécies, 44 gêneros e 25 famílias. Após as análises foi verificado que a mediana da riqueza de espécies na área não urbana foi significativamente maior do que a da área urbana. A análise de NMDS evidenciou a existência de diferença na composição florística e na densidade de cada espécie ocorrente nas duas áreas. Na comparação florística entre as áreas amostradas e as regiões da Amazônia e Cerrado apresentou baixa similaridade, com algumas localidades isoladas. Apesar da heterogeneidade florística entre os tipos florestais, houve o agrupamento das áreas da Ilha do Maranhão às áreas amazônicas e às áreas de transição. Na análise de espécies indicadoras a partir do valor de indicação obteve-se uma listagem com seis espécies para área não urbana, podendo destacar a *Faramea nitida* e a *Ocotea glomerata*. Mais seis espécies foram consideradas típicas de área urbana, destacando-se a *Rourea induta*, *Protium heptaphyllum* e *Randia armata*. Os índices de diversidade e equabilidade encontrados na floresta urbana são semelhantes aos sub-bosques de outras florestas amazônicas urbanas. A similaridade evidenciou uma maior influência do bioma amazônico no sub-bosque das áreas do estudo, mesmo apresentando espécies do Cerrado. Tal fator pode estar relacionado ao clima tropical úmido e o regime hidrológico do Maranhão. Sugere-se que as áreas do presente estudo possuem influência ecotonal gradual, porém uma maior amostragem da comunidade vegetal no Maranhão é necessária para determinar as áreas como ecótonos no Estado.

Palavras-chave: Áreas de transição, Cerrado, Floresta Amazônica, fitossociologia, similaridade

ABSTRACT

The forest fragments of Maranhão are fundamental for the conservation of transition areas. The analysis of the understory is fundamental for the maintenance of biodiversity, when this stratum is understood in terms of distribution and dynamics. The objective was to evaluate the similarity of species composition and density in the understory of two urban and non-urban ecotonal forests in Maranhão in relation to adjacent domains. The study was carried out in two fragments of Ombrophilous Forest located in transition areas on the Island of Maranhão, which are: the Sítio Santa Eulália (2°31'04"S and 44°16'30"W), in São Luís, and the Sítio Aguahy (02°38'47" S 44°09'05" W), in São José de Ribamar. The first forest fragment receives urban influence and has an area of mangroves, has undergone processes of plant suppression over the years and today comprises a vegetated area of approximately 167 ha within the city. The second fragment does not receive urban influence and comprises an area of 400 ha in a rural area that features Manguezal and Restinga. For the phytosociological survey, 30 plots of 25m² were randomly demarcated, 10m apart and 30m from the edge. From the data obtained, the phytosociological parameters and the Shannon index (H') and Pielou index (J') were analyzed. The Mann Whitney test, non-metric multidimensional scaling and Hutcheson's t test were performed to assess whether there is a difference in the richness, diversity and density of the floristic composition between the areas. A Bray-Curtis similarity matrix was also generated, and the Jaccard similarity index was calculated for cluster analysis by unweighted averages (UPGMA) from the vegan package in R. The typical species of urban and non-urban areas were identified and for them the Analysis of Indicator Species was used. A total of 103 species, 64 genera and 33 families were identified in the non-urban area (Sítio Aguahy). In the urban area (Sítio Santa Eulália) 58 species, 44 genera and 25 families were identified. After the analysis, it was found that the median of species richness in the non-urban area was significantly higher than in the urban area. The NMDS analysis evidenced the existence of a difference in the floristic composition and in the density of each species occurring in the two areas. In the floristic comparison between the sampled areas and the Amazon and Cerrado regions, there was low similarity, with some isolated locations. Despite the floristic heterogeneity between forest types, the areas of the Maranhão Island were grouped into the Amazonian and transitional areas. In the analysis of indicator species from the indication value, a list with six species for non-urban areas was obtained, highlighting *Faramea nitida* and *Ocotea glomerata*. Six more species were considered typical of urban areas, highlighting *Rourea induta*, *Protium heptaphyllum* and *Randia armata*. The diversity and equability indices found in the urban forest are similar to the understory of other urban Amazonian forests. The similarity showed a greater influence of the Amazon biome on the understory of the study areas, even with species from the Cerrado. This factor may be related to the humid tropical climate and the hydrological regime of Maranhão. It is suggested that the areas of the present study have a gradual ecotonal influence, but a greater sampling of the plant community in Maranhão is necessary to determine the areas as ecotones in the state.

Keywords: transition areas, Cerrado, Amazonian Forest, phytosociology, similarity

INTRODUÇÃO GERAL

O estado do Maranhão se encontra numa região de transição, que, segundo a literatura, é composto pelos biomas Cerrado, Amazônia e Caatinga, caracterizado por uma ampla e ainda desconhecida diversidade (ARAÚJO et al., 2011)

Dessa forma, os fragmentos florestais no Maranhão são fundamentais para a conservação de áreas de transição, uma vez que apresentam fitofisionomias que abrangem estratos herbáceo, arbustivo/regenerante, arbóreo, dossel e emergente com diversas características morfológicas e ecológicas que interagem de formas diferentes com fatores bióticos e abióticos (GUERRA et al., 2017).

A variação dos estratos é justificada por sua estrutura vertical e horizontal, que controla o acesso à luminosidade, nutrição e o estabelecimento das espécies vegetais no ambiente. Assim, as plantas do sub-bosque (pertencentes aos estratos herbáceos e arbustivos/regenerantes) se desenvolvem em locais com pouca luminosidade e vento, devido ao sombreamento das espécies arbóreas maiores (que ocupam o dossel) (LOZANO et al., 2018). O sub-bosque apresenta um importante papel para a manutenção da biodiversidade, pois ao analisar a distribuição e dinâmica desse estrato é possível estabelecer os significados ecológicos nos ecossistemas e as relações de reciprocidade com os fatores abióticos da área, como as características físicas e químicas do solo (MENDES et al., 2013).

Assim, a partir da análise do estrato de sub-bosque é possível conhecer e sugerir melhorias para as condições ambientais de um fragmento, compreender quais e como são as fisionomias encontradas naquela comunidade biótica e aplicar metodologias mais eficazes para a conservação da diversidade vegetal (POLISEL, 2011).

Realizar uma análise de estrutura e diversidade, observando os fatores que contribuem para sua dinâmica estrutural é fundamental em florestas urbanas e não urbanas, pois mostra a importância de se estabelecer determinado ambiente como área protegida, além de contribuir com estudos futuros sobre o manejo mais adequado para áreas degradadas (SOUZA et al., 2017). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a similaridade da composição e densidade de espécies no sub-bosque de duas florestas ecotonais urbana e não urbana no Maranhão em relação aos domínios adjacentes.

REVISÃO DE LITERATURA

Áreas ecotonais

Etimologicamente palavra ecótono deriva do grego e significa “zona de tensão”, sendo necessária a transição entre, no mínimo, dois ecossistemas para que uma área seja considerada um ecótono. Uma área de transição é colonizada por espécies dispersas do ecossistema adjacente, isolada geograficamente por algum evento estocástico ou ainda espécies que se estabeleceram sob os filtros ecológicos diferenciados (MILAN; MORO, 2016).

Segundo Odum (1988), as comunidades das áreas de transição abrangem espécies de cada ecossistema sobreposto e espécies características do ecótono, apresentando então a zona de tensão maior riqueza que os ecossistemas adjacentes. Sendo assim, por vezes, as áreas classificadas como ecótono apresentam um mosaico de vegetação com fitofisionomias que são melhores identificadas quando endemismos ocorrem.

O IBGE (1993) conceitua ecótono como área de transição ecológica, caracterizadas por apresentarem mistura de elementos florísticos pertencentes às áreas dos biomas adjacentes. Regiões de transição costumam apresentar uma grande riqueza florística, com espécies dos biomas vizinhos podendo, entretanto, ocorrer zonas com modificações da vegetação. Desse modo, quando biomas são considerados, a classificação do ecótono pode ocorrer por meio do levantamento de vegetação nativa da área (LEITE et al., 2007).

Barros (2012) em uma área de transição cerrado- caatinga- floresta no estado do Piauí realizou um estudo fitossociológico com intuito de estabelecer associações entre parâmetros dos solos e diferentes formações vegetais, indicando que o arranjo estrutural das comunidades vegetais e sua diversidade estão relacionados com os fatores ambientais característicos de cada fitofisionomia da área do estudo.

Araújo et al. (2009) avaliaram a composição florística e fitossociológico do estrato lenhoso de um fragmento florestal urbano no Mato Grosso, para confirmar a classificação do fragmento como vegetação de transição e detectar indícios de perturbação pela fragmentação. Estes autores destacaram a heterogeneidade da flora do remanescente, com espécies representantes da Amazônia e do Cerrado, e a importância da conservação desses fragmentos.

A delimitação das áreas de transição é uma ferramenta para a conservação de ambientes florestais da Amazônia Legal. No entanto, esse limite não é bem definido, já que há zonas de tensão

entre a Floresta Amazônica e o Cerrado entre os estados do Mato Grosso, Pará, Maranhão e Tocantins (HAIDAR et al., 2013).

O Maranhão possui extensão territorial com 331.937,450 Km² e com 512,3 km² de área urbana. Situa-se entre três macrorregiões brasileiras: Norte, Nordeste e Centro-Oeste, caracterizando-o como uma região ecotonal, onde se observa uma heterogeneidade florística e estrutural da vegetação. Nesse Estado as formações vegetais sofrem a influência de diferentes domínios, apresentando características de vegetação amazônica na região oeste, vegetação de cerrado distribuindo-se da região sul a região nordeste do Estado; dunas, restinga e manguezal no litoral, com manchas de caatinga na porção leste e os campos inundáveis na região central (IMESC 2008, IBGE, 2012).

Conhecimento sobre o sub-bosque

O sub-bosque abrange as espécies arbustivas, subarbustivas e arbóreas regenerativas que estão abaixo do dossel. Neste estrato estão as lianas, arbustos e árvores em desenvolvimento que ainda não alcançaram o limite de altura para o dossel, possuindo adaptações para sobreviver de acordo com a distribuição heterogênea da luminosidade (LOZANO et al., 2018).

São classificadas como plantas típicas de sub-bosque as que crescem sob uma distribuição de luz desigual, grande quantidade de matéria orgânica e maior umidade em todo o seu ciclo e vida, sendo assim espécies mais tolerantes à sombra e com pouca altura (SILVA, 2018). Também ocorrem espécies arbóreas em desenvolvimento que ainda não alcançaram o limite de altura para o dossel, isto é, plântulas e indivíduos jovens de espécies lenhosas que estão apenas temporariamente nesse estrato, sendo representantes da regeneração da floresta (SOUZA et al., 2018).

As diferentes formas de vida do sub-bosque permitem o sombreamento do interior da floresta, a formação de serapilheira e a atração de polinizadores e dispersores, formando micro habitats que favorecem o desenvolvimento espécies vegetais e animais (COLMANETTI, SHIRASUNA e BARBOSA, 2015).

Como indicador ambiental, o sub-bosque pode fornecer dados sobre o arranjo estrutural e sobre a riqueza desse estrato em relação à floresta, além de indicar o seu nível de regeneração de acordo com os indivíduos jovens que estão se desenvolvendo e a representatividade de suas espécies nos outros estratos da comunidade florestal em avaliação (MENDES et al., 2013).

Na maioria dos estudos no Brasil, a vegetação do sub-bosque é frequentemente associada à regeneração natural, o que permite observar as possíveis espécies nativas presentes na colonização de áreas degradadas e compreender como ocorre o processo sucessional favorável à regeneração da biodiversidade nesse estrato (MEIRA NETO e MARTINS, 2003; SAPORETTI Jr. et al., 2003; SANTANA et al., 2020).

O estágio inicial de desenvolvimento no sub-bosque, as plântulas e indivíduos jovens, são mais vulneráveis e respondem rapidamente às alterações naturais ou antrópicas no ambiente. E quando o processo sucessional da vegetação é afetado, o sub-bosque pode apresentar um menor número de espécies (POLISEL et al., 2014).

Em florestas com histórico de degradação, analisar o sub-bosque e o estrato arbóreo pode trazer respostas sobre o status de conservação e composição florística. No estudo realizado por Shoji Seki et al. (2022), por exemplo, foram avaliadas as sinusais de áreas ecotonais no Paraná e encontraram uma elevada diversidade, presente em zonas ecotonais, e uma dissimilaridade entre os estratos arbóreo e de sub-bosque. A dissimilaridade ocorreu pois o sub-bosque já apresentava muitas espécies intermediárias, enquanto o estrato arbóreo possuía muitas espécies pioneiras, indicando que a floresta está avançando na sua sucessão em direção a um bom status de conservação.

Desse modo, o sub-bosque tem importante relação com ao nível de sobrevivência e estabelecimento de indivíduos jovens de espécies lenhosas devido aos filtros ecológicos, bióticos e abióticos propiciados por esse estrato (SOUZA et al., 2018). Isto é confirmado por Schorn et al. (2014), que no estudo fitossociológico do sub-bosque na Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina, destacaram a predominância de espécies secundárias na área, advindas da dispersão das espécies em estágio reprodutivo do componente arbóreo/arbustivo.

Os estudos de sub-bosque que estão principalmente voltados para a regeneração natural de fragmentos florestais amazônicos demonstram preocupação com a perda da diversidade de espécies e a dificuldade de regeneração das manchas florestais, principalmente devido a urbanização e fragmentação das florestas tropicais (BENITÉZ e MARTINEZ, 2003).

Braga e Jardim (2019), ao avaliarem a estrutura de sub-bosque de um fragmento florestal de 15 km² em Belém, destacaram a alta dominância de poucas espécies herbáceas, que pode ser justificada pelas estratégias de polinização, dispersão e pela propagação vegetativa que algumas herbáceas apresentam. Os autores também observaram, para o sub-bosque da floresta Amazônica, uma baixa diversidade e equabilidade ($H' = 2,6$; $J' = 0,6$).

No entanto, dependendo do tamanho do fragmento, nem todos os estudos encontram uma baixa diversidade em áreas urbanas, Oliveira e Amaral (2005), ao analisarem o arranjo estrutural de um sub-bosque de 600 km² da Amazônia Central, encontraram uma alta diversidade das plantas de sub-bosque ($H' = 5,6$) considerando o tamanho reduzido do fragmento urbano estudado. Além disso, os autores observaram, a partir de classes de altura (que variaram entre 0,5m e 3m), um padrão de distribuição vertical do sub-bosque concentrado em alturas menores, por apresentar indivíduos herbáceos e arbustivos típicos do estrato.

Ao analisar a distribuição e dinâmica do sub-bosque é possível estabelecer a sua importância para a manutenção dos ecossistemas e as relações de reciprocidade com os fatores abióticos da área (como nutrientes do solo, umidade e luz) (MENDES et al., 2013). Desse modo, Gomes et al. (2009) avaliaram a fisionomia, estrutura e o efeito de borda de um sub-bosque lenhoso de dois fragmentos florestais em uma área de floresta Atlântica em Pernambuco. Os autores observaram que no fragmento menor as espécies encontradas eram típicas de sub-bosque, enquanto que na área maior foram encontradas maior riqueza e mais indivíduos regenerantes do dossel.

Particularmente, no Maranhão, estudos voltados apenas para o sub-bosque são escassos, sendo encontrado apenas Santos (2019), que analisou a diversidade do sub-bosque de uma área urbana e seu estágio de sucessão a partir de um estudo fitossociológico em uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável em São Luís, no qual indicou que devido ao histórico de ação antrópica da área, o sub-bosque era majoritariamente composto por indivíduos jovens de plantas arbóreas, sugerindo um estágio inicial de sucessão da área.

O efeito da urbanização em fragmentos florestais

O ambiente urbano é composto pela relação entre os sistemas natural e antrópico. O sistema natural é formado pelos componentes bióticos, como espécies vegetais e animais, e componentes abióticos, como água e solo. Já o sistema antrópico é constituído das interações biológicas e sociais do ser humano, no qual todas as ações humanas refletem, positiva ou negativamente, em ambos os sistemas.

As áreas urbanas ou em processo de urbanização possuem tamanhos diferentes de territórios, número de habitantes e formas de uso do solo, além disso nesses ambientes urbanos podem existir remanescentes florestais, que vivem sob condições heterogêneas devido a influência direta e indireta das ações humanas (PESSOA, 2011). Essas áreas florestais presentes nos centros urbanos possuem diversidade e composição de espécies responsáveis pela manutenção de sistemas ecológicos e

serviços ecossistêmicos das cidades, como o fluxo de polinizadores e dispersores, a filtragem do ar, a redução das ilhas de calor e da poluição sonora (LV et al., 2019).

Quando as florestas estão em áreas rurais, o uso do solo é diferente dos ambientes urbanos e os efeitos antrópicos também são alterados, pois nas áreas rurais a população humana é reduzida, com moradias em menor número e mais espaçadas, além de serem exercidas outras atividades, como a agricultura (GUERRA et al., 2017). No entanto, mesmo nos ambientes rurais, as extensas áreas florestais estão constantemente perdendo espaço para as questões agropecuárias e industriais, resultando em áreas fragmentadas e isoladas entre si (ROSALIN et al. 2019).

Os tipos e níveis de intensidade de uso do solo podem resultar em áreas florestais que variam pouco a altamente urbanizadas, com comunidades vegetais que possuem arranjos estruturais modificados pelas condições antrópicas do entorno (PORTER; FORSCHNER e BLAIR, 2001). Desse modo, os diferentes tipos de uso do solo no entorno de áreas florestais podem induzir impactos como a alteração nos padrões de migração e dispersão, redução do habitat e recursos das espécies, além de aumentar a vulnerabilidade das espécies à estocasticidade ambiental devido aos efeitos de borda e isolamento (SONNIER; JOHNSON e WALLER, 2020).

Alguns autores (ALLE, 2019; BURTON e SAMUELSON, 2008; WHITE; CARREIRO e ZIPPERER, 2014) estudaram o status de conservação de fragmentos florestais inteiros para entender como diferentes graus de perturbação afetavam a vegetação, onde destacaram a introdução e aumento de espécies exóticas e um declínio da diversidade com o aumento da urbanização. Porém o aumento da densidade de plantas exóticas em detrimento das nativas em áreas urbanas não é um padrão, por exemplo, Ranta e Viljanen (2011) não encontraram diferenças na riqueza das espécies nativas entre as áreas rurais e urbanas, também indicam que um baixo número de espécies nos centros urbanos.

Centros urbanos possuem alta heterogeneidade devido às diferentes formas de manejo, fornecendo novos tipos de habitats em suas áreas vegetadas, o que pode propiciar a colonização de novas espécies e por isso às vezes florestas urbanas podem apresentar uma alta riqueza vegetal. Nessas áreas onde há um alto grau de perturbação antrópica as espécies tolerantes ao stress podem ser favorecidas, demonstrando que a urbanização pode afetar positiva ou negativamente cada táxon (RANTA, 2021). No entanto, Lippe e Kowarik (2021) enfatizam a importância de mais estudos voltados para a análise da diversidade vegetal em ambientes urbanos e rurais, pois são encontrados diferentes resultados quando as comunidades vegetais são comparadas entre as áreas, não havendo um padrão e uma relação clara quanto aos efeitos da urbanização na vegetação.

Em florestas urbanas, a perturbação antrópica pode interferir na estrutura do sub-bosque, contribuindo para o sucesso de espécies herbáceas ruderais em detrimento de espécies endêmicas ou nativas e diminuindo a diversidade do estrato. Essa substituição de espécies no sub-bosque pode ser relacionada a atividades humanas como a formação de clareiras, por exemplo, que favorece o estabelecimento de plantas tolerantes à luz e com maior cobertura vegetal (SANTOS, FERREIRA e SILVA, 2018).

Ao considerar o sub-bosque como indicativo do processo sucessional de uma floresta urbana em Minas Gerais, Santiago, Fonseca e Carvalho (2014) analisaram um fragmento florestal urbano com histórico de regeneração natural de 70 anos. Os autores descreveram uma comunidade de sub-bosque heterogênea, com espécies ameaçadas de extinção, importantes para a conservação. No entanto, foi evidenciado a presença expressiva de espécies exóticas e a alta dominância de espécies pioneiras no sub-bosque, indicando que a perturbação antrópica está impedindo o avanço da sucessão.

As plantas do sub-bosque podem ser mais vulneráveis aos efeitos da urbanização, pois ambientes altamente urbanizados dificultam a regeneração das espécies nativas da floresta (HUANG et al., 2012). Pennington e Gorchoy (2010) analisaram a estrutura vegetal do dossel e do sub-bosque em florestas urbanas, como resultado obtiveram que a riqueza das espécies nativas do sub-bosque sofreu uma drástica diminuição devido a urbanização. Neste estudo, o sub-bosque era composto em sua maioria por plântulas do dossel, mostrando que os impactos causados pela urbanização nesse estrato afetam toda a floresta, já que é no sub-bosque que está a composição futura do dossel da floresta.

Desse modo, as formas de vida, o dossel e sub-bosque respondem aos níveis de perturbação do ambiente, que podem afetar a regeneração natural (SANTIAGO; DA FONSECA e CARVALHO, 2014), favorecendo o desenvolvimento de lianas e herbáceas (em áreas mais urbanizadas), devido a abertura de clareiras que desencadeiam o aumento da luminosidade e diminuição da cobertura vegetal dos fragmentos florestais (MENDES et al., 2013; SANTANA et al., 2020).

Referências

ABIKO, A.; MORAES, O. B. **Desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo, 2008.

ALLE, P. B. P. **Banco de plantas jovens do sub-bosque sob diferentes graus de perturbação em remanescente de Floresta Atlântica**. 2019. 82 f. Tese (Dissertação) - Curso de Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica da Secretaria da Infraestrutura e Meio Ambiente, São Paulo, 2019.

- ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R.; CARVALHO FILHO, R. **Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia Maranhense**. In: Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação (Martins MB, Oliveira TG eds.). Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p. 35-46.2011
- ARAÚJO, R.A.; COSTA, R. B.; FELFILI, J. M.; GONÇALVES, I. K.; SOUSA, R. A. T. M.; DORVAL, A. Florística e estrutura de fragmento florestal em área de transição na Amazônia Matogrossense no município de Sinop. **Acta Amazonica**, [S.L.], v. 39, n. 4, p. 865-877, 2009.
- BENITEZ-MALVIDO, J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Impact of Forest Fragmentation on Understory Plant Species Richness in Amazonia. **Conservation Biology**, [s.l.], v. 17, n. 2, p.389-400, abr. 2003.
- BRAGA, E. O.; JARDIM, M. A. G. Florística estrutura e formas de vida do estrato inferior de uma floresta ombrófila densa aluvial, Pará, Brasil. **Cienc. Florest.**, [sl.], v.29, p.1048-1059. 2019. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821834>.
- BURTON, M. L.; SAMUELSON, L. J. Influence of urbanization on riparian forest diversity and structure in the Georgia Piedmont, US. **Plant Ecology**, [s. l.], v. 195, n. 1, p. 99–115, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9305-x>
- COLMANETTI, M. A. A.; SHIRASUNA, R. T.; BARBOSA, L. M. Flora vascular não arbórea de um reflorestamento implantado com espécies nativas. **Hoehnea**, [s.l.], v. 42, p. 725-735.2015.
- FONSECA-MORELLO, T., RAMOS, R., STEIL, L., PARRY, L., BARLOW, J., MARKUSSON, N., e FERREIRA, A. Queimadas e incêndios florestais na Amazônia brasileira: porque as políticas públicas têm efeito limitado? **Ambiente & Sociedade**, v. 20: 19-38. 2017
- GOMES, J. S.; SILVA, A. C. B. L.; RODAL, M. J. N.; SILVA, H. C. H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, [s.l.], v.60, p. 293-310. 2009
- GUERRA, T. N. F. et al. Urban or rural areas: which types of surrounding land use induce stronger edge effects on the functional traits of tropical forests plants? **Appl. Veg. Sci.**, [s.l.], v.20, p. 538-548. 2017.
- HUANG, L.; CHEN, H.; REN, H.; WANG, J.; GUO, Q. Effect of urbanization on the structure and functional traits of remnant subtropical evergreen broad-leaved forests in South China. **Environmental Monitoring And Assessment**, [S.L.], v. 185, n. 6, p. 5003-5018, 7 out. 2012.
- LIPPE, M. D.; KOWARIK, I. Do cities export biodiversity? Traffic as dispersal vector across urban-rural gradients. **Diversity And Distributions**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 18-25, 14 ago. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00401.x>.
- LOZANO, E. D. Herbáceas de sub-bosque. In: DELLA, A. P. et al. **VIII Botânica no Inverno**. 8. ed. São Paulo: Instituto de Biociências. Cap. 9. p. 94-101, 2018.
- LV, H.; YANG, Y.; ZHANG, D.; DU, H.; ZHANG, J.; WANG, W.; HE, Xingyuan. Perimeter-area ratio effects of urbanization intensity on forest characteristics, landscape patterns and their associations in Harbin City, Northeast China. **Urban Ecosystems**, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 631-642, 2 abr. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-019-00850-0>.

- MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da mata da silvicultura, uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, [s.l.], v.27, p.459-471. FapUNIFESP (SciELO). 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622003000400006>.
- MENDES, F. S.; JARDIM, F. C. S.; CARVALHO, J.O. P.; SOUZA, D. V.; ARAÚJO, C. B.; OLIVEIRA, M. G.; LEAL, E. S. Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju – PA. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 377-389, 28 jun. 2013. <http://dx.doi.org/10.5902/19805098928>
- MILAN, E.; MORO, R. S. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terra Plural**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 75–88, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/terraplural.v.10i1.0006>
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, L. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazon**, [s.l.], v.35, p.1–16. 2005
- PENNINGTON, D. N.; H., J. R.; GORCHOV, D. L. Urbanization and riparian forest woody communities: diversity, composition, and structure within a metropolitan landscape. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 143, n. 1, p. 182-194, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.10.002>.
- PESSOA, L. M. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife, v. 26, n. 3, p. 247-262, 2009.
- POLISEL, R. T. Florística e fitossociologia do estrato herbáceo e da regeneração arbórea de trecho de floresta secundária em Juquitiba, SP, Brasil. **Cienc. Florest.**, [s.l.], v.21, p. 229-240. 2011
- POLISEL, R. T.; IVANAUSKAS, N. M.; ASSIS, M. C.; SHEPHERD, G. J.; YAMAMOTO, K. Structure of the understory community in four stretches of Araucaria forest in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 86-101. 2014.
- PORTER, E.; FORSCHNER, B.; BLAIR, R.. Woody vegetation and canopy fragmentation along a forest-to-urban gradient. **Urban Ecosystems**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 131–151, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1022391721622>
- RANTA, P. Vascular plants along an urban-rural gradient in the city of Tampere, Finland. **Urban Ecosystems**. [s. l.], v.14, p.361-376, 2021.
- RANTA, P.; VILJANEN, V. Plantas vasculares ao longo de um gradiente urbano-rural na cidade de Tampere, Finlândia. **Urban Ecosyst.**, [s.l.], v.14, p.361–376. 2011 <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0164-9>.
- RIBEIRO, E. M. S; ARROYO-RODRÍGUEZ, V. C. B. A.; TABARELLI, M. L. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the brazilian caatinga vegetation. **J. Appl. Ecol.**, [s.l.], v. 52, p. 611-620. 2015.
- ROSALIN, A. C. et al. Trepadeiras e o banco de sementes de um fragmento florestal. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, [s.l.], v. 9, n. 1, p.1-9, 2019.
- SANTANA, J. P.; ROCHA, P. A.; OLIVEIRA, E.V. S.; PRATA, A. P. N.; RIBEIRO, A. S.. Phytosociology of the shrub-arboreal stratum of the Ibura National Forest, Northeastern Brazil: are 35 years sufficient to promote the regeneration of a forest fragment?. **Neotropical Biology And Conservation**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 89-106, 15 abr. 2020.. <http://dx.doi.org/10.3897/neotropical.15.e49114>.

- SANTIAGO, D. S.; DA FONSECA, C. R.; CARVALHO, F.A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 117–123, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i1a3538>
- SANTOS, C. R. **Caracterização estrutural do sub-bosque em um fragmento florestal urbano de uso sustentável**. 2019. 50 f. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.
- SANTOS, L. R.; FERREIRA, J. L.; SILVA, C. Florística e fitossociologia de um Sub-bosque Urbano em Rio Branco-AC, Brasil. **Biota Amazônia**, [s.l.], v.8, p.28-33. 2018
- SANTOS, M. J. F et al. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de Cerrado sensu stricto, sul do Tocantins. **Rev. sci. agrár.** Parana, [s.l.], v. 16, no. 3, p. 328-334. 2017
- SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. **Revista Árvore**, [s.l.], v.27, p.905-910.2003.<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622003000600017>.
- SCHORN, L. A. et al. Fitossociologia de fragmentos de floresta estacional decidual no Estado de Santa Catarina - Brasil. **Ciênc. Florest.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 821-831, dez. 2014.
- SHOJI SEKI, M.; BLUM, C. T.; RIOS, C. R.; BORDDAL, M. L.; DUARTE, E.; VIEIRA, R. S. Composição florística e fitossociológica de ecótono entre floresta ombrófila mista e floresta estacional semidecidual. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. e8356, 2022 - e-ISSN 2176-9168, 2022. Disponível em: DOI:10.17765/2176-9168.2022v15n2e8356
- SILVA, A.M. **Respostas da vegetação do sub-bosque em floresta ombrófila e estacional no nordeste do Brasil**. [s. l.], p. 90, 2018.
- SONNIER, G.; JOHNSON, S. E.; WALLER, D. M. Fragmentation reduces the importance of niche-based factors relative to dispersal traits in structuring temperate forest understories. **Journal of Vegetation Science**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 75–83, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jvs.12824>
- SOUZA, C. C.; ROSA, A. D.; SOUZA, K.; CRUZ, A. P.; GONÇALVES, D. A.; PSCHIEDT, F.; LOEBENS, R.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. Potencial regenerativo de uma floresta ecotonal na região do Alto Uruguai em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 345-356, 2018. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831605>.
- SOUZA, R. F.; MACHADO, S. A.; GALVÃO, F.; FIGUEIREDO FILHO, A. Fitossociologia da vegetação arbórea do Parque Nacional do Iguaçu. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p.853-869, 2017.
- WHITE, R. J.; CARREIRO, M. M.; ZIPPERER, W. C. Woody plant communities along urban, suburban, and rural streams in Louisville, Kentucky, USA. **Urban Ecosystems**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 1061–1094, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0376-x>

**Manuscrito a ser submetido para revista:
Urban Ecosystems**

**Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais no Maranhão:
relações fitogeográficas e influência do meio urbano**

Catherine R. Santos, Melissa Oda-Souza, Eduardo B. Almeida Jr. e Carmen S. Zickel

**Diversidade e estrutura do sub-bosque de florestas ecotonais no Maranhão: relações
fitogeográficas e influência do meio urbano**

Catherine Rios Santos¹, Melissa Oda-Souza², Eduardo Bezerra de Almeida Jr.³, Carmen Sílvia
Zickel¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Botânica. Av. Dom Manoel de Medeiros
s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil, 52171-900; catherineriosantos@gmail.com

²Universidade Estadual do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Campus Poeta Torquato Neto, Rua João Cabral,
Pirajá, Teresina, PI, Brasil, 64120000

³ Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, s/n, Bacanga, São Luís, MA, Brasil, 65085-580

RESUMO

Florestas ecotonais apresentam grande riqueza florística, mas perturbações antrópicas podem diferenciar a sua estrutura vegetacional. Foi avaliada a similaridade do sub-bosque de florestas urbana e não urbana no Maranhão e seus domínios adjacentes, para testar as hipóteses de que o sub-bosque da floresta não urbana apresenta composição florística proveniente do domínio Amazônico e que a influência das floras adjacentes confere maior diversidade ao sub-bosque não urbano. O estudo ocorreu nos municípios de São Luís (área urbana) e São José de Ribamar (área não urbana). Foram demarcadas 30 parcelas de 25m² e medidos os indivíduos lenhosos de até 2m de altura. Foram calculados todos os parâmetros fitossociológicos. Analisou-se as diferenças na riqueza, densidade e diversidade entre as áreas pelo teste Mann Whitney, escalonamento multidimensional não métrico e o teste t de Hutcheson. A similaridade florística foi realizada por uma matriz binária das espécies e uma análise de cluster gerada a partir do índice de Jaccard. Na seleção de espécies típicas de cada área foi empregada a Análise de Espécies Indicadoras. Foram identificadas 100 espécies na área não urbana e 58 espécies na área urbana. A riqueza e diversidade foram significativamente maiores na área não urbana. As espécies indicadoras para floresta não urbana foram *Faramea nítida* e *Ocotea glomerata* e para a floresta urbana foram *Rourea induta*, *Protium heptaphyllum* e *Randia armata*. Na similaridade, observou-se maior influência do domínio amazônico, com a presença de espécies do Cerrado. Porém, estudos edáficos podem confirmar com maior precisão o caráter ecotonal das áreas estudadas.

Palavras-chave: áreas de transição, cerrado, floresta amazônica, fitossociologia, similaridade

INTRODUÇÃO

Em florestas maduras e conservadas, a vegetação do sub-bosque possui espécies tolerantes à sombra, com interações tróficas especializadas que contribuem para a diversidade da floresta (Hart e Chen 2006). Em ambientes perturbados, ou que sofreram algum distúrbio antrópico, apresentam uma perda de diversidade no sub-bosque, afetando a regeneração do dossel e a distribuição de nutrientes do solo (Benitez-Malvido e Martínez-Ramo 2003).

A fragmentação e perda de habitat são apontadas como ameaças à biodiversidade por reduzirem significativamente a cobertura vegetal dos ecossistemas florestais no mundo, principalmente os que estão localizados em áreas urbanas (Ribeiro et al. 2015). Esses fragmentos geralmente variam quanto ao tamanho do território, grau de urbanização no entorno e formas de uso do solo, podendo induzir impactos nas comunidades vegetais, como a alteração nos padrões de migração e dispersão, redução do habitat e recursos das espécies (Porter et al. 2001; Sonnier et al. 2020;).

As comunidades vegetais que estão em ambientes urbanos tendem a apresentar mudanças na sua diversidade e estrutura, tanto pela introdução de espécies invasoras, que competem por recursos com as espécies nativas, quanto pela substituição de espécies emergentes do dossel por espécies nativas pioneiras (devido ao desmatamento, por exemplo) (Tabarelli et al. 2012). Desse modo, os parâmetros estruturais das plantas em áreas urbanas tendem a ser alterados, onde a taxa de regeneração diminui à medida que aumenta o grau de urbanização e a sucessão é caracterizada por espécies exóticas e ruderais (Guerra et al. 2017).

Áreas ecotonais possuem uma dinâmica vegetacional sensível às alterações no ambiente, o que pode alterar sua composição florística e associar novas espécies indicadoras à estrutura do ecótono (Bergamin 2010). Dessa forma, a flora de áreas ecotonais pode ser influenciada pela urbanização, que favorece o estabelecimento de espécies mais generalistas, não dependendo, necessariamente, de matrizes próximas para sua propagação (Pinheiro e Monteiro 2008).

Ainda assim, fragmentos florestais de áreas de transição que sofrem com a perturbação antrópica podem manter a heterogeneidade florística remanescente, representando os domínios adjacentes, destacando a importância da conservação de fragmentos ecotonais (Pinheiro e Monteiro 2008).

A maioria dos estudos que investigam as influências biogeográficas de áreas de transição é voltada para espécies arbóreas (Maracahipes et al. 2015; Polisel 2011; Pinheiro e Monteiro 2008). No entanto, os estudos fitossociológicos de sub-bosque podem contribuir para compreender o padrão de distribuição das espécies desse estrato (Polisel 2011), além de fornecer dados como indicador ambiental sobre o arranjo estrutural e riqueza dos fragmentos (Mendes et al. 2013).

Estudar a dinâmica estrutural das espécies de sub-bosque em áreas urbanas permite compreender os impactos da urbanização causados na biodiversidade vegetal da floresta, pois o sub-bosque é fundamental para o bom funcionamento dos ecossistemas florestais (Colmanetti et al. 2015).

Portanto, conhecer a diversidade do sub-bosque em áreas ecotonais urbanas e não urbanas no Maranhão, as espécies indicadoras desses ambientes e compreender a influência domínios adjacentes (Amazônia/Cerrado) sobre esse estrato pode contribuir para uma melhor avaliação e para a indicação de áreas prioritárias para conservação. Além disso, diferenciar o arranjo estrutural do estrato de sub-bosque entre as áreas é importante para observar como está a comunidade vegetal em relação à urbanização em seu entorno.

O estudo testou as seguintes hipóteses: (1) O sub-bosque da floresta ecotonal não urbana apresenta composição florística proveniente do domínio Amazônico; (2) A influência de floras adjacentes confere menor diversidade à vegetação de sub-bosque da floresta ecotonal urbana, tanto na composição quanto na abundância das espécies.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Maranhão possui extensão territorial com 331.937,450 km² e 512,3 km² de área urbana. O estado situa-se entre três macrorregiões brasileiras: Norte, Nordeste e Centro-Oeste, caracterizando-o como uma região ecotonal, onde se observa uma heterogeneidade florística e estrutural da vegetação (IMESC 2008).

As formações vegetais sofrem a influência de diferentes domínios, apresentando características de vegetação amazônica na região oeste, vegetação de cerrado distribuindo-se da região sul a região nordeste do

Estado; dunas, restinga e manguezal no litoral, com manchas de caatinga na porção leste e os campos inundáveis na região central (IBGE 2016).

A porção ocidental do Maranhão está inserida na Amazônia Legal Brasileira com uma biodiversidade vegetal com características amazônicas, que alguns pesquisadores consideram como Pré-Amazônia (Silva Junior et al. 2020). Desse modo, a floresta Amazônica Maranhense tem como principais características árvores com copas diminutas e aumento de raízes, árvores concentradas nas classes de altura de 3 a 19 m e um sub-bosque de difícil penetração (Araújo et al. 2011).

Já o Cerrado maranhense ocorre desde a região sul e se estende até o nordeste do Estado, ocupando aproximadamente 40% do território. Apesar da heterogeneidade e diversidade florística, o Cerrado sofre com a superexploração dos recursos e o desmatamento para a agropecuária, o que ameaça a biodiversidade desse domínio fitogeográfico (Silva et al. 2008).

O estudo foi realizado em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta situados em áreas de transição na Ilha do Maranhão (IBGE 2021). O clima para os fragmentos de acordo com a classificação de Alvares (2013) é do tipo Aw, com duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa de janeiro a junho e uma seca de julho a dezembro. A precipitação anual varia de 1.250 a 2.000 mm e a temperatura média é de 28° C, variando entre a mínima de 26° C e a máxima de 33°C (INMET 2019).

O primeiro fragmento foi o Sítio Santa Eulália (2°31'04''S e 44°16'30''W), localizado no município de São Luís- MA (Fig. 1). O Sítio Santa Eulália é uma área que compreende floresta com influência urbana e manguezal (IBGE 2021). Em 1990 este fragmento sofreu com a supressão da sua vegetação, loteamento e pavimentação da área loteada, e posteriormente abandono para construção de um conjunto habitacional que não seguiu adiante (Sousa 2018). Em 2012, foi construída uma estrada asfaltada, conhecida como via expressa, ligando o centro aos bairros periféricos da cidade de São Luís, o que aumentou a fragmentação do Sítio Santa Eulália, que atualmente compreende uma área vegetada de aproximadamente 167 ha (Silva et al. 2022, Sousa 2018).

Dessa forma, esta área foi considerada uma área urbana por apresentar em seu entorno aglomerados residenciais, comerciais ou industriais, estradas e rodovias, além de sofrer impactos antrópicos (Guerra et al. 2017).

O segundo fragmento foi o Sítio Aguahy ($02^{\circ}38'47''$ S $44^{\circ}09'05''$ W), localizado no município de São José de Ribamar-MA, e compreende uma área de 400 ha com cobertura de vegetação, combinando espécies que ocorrem na floresta Amazônica, Cerrado, Manguezal e Restinga. Localizado na zona rural do município (Fig. 1). O Sítio Aguahy está inserido na área de propriedade da Companhia Farmacêutica Quercegen Agronegócios Ltda. e está a 16 km da zona urbana do município de São José de Ribamar, sendo considerada uma área não urbana (rural) por possuir em seu entorno vegetação em diferentes estágios de sucessão (Guerra et al. 2017).

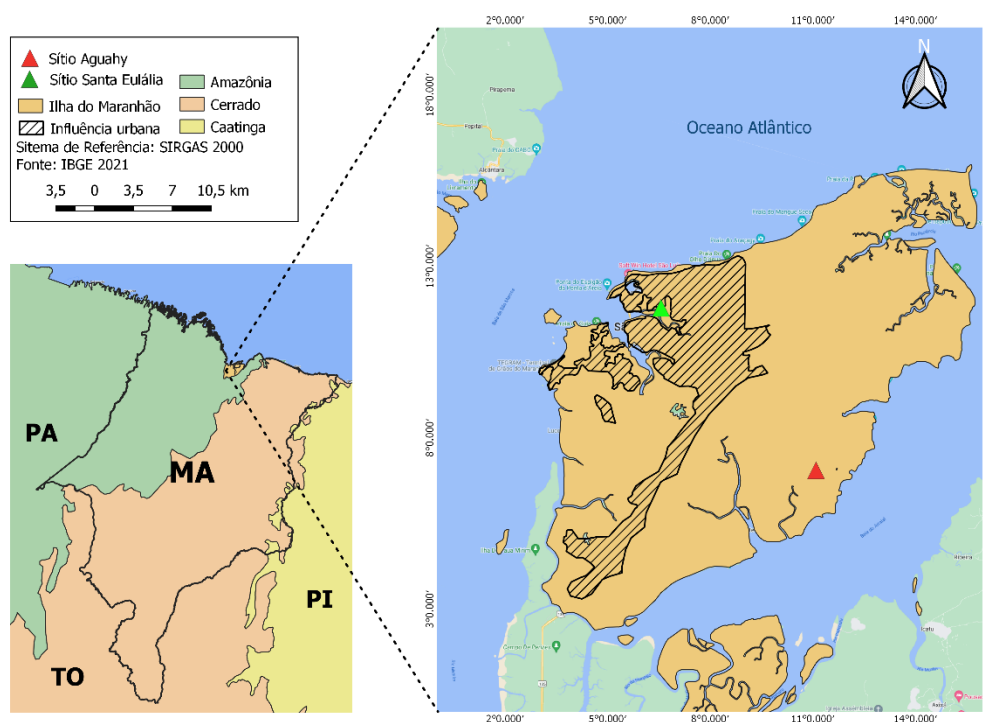


Fig. 1 Mapa da Ilha do Maranhão, com a localização do Sítio Santa Eulália (área urbana), no município de São Luís, e do Sítio Aguahy (área não urbana), no município de São José de Ribamar

Coleta de dados

Para amostragem, foram demarcadas aleatoriamente, em cada área, 30 parcelas de 25m², distantes 10m entre si e 30m da borda, de acordo com o tamanho de cada fragmento (Rigueira et al. 2012). Para que este trabalho fosse restrito ao estrato lenhoso, foram medidos altura e diâmetro somente os indivíduos lenhosos jovens do dossel e os indivíduos arbustivos de até 2 m de altura (Santos et al. 2018); para isso foi adotado um

critério de amostragem mais abrangente, no qual foram medidos, com o paquímetro, todos os indivíduos à altura do solo com o menor diâmetro possível, como descrito por Gomes et al. (2009).

A coleta do material botânico seguiu a metodologia indicada por Peixoto e Maia (2013). As espécies foram identificadas a partir de bibliografia especializada (Ribeiro et al. 1999; Alves et al. 2013; Gonçalves e Lorenzi 2011), com auxílio de especialistas e por comparação do material depositado nos herbários virtuais Re flora (Flora do Brasil 2020) e *Specieslink* e no acervo do Herbário do Maranhão (MAR) da Universidade Federal do Maranhão. Quando as plantas não puderam ser identificadas até epíteto específico, morfoespécies foram atribuídas. As angiospermas foram listadas seguindo o sistema de classificação do APG IV (2016). A verificação da grafia das espécies e dos autores, assim como o hábito de crescimento, foram realizados através do banco de dados do Flora do Brasil 2020.

Análise de dados

A partir dos dados obtidos foram analisados os parâmetros de densidade (absoluta e relativa), frequência (absoluta e relativa), valor de Importância (VI), valor de Cobertura (VC), Índice de Shannon (H') e Índice de Pielou (J'), todos calculados utilizando-se o FITOPAC 2.1.

A distribuição hipsométrica da comunidade foi avaliada a partir dos histogramas construídos com os dados de altura das espécies registradas. A distribuição diamétrica da comunidade foi avaliada a partir dos histogramas construídos com os dados dos indivíduos amostrados, no qual as classes de diâmetro foram estabelecidas com amplitude de 1 cm.

Primeiramente, todas as variáveis foram submetidas a um teste de Shapiro - Wilk (teste W) para testar a normalidade. Para verificar a diferença na riqueza média de espécies entre as 30 parcelas da área não urbanizada e da área urbanizada foi utilizado o teste não paramétrico de Mann Witney. Na comparação dos índices de diversidade de Shannon-Weaver entre as áreas foi utilizado o teste t de Hutcheson (Zar 1999). Para verificar se existe diferença na densidade da composição florística entre as áreas foi realizada o escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) a partir de dados de densidade de cada espécie por parcela em ambas as áreas, onde foi gerada uma matriz de similaridade de Bray-Curtis (Santos et al. 2007). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o R Studio versão 1.3.1.

Para a similaridade entre as florestas ecotonais do Maranhão e os domínios adjacentes foi elaborada uma matriz de presença e ausência e calculado o índice de similaridade de Jaccard, para análise de agrupamentos pelas médias não-ponderadas (UPGMA) e para o escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) a partir do pacote *vegan* para o R versão 3.4.1 (Magurran 2004). A matriz binária foi realizada a partir da seleção de artigos, capítulos de livros e dissertações em diferentes formações florestais de Amazônia e de Cerrado*¹ no qual foram incluídas todas as espécies listadas identificadas até epíteto específico. Para verificação da grafia das espécies e dos autores foi utilizado o pacote *flora* para o R versão 3.4.1 (Carvalho 2020).

Para identificar espécies típicas da área urbana e não urbana, foi empregada a Análise de Espécies Indicadoras proposta por Dufrene e Legendre (1997), a partir do pacote *labdsv* para o R versão 3.4.1 (Roberts 2013). Esta análise estima a fidelidade e a exclusividade de cada espécie em um determinado ambiente, combinando os dados de densidade relativa de uma espécie com a frequência de ocorrência relativa no grupo de áreas obtendo, deste modo, o valor de indicação (*Indicator value*– IV) de cada espécie, além da significância estatística para cada um dos IV usando o processo de randomização descrito por Dufrene e Legendre (1997).

RESULTADOS

No total, foram coletados 11.246 indivíduos nas 60 parcelas amostradas, sendo identificados 158 táxons, distribuídos nas áreas do seguinte modo: 5.748 indivíduos, 100 espécies na área não urbana, com 64 (64%) exclusivas desse habitat e 5.498 indivíduos, 58 espécies na área urbana, sendo 22 (37,9%) exclusivas desse habitat.

Na área não urbana, Sítio Aguahy, foram identificadas 100 espécies, 67 gêneros e 34 famílias. Do total de espécies, até o momento, 16 foram identificadas até gênero, cinco foram identificadas até família e oito ficaram indeterminadas (Tabela 1). Na área urbana, Sítio Santa Eulália, foram identificadas 58 espécies, 44 gêneros e 25 famílias. Do total de espécies, três foram identificadas até família e quatro ficaram indeterminadas (Tabela 1).

¹ * Tabela com lista dos artigos utilizados para a similaridade no Anexo 1

Tabela 1: Lista das espécies do estrato de sub-bosque das áreas urbana e não urbana e seus respectivos parâmetros fitossociológicos. UR= Floresta Urbana; NUR= Floresta Não Urbana; N = Número de Indivíduos; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência Relativa; DoA= Dominância Absoluta; VI = Valor de Importância. Arv= árvore; Arb= arbusto; Lia= liana; Pal= palmeira; Sub= subarbusto. AM= Amazônia; CA= Caatinga; CE= Cerrado; MA= Mata Atlântica; PA= Pampas; PT= Pantanal.

Espécies	Florestas	Famílias	Hábitos	Domínios	N	DR	FR	DoA	VI (%)	N	DR	FR	DoA	VI (%)
<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby	UR	Fabaceae	Arv	AM	1	0,02	0,18	0	0,07	-	-	-	-	-
<i>Actinostemon conceptionis</i> (Chodat & Hassl.) Hochr.	NUR	Fabaceae	Sub	CE, MA	-	-	-	-	-	39	0,68	1,09	0,01	0,72
<i>Adenocalymma</i> sp.	NUR	Bignoniaceae	Lia	-	-	-	-	-	-	206	3,59	2,54	0,05	2,83
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook. F.	UR	Opiliaceae	Arv	AM, CA, CE, MA, PT	32	0,58	1,45	0,02	0,72	-	-	-	-	-
<i>Amasonia arborea</i> Kunth	UR, NUR	Lamiaceae	Sub	AM, CE	3	0,05	0,55	0	0,20	25	0,44	1,21	0	0,61
<i>Anemopaegma parkeri</i> Sprague	UR, NUR	Bignoniaceae	Lia	AM, CE	172	3,13	2,55	0,63	3,57	291	5,07	3,62	0,05	3,59
<i>Anaxagorea</i> sp.	NUR	Annonaceae	Arv	-	-	-	-	-	-	33	0,57	0,85	0,01	0,66
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	UR, NUR	Arecaceae	Pal	AM, CE	30	0,55	1,45	0,42	1,79	17	0,3	1,09	0,03	0,85
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	UR, NUR	Arecaceae	Pal	AM, CE	25	0,45	0,91	0,12	0,77	20	0,35	1,69	0,03	1,19
<i>Bauhinia dubia</i> G. Don	UR, NUR	Fabaceae	Sub	AM, CE	99	1,8	3,27	0,51	3,06	86	1,5	2,54	0,03	1,81
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	NUR	Fabaceae	Arb	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	-	-	-	4	0,07	0,36	0	0,14
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	NUR	Calophyllaceae	Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	62	1,08	1,09	0,02	0,95
<i>Calycolpus goetheanus</i> (Mart. ex DC.) O. Berg	UR, NUR	Myrtaceae	Arv	AM, CE	145	2,64	2,18	0,49	2,94	55	0,96	0,85	0,05	1,36
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	UR, NUR	Myrtaceae	Arv	AM, CA, MA	29	0,53	2	0,19	1,37	17	0,3	0,24	0	0,22
<i>Casearia javitensis</i> Kunth	UR, NUR	Salicaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	55	1	2,91	0,16	1,74	1	0,02	0,12	0	0,05

<i>Chiococca nitida</i> Benth.	NUR	Rubiaceae	Arb, Sub	AM, MA	-	-	-	-	-	10	0,17	0,72	0	0,31
<i>Chloroleucon</i> sp.	UR	Fabaceae	Arb, Arv	-	3	0,05	0,36	0,04	0,24	-	-	-	-	-
<i>Cissus erosa</i> Rich	UR	Vitaceae	Arb, Lia	AM, CA, CE, MA, PT	2	0,04	0,36	0	0,13	-	-	-	-	-
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	NUR	Polygonaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	1	0,02	0,12	0	0,05
<i>Connarus favosus</i> Planch.	UR, NUR	Connaraceae	Arb	AM, CA	5	0,09	0,36	0,02	0,19	84	1,46	2,66	0,01	1,53
<i>Cordia aff. nodosa</i> Lam.	NUR	Boraginaceae	Arb	AM, MA	-	-	-	-	-	115	2	2,42	0,03	1,98
<i>Cordia myrciifolia</i> (K.Schum.) C. H. Perss. & Delprete	NUR	Rubiaceae	Arb	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	148	2,58	1,33	0,03	1,83
<i>Croton cajucara</i> Benth.	NUR	Euphorbiaceae	Arb	AM	-	-	-	-	-	1	0,02	0,12	0	0,06
<i>Cupania diphylla</i> Vahl	UR, NUR	Sapindaceae	Arv	AM, CE	25	0,45	1,27	0	0,58	49	0,85	1,09	0,01	0,77
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	UR	Capparaceae	Arb	AM, CA, CE, MA, PT	2	0,04	0,36	0	0,13	-	-	-	-	-
<i>Dalbergia cff. cearensis</i> Ducke	NUR	Fabaceae	Arv	CA	-	-	-	-	-	44	0,77	1,33	0,01	0,85
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	NUR	Fabaceae	Arv	CE	-	-	-	-	-	62	1,08	2,05	0,05	1,76
<i>Duguetia echinophora</i> R. E. Fr.	UR, NUR	Annonaceae	Arv	AM, CE	172	3,13	1,82	0,13	2,00	39	0,68	0,24	0,01	0,39
<i>Dulacia candida</i> (Poepp.) Kuntze	NUR	Olacaceae	Arb, Arv	AM	-	-	-	-	-	2	0,03	0,24	0	0,11
<i>Dulacia guianensis</i> (Engl.) Kuntze	NUR	Olacaceae	Arb, Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	21	0,37	0,6	0,11	2,01
<i>Ephedranthus pisocarpus</i> R. E. Fr.	UR, NUR	Annonaceae	Arv	AM, CA	259	4,71	1,64	0,03	2,21	452	7,87	3,5	0,04	4,38
<i>Erythroxylum passerinum</i> Mart.	NUR	Erythroxylaceae	Arb, Arv	MA	-	-	-	-	-	47	0,82	0,97	0,01	0,75
<i>Erythroxylum</i> sp.	NUR	Erythroxylaceae	Arb, Arv	-	-	-	-	-	-	134	2,33	2,05	0,03	1,88
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	UR	Lecythidaceae	Arv	AM, MA	134	2,44	2,91	0,93	4,29	-	-	-	-	-
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	UR, NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE	274	4,98	4,91	0,44	4,49	64	1,11	1,45	0,01	1,01
<i>Eugenia caducibracteata</i> Mazine	NUR	Myrtaceae	Arv	AM	-	-	-	-	-	68	1,18	1,33	0,18	3,59
<i>Eugenia densiracemosa</i> Mazine & Faria	NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	221	3,85	1,21	0,02	2,04
<i>Eugenia flavescens</i> DC.	NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	49	0,85	1,21	0	0,74

<i>Eugenia protenta</i> McVaugh	UR	Myrtaceae	Arv	AM	42	0,76	2	0,53	2,35	-	-	-	-	-
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	UR, NUR	Myrtaceae	Arb, Sub	AM, CA, CE, MA, PT	4	0,07	0,55	0,19	0,73	72	1,25	0,85	0,03	1,20
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	UR, NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	73	1,33	3,09	0,06	1,63	80	1,39	1,69	0,02	1,40
<i>Faramea bracteata</i> Benth.	NUR	Rubiaceae	Arb	AM, CE	-	-	-	-	-	31	0,54	0,6	0,01	0,55
<i>Faramea nitida</i> Benth.	UR, NUR	Rubiaceae	Arb	AM, CA, CE, MA	17	0,31	1,09	0,05	0,60	549	9,56	3,5	0,33	9,39
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	UR	Nyctaginaceae	-	-	13	0,24	1,27	0	0,51	-	-	-	-	-
<i>Guapira</i> sp.	NUR	Nyctaginaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	2	0,03	0,24	0	0,16
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	NUR	Malvaceae	Arv	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	-	-	-	-	9	0,16	0,36	0	0,18
<i>Helicteres pentandra</i> L.	NUR	Malvaceae	Arb, Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	3	0,05	0,36	0	0,15
<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	NUR	Apocynaceae	Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	53	0,92	0,97	0,01	0,80
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	UR	Apocynaceae	Arv	AM, CA, CE	2	0,04	0,36	0,13	0,49	-	-	-	-	-
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	UR, NUR	Chrysobalanaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	38	0,69	2,18	0,01	0,97	22	0,38	0,72	0,01	0,50
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	NUR	Fabaceae	Arv	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	-	-	-	13	0,23	0,85	0	0,43
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	UR, NUR	Fabaceae	Arv	AM	15	0,27	0,91	0	0,41	49	0,85	1,69	0,02	1,08
<i>Hymenopus reticulatus</i> (Prance) Sothers & Prance	NUR	Chrysobalanaceae	Arv	AM	-	-	-	-	-	2	0,03	0,12	0	0,08
Indeterminada 1	UR	-	-	-	5	0,09	0,91	0	0,33	-	-	-	-	-
Indeterminada 2	UR	-	-	-	1	0,02	0,18	0	0,07	-	-	-	-	-
Indeterminada 3	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	0,12	0	0,05
Indeterminada 4	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,14	0,36	0	0,17
Indeterminada 5	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,14	0,48	0,01	0,29
Indeterminada 6	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	67	1,17	0,6	0	0,63
Indeterminada 7	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	23	0,4	0,36	0,01	0,34

Indeterminada 8	UR, NUR	-	-	-	3	0,05	0,55	0	0,21	98	1,71	1,69	0,02	1,41
Indeterminada 9	NUR	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,03	0,12	0	0,05
Indeterminada 10	UR, NUR	-	-	-	8	0,15	0,36	0	0,18	7	0,12	0,36	0	0,19
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	NUR	Fabaceae	Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	9	0,16	0,48	0	0,28
<i>Inga</i> sp.1	NUR	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	6	0,1	0,24	0	0,13
<i>Inga</i> sp.2	NUR	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	74	1,29	1,81	0,03	1,44
<i>Justicia</i> sp.	NUR	Acanthaceae	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	0,12	0	0,05
<i>Kielmeyra</i> sp.	NUR	Calophyllaceae	-	-	-	-	-	-	-	21	0,37	0,85	0,01	0,51
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S. A. Mori	UR, NUR	Lecythidaceae	Arv	AM, MA	1	0,02	0,12	0	0,05	1	0,02	0,12	0	0,05
<i>Luehea</i> sp.	NUR	Malvaceae	-	-	-	-	-	-	-	3	0,05	0,24	0	0,12
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	UR	Moraceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA, PA, PT	1	0,02	0,18	0	0,07	-	-	-	-	-
<i>Mandevilla hirsuta</i> (A. Rich.) K. Schum.	UR	Apocynaceae	Lia	AM, CA, CE, MA	436	7,93	2	0,09	3,54	-	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i> L.	UR, NUR	Anacardiaceae	Arv	-	13	0,24	0,18	0	0,14	308	5,36	3,02	0,04	3,40
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	NUR	Sapotaceae	Arb, Arv	AM, CE	-	-	-	-	-	65	1,13	1,57	0,02	1,27
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	UR	Sapindaceae	Arb, Arv	AM, CE, MA, PT	46	0,84	2,55	0,14	1,52	-	-	-	-	-
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	NUR	Melastomataceae	-	-	-	-	-	-	-	2	0,03	0,12	0	0,05
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	UR, NUR	Chrysobalanaceae	Arv	MA	141	2,56	3,45	1,74	6,68	43	0,75	0,97	0,01	0,75
Morfoespécie 1	NUR	Bignoniaceae	-	-	-	-	-	-	-	2	0,03	0,24	0	0,10
Morfoespécie 2	NUR	Bignoniaceae	-	-	-	-	-	-	-	13	0,23	0,36	0	0,24
Morfoespécie 3	NUR	Bignoniaceae	-	-	-	-	-	-	-	2	0,03	0,12	0	0,06
Morfoespécie 4	NUR	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	3	0,05	0,12	0	0,06
Morfoespécie 5	UR	Malvaceae	-	-	3	0,05	0,36	0	0,14	-	-	-	-	-
Morfoespécie 6	UR	Moraceae	-	-	10	0,18	0,55	0	0,25	-	-	-	-	-
Morfoespécie 7	UR	Rutaceae	-	-	4	0,07	0,73	0	0,27	-	-	-	-	-
Morfoespécie 8	NUR	Polygonaceae	-	-	-	-	-	-	-	10	0,17	0,24	0	0,15

<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	NUR	Melastomataceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA, PT	-	-	-	-	-	73	1,27	1,21	0,02	1,13
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	UR, NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CE, MA	40	0,73	1,64	0,08	1,01	261	4,54	2,54	0,44	8,93
<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.	UR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM	97	1,76	3,09	0,31	2,44	-	-	-	-	-
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	UR	Myrtaceae	Arb, Arv, Sub	AM, CA, CE, MA, PT	3	0,05	0,36	0,01	0,17	-	-	-	-	-
<i>Myrcia selloi</i> (Spreng.) N. Silveira	UR	Myrtaceae	Arb, Arv	CE, MA, PA	54	0,98	3,09	0,16	1,79	-	-	-	-	-
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	UR, NUR	Myrtaceae	Arv	AM, CA, CE, MA, PT	94	1,71	2	0,03	1,32	2	0,03	0,24	0	0,09
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	NUR	Myrtaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	57	0,99	0,24	0,01	0,55
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	NUR	Myrtaceae	Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	2	0,03	0,24	0	0,11
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O. Berg	UR, NUR	Myrtaceae	Arv	AM, CA, CE, MA	46	0,84	2,36	0,31	1,90	67	1,17	1,45	0,02	1,16
<i>Nectandra</i> sp.	NUR	Lauraceae	-	-	-	-	-	-	-	9	0,16	0,72	0	0,34
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	UR, NUR	Lauraceae	Arv	AM, CA, CE, MA	16	0,29	1,27	0,03	0,59	211	3,67	2,9	0,07	3,19
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	NUR	Ochnaceae	Arv	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	30	0,52	1,09	0	0,59
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	UR, NUR	Ochnaceae	Arv	CE	127	2,31	4,18	0,37	3,15	14	0,24	0,48	0	0,27
<i>Ouratea</i> sp.	UR, NUR	Ochnaceae	-	-	391	7,11	4,36	0,19	4,34	189	3,29	2,54	0,02	2,23
<i>Palicourea colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete & J. H. Kirkbr.	NUR	Rubiaceae	Arb	AM, CA, CE, MA	-	-	-	-	-	19	0,33	0,36	0	0,25
<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> (Schult.) Borhidi	NUR	Rubiaceae	Arb	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	-	-	-	-	73	1,27	0,85	0,02	0,97
<i>Palicourea</i> sp.	NUR	Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	3	0,05	0,24	0	0,10
<i>Paullinia</i> sp.	UR, NUR	Sapindaceae	-	-	12	0,22	1,45	0	0,57	115	2	1,69	0,02	1,46

<i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf ex Wardlew.	NUR	Rutaceae	Arv	AM, CA	-	-	-	-	-	-	140	2,44	1,81	0,03	1,85
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	NUR	Piperaceae	Arb	AM, CA, CE, MA, PA, PT	-	-	-	-	-	-	7	0,12	0,36	0	0,21
<i>Pleonotoma orientalis</i> Sandwith	NUR	Bignoniaceae	Lia	AM, CE	-	-	-	-	-	-	68	1,18	1,57	0,01	1,01
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	UR, NUR	Burseraceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	1187	21,59	5,45	2,2	14,94	89	1,55	2,54	0,01	1,49	
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk	UR, NUR	Sapindaceae	Arb, Arv	AM, MA	288	5,24	2,91	0,2	3,26	21	0,37	0,97	0,01	0,58	
<i>Quiina</i> sp.	NUR	Quiinaceae	Arb	-	-	-	-	-	-	28	0,49	0,85	0,03	0,89	
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	UR, NUR	Rubiaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	362	6,58	4,73	1,25	7,14	31	0,54	1,57	0,01	0,81	
<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze	NUR	Violaceae	Arv	AM	-	-	-	-	-	9	0,16	0,36	0	0,19	
<i>Rourea induta</i> Planch.	UR, NUR	Connaraceae	Arb, Arv	CE	419	7,62	5,45	0,1	4,62	16	0,28	1,33	0	0,55	
<i>Serjania salzmanniana</i> Schltldl.	NUR	Sapindaceae	Lia	AM, CE, MA	-	-	-	-	-	2	0,03	0,24	0	0,09	
<i>Simarouba</i> sp.	NUR	Simaroubaceae	-	-	-	-	-	-	-	31	0,54	0,85	0,01	0,62	
<i>Swartzia arumateuana</i> (R. S. Cowan) Torke & Mansano	NUR	Fabaceae	Arv	AM	-	-	-	-	-	13	0,23	0,48	0	0,28	
<i>Syagrus cocooides</i> Mart.	NUR	Arecaceae	Pal	AM, CE	-	-	-	-	-	8	0,14	0,72	0,04	0,85	
<i>Tabebuia</i> sp.	UR, NUR	Bignoniaceae	Arv	-	4	0,07	0,55	0,05	0,33	7	0,12	0,36	0	0,17	
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	NUR	Apocynaceae	Arb	AM, CE, MA	-	-	-	-	-	10	0,17	0,24	0	0,14	
<i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.	UR	Rubiaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	3	0,05	0,36	0	0,14	-	-	-	-	-	
<i>Trema</i> sp.	UR	Cannabaceae	Arb, Arv	-	10	0,18	1,45	0,01	0,57	-	-	-	-	-	
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	UR, NUR	Hypericaceae	Arb, Arv	AM, CA, CE, MA	2	0,04	0,18	0	0,07	6	0,1	0,24	0	0,12	
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	NUR	Annonaceae	Arb, Arv	AM, CE, MA	-	-	-	-	-	4	0,07	0,12	0	0,07	

De acordo com a curva de rarefação, a partir da parcela 26 houve uma tendência à estabilização, indicando que o tamanho amostral foi suficiente para caracterizar o arranjo estrutural das espécies do sub-bosque em ambas as áreas (Fig. 2).

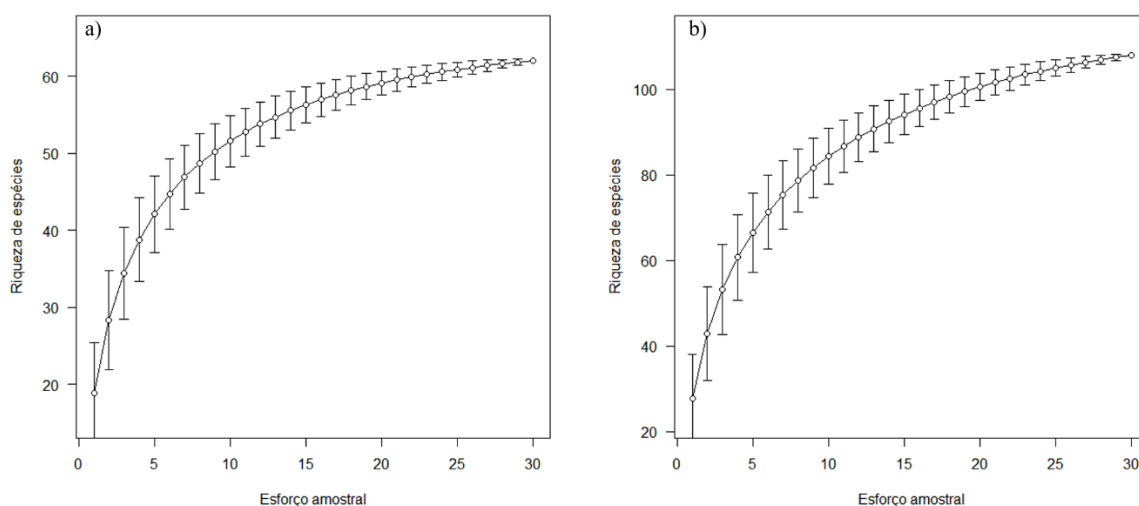


Fig. 2 Curvas de rarefação de espécies observadas em 30 parcelas de cada área amostrada: a) área urbana, Sítio Santa Eulália, São Luís, MA; b) área não urbana, Sítio Aguahy, São José de Ribamar, MA

Para a floresta não urbana as famílias com maior valor de importância (VI) foram Lauraceae (17%), Myrtaceae (14,8%), Rubiaceae (10,3%), Bignoniaceae (6,25%) e Annonaceae (5%). As famílias com maior VI para floresta urbana foram Burseraceae (15,8%), Myrtaceae (15,7%), Lecythidaceae (8,5%), Rubiaceae (8,3%) e Chrysobalanaceae (7,9%).

As espécies com maior VI na floresta não urbana foram *Faramea nitida*, *Myrcia amazonica*, *Ephedranthus pisocarpus*, *Anemopaegma parkeri*, *Eugenia caducibracteata*, *Mangifera indica*, *Ocotea glomerata*, *Adenocalymma* sp. *Ouratea* sp., *Eugenia densiracemosa*, *Dulacia guianensis*, *Cordia* aff. *nodosa*, *Erythroxylum* sp. e *Pilocarpus microphyllus* representando 51,1% do VI da floresta não urbana. E as espécies com maior VI na floresta urbana foram *Protium heptaphyllum*, *Randia armata*, *Moquilea tomentosa*, *Rourea induta*, *Eugenia biflora*, *Ouratea* sp., *Eschweilera ovata* e *Anemopaegma parkeri*.

Essas espécies juntas alcançam 50% do valor de importância, o que demonstra que um conjunto de poucas espécies domina a área.

No Sítio Aguahy a altura média dos indivíduos amostrados foi de 38 cm. Já no Sítio Santa Eulália, a altura média foi de 28 cm, formando um estrato menos denso. Quanto a distribuição hipsométrica, a classe com maior número de indivíduos em ambas as áreas foi a de menor valor (2 a 22 cm e 22-42 cm), concentrando os indivíduos juvenis de espécies do dossel (Fig. 3). *Myrciaria tenella* e *Syagrus cocoides* alcançaram a maior altura (2 m) na área não urbana. Já na área urbana, as espécies com maiores alturas foram *Protium heptaphyllum* e *Randia armata*, ambos com 1,9m.

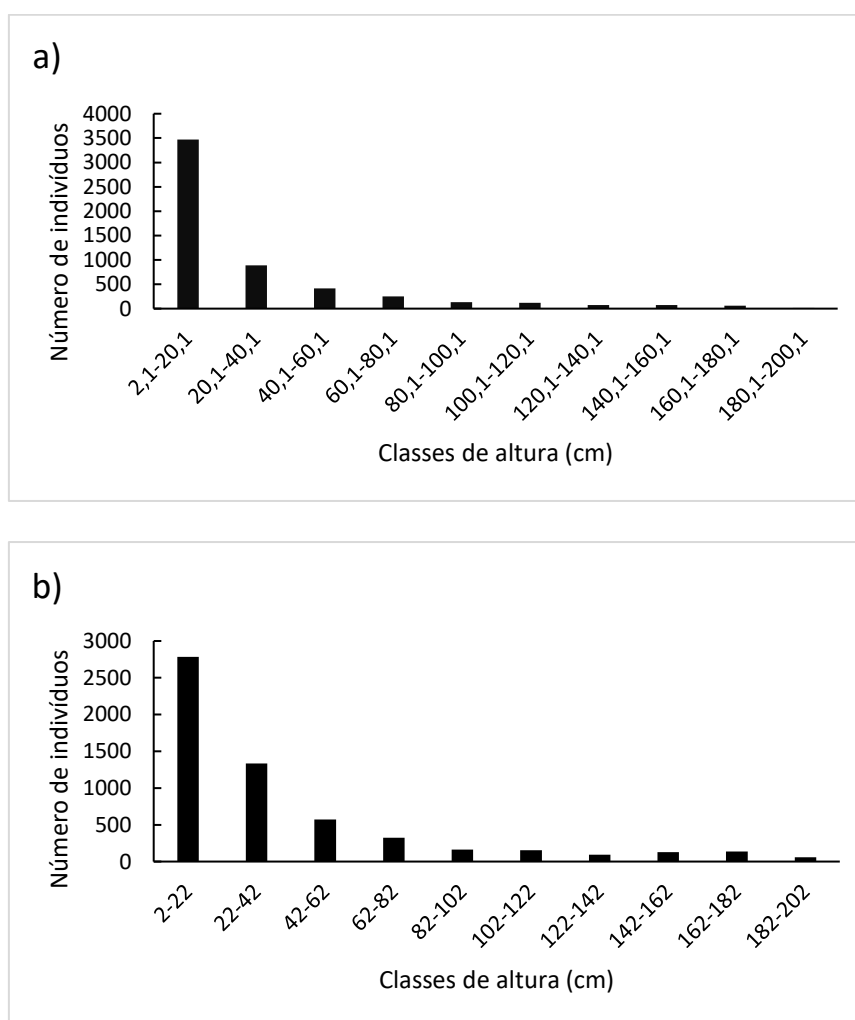


Fig. 3: Distribuição dos indivíduos por classes de altura das espécies amostradas em cada área: a) área urbana, Sítio Santa Eulália, São Luís, MA; b) área não urbana, Sítio Aguahy, São José de Ribamar, MA.

Em ambas as áreas, curvas de distribuição diamétrica foram unimodais, com as classes de menores diâmetros (0,1-1; 1,1-2; 2,1-3 cm) concentrando a maioria dos indivíduos, destacando que poucos indivíduos foram registrados nas classes diamétricas seguintes (Fig. 4). Na floresta não urbana, as espécies que apresentaram maiores diâmetros foram *Myrcia amazonica* (18,9 cm) e *Eugenia caducibracteata* (8,5 cm). E na floresta urbana a espécie com maior diâmetro foi *Randia armata* (16 cm).

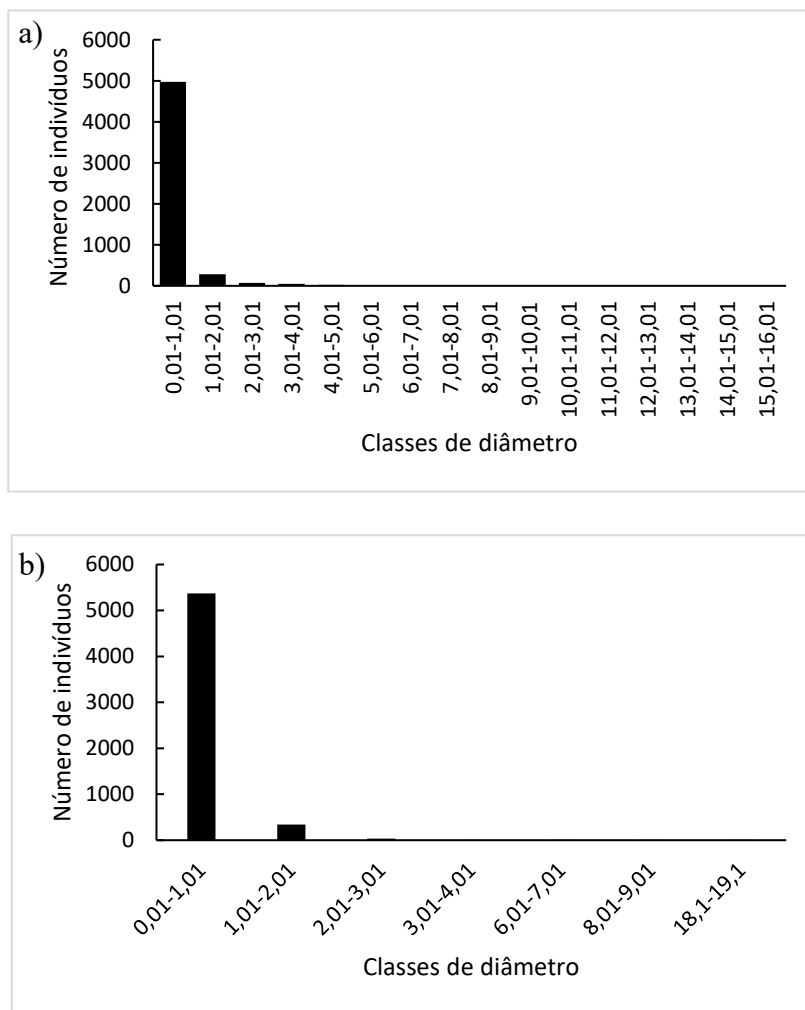


Fig. 4 Distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro das espécies amostradas em cada área: a) área urbana, Sítio Santa Eulália, São Luís, MA; b) área não urbana, Sítio Aguahy, São José de Ribamar, MA.

Das espécies amostradas para área não urbana, 38 são arbóreas, seguido pelos arbustos (15), subarbustos (3), lianas (2), e palmeiras (3). Para área urbana foram encontradas 30 espécies arbóreas, 16 arbustos, 2 subarbustos, 3 lianas e 2 palmeiras. Os indivíduos não identificados que não tiveram seu hábito de crescimento classificados em campo não foram incluídos nesta contagem.

A media da riqueza de espécies na área não urbana ($M_d = 23,5$) foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que a da área urbana ($M_d = 17,5$). Na área não urbana a riqueza variou entre 11 e 48 espécies por parcela, enquanto no ambiente urbano a variação na riqueza foi de 9 a 36 espécies por parcela. A diversidade da área não urbana (3,809 nats/índ.) foi significativamente maior ($t = -33.731$; $p < 0,05$) do que a diversidade da área urbana (3,008 nats/índ.). A equabilidade da área não urbana ($J' = 0,827$) mostrou-se mais heterogênea do que na área urbana ($J' = 0,741$).

A análise de NMDS evidenciou a existência de diferença na composição florística de cada espécie ocorrente nas duas áreas (urbana e não-urbana), verificando-se a formação consistente de dois grupos distintos: um que continha as parcelas da área urbana, porém com menor grau de agregação, onde foi possível observar o distanciamento das parcelas 16, 17, 18, 19 e 30, que estavam localizadas próximas à borda do fragmento (Fig. 5a); e outro grupo que incluiu as parcelas da área não urbana e que possui maior agregação (Fig. 5b). O nível de stress obtido foi próximo a zero (0,16), indicando a confiabilidade da ordenação espacial dos dados.

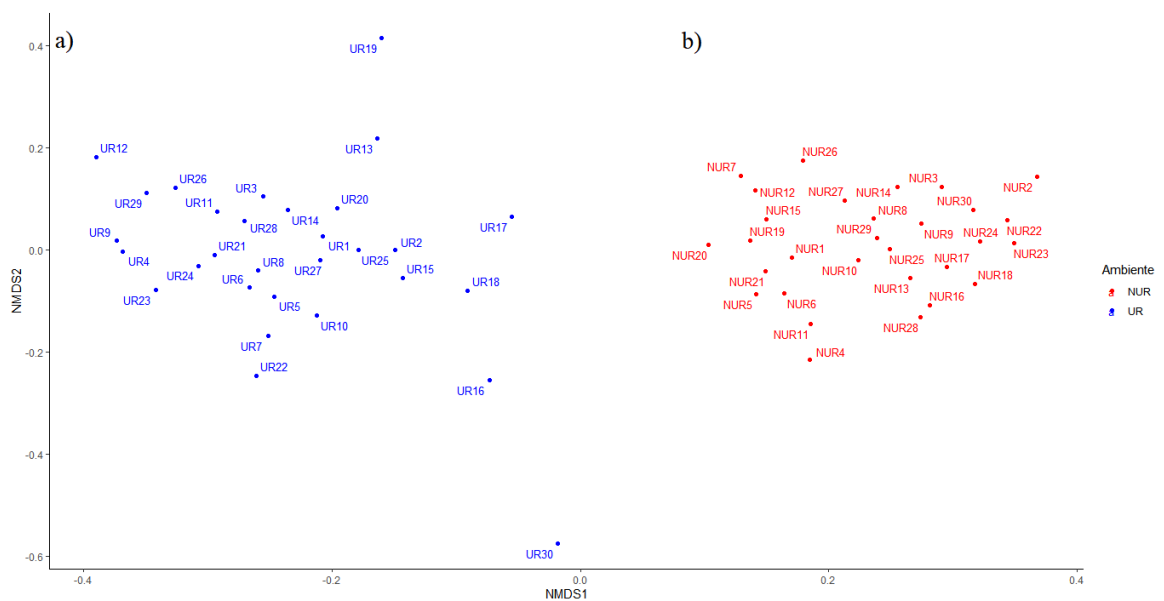


Fig. 5 NMDS evidenciando a diferença na composição florística e na densidade de cada espécie ocorrente na área urbana (5a) e não-urbana (5b).

A comparação florística entre as áreas amostradas e as regiões da Amazônia e Cerrado do Brasil apresentou baixa similaridade, com algumas localidades isoladas (Fig. 6). A correlação cofenética foi de 0,92, indicando um alto desempenho do agrupamento. Foram formados dois grupos distintos, o primeiro com as áreas Amazônicas, mais distantes entre si, e o segundo com as áreas de Cerrado mais agrupadas (Fig. 7). Cabe destacar que as áreas de Mirador (MA8 e MA10), Cerrado Maranhense, ficaram distantes das demais.

Apesar da heterogeneidade florística entre os tipos florestais, pode-se observar o agrupamento das áreas da Ilha do Maranhão (incluindo as do presente estudo) às áreas amazônicas (AP3, MA5, MT5, PA18 e PA16) e a áreas de transição AM-CE (MT9, RR1 e MT10) (Fig. 7).

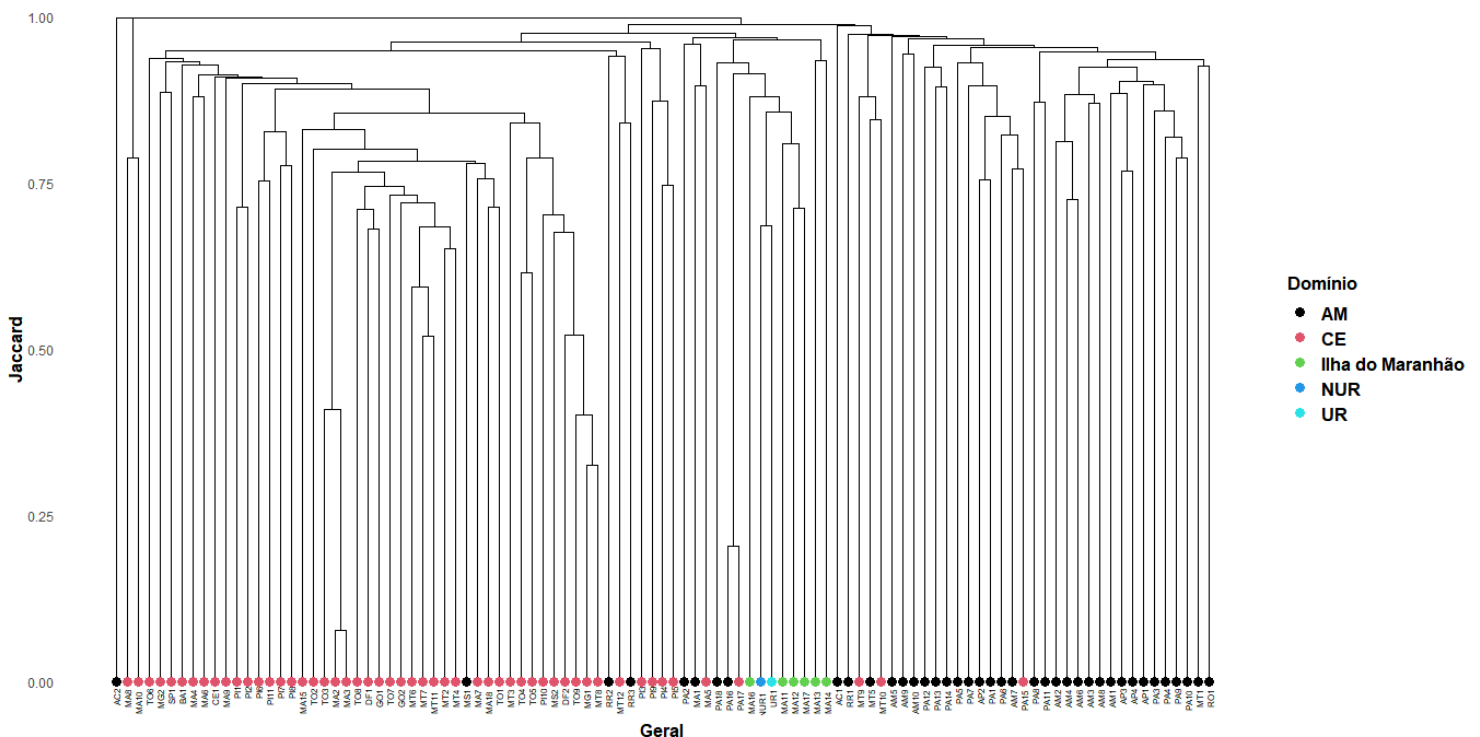


Fig. 6 Dendrograma de similaridade entre as florestas ecotonais urbana e não urbana (presente estudo) e outras áreas de Amazônia e Cerrado (Siglas de acordo com Tabela 3 no Anexo 1).



Fig. 7 Diagrama NMDS das 102 áreas amostrais localizadas entre as florestas ecotonais urbana e não urbana (presente estudo) e outras áreas de Amazônia e Cerrado (Siglas de acordo com Tabela 3 no Anexo 1).

Na análise de espécies indicadoras, a partir do valor de indicação, obteve-se uma listagem com seis espécies indicadoras para área não urbana e seis espécies consideradas típicas da área urbana (Tabela 2). Entre as espécies indicadas para floresta não urbana foram listadas *Faramea nitida* que apresentou o maior valor de indicação (IV^a), seguida por *Ocotea glomerata* e *Anaxagorea* sp. Para a floresta urbana destacam-se *Rourea induta*, *Protium heptaphyllum* e *Randia armata*, todas em ordem decrescente IV^a . Em ambos os ambientes, os dados da análise de espécies indicadoras corroboram com os dados estruturais, pois as espécies mais representativas em quantidade de indivíduos, cobertura e Valor de Importância (IVI) apresentaram os maiores valores de indicação.

Tabela 2. Espécies indicadoras do sub-bosque, com as respectivas famílias botânicas. Hábitat: NUR– floresta não urbana; UR – floresta urbana. IV^a: Valor de Indicação. a = Valores de significância para as espécies indicadoras, de acordo com as análises de Dufrêne e Legendre (1997).

ESPÉCIES INDICADORAS	FAMÍLIA	IV^a	HÁBITAT	P(valor)a
<i>Faramea nitida</i>	Rubiaceae	0.968	NUR	0.0002
<i>Ocotea glomerata</i>	Lauraceae	0.862	NUR	0.0002
<i>Anaxagorea</i> sp.	Annonaceae	0.850	NUR	0.0002
<i>Adenocalymma</i> sp.	Bignoniaceae	0.837	NUR	0.0002
<i>Cordia</i> aff. <i>nodosa</i>	Boraginaceae	0.816	NUR	0.0002
<i>Connarus favosus</i>	Connaraceae	0.814	NUR	0.0002
<i>Rourea induta</i>	Connaraceae	0.965	UR	0.0002
<i>Protium heptaphyllum</i>	Burseraceae	0.948	UR	0.0002
<i>Randia armata</i>	Rubiaceae	0.875	UR	0.0002
<i>Eugenia biflora</i>	Myrtaceae	0.832	UR	0.0002
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	0.825	UR	0.0002
<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0.811	UR	0.0004

DISCUSSÃO

Foi registrada a similaridade de espécies entre as florestas urbana e não urbana e a Amazônia. Todavia essa semelhança deve ser interpretada com cautela, pois o grupo formado pelas áreas da Ilha do Maranhão também se agrupa às áreas do Cerrado. Levando isso em consideração, o presente estudo sugere que: (1) Apesar da baixa similaridade, o sub-bosque das florestas ecotonais da Ilha do Maranhão possuem influência de ambos os domínios, mas a composição da flora amazônica apresenta maior registro nas áreas amostradas. (2) A floresta ecotonal urbana possui diferenças na diversidade, riqueza e densidade do sub-bosque em relação à floresta não urbana.

A Amazônia possui um mosaico com diferentes formações vegetais, podendo apresentar baixa similaridade entre as áreas florestais desse domínio, por possuírem em sua flora um número expressivo de espécies restritas; dependentes das condições específicas do ambiente de sua ocorrência. Isso pode resultar na alta distinção florística do domínio amazônico (Kunz et al. 2009).

As áreas de Cerrado no Maranhão também apresentam alta heterogeneidade florística, com a ocorrência de poucas espécies compartilhadas entre as comunidades e consequente baixa similaridade, devido aos padrões espaciais da região, que se assemelham ao Cerrado do Brasil Central (Silva et al. 2008; Costa-Coutinho et al. 2019).

A análise de similaridade evidenciou o gradiente encontrado para áreas de ecótono, com as áreas da Amazônia e do Cerrado distantes e com nenhuma similaridade. E com as florestas ecotonais urbana e não urbana sendo similares entre si, formando um grupo intermediário com as áreas de transição (Marimon et al. 2006). A maior influência amazônica no sub-bosque das florestas do estudo pode estar relacionada ao clima tropical úmido e o regime hidrológico do Maranhão, que compõem um ambiente com condições ótimas e favorecem a dispersão de espécies que são mais comuns em áreas amazônicas (Morandi et al. 2016).

A floresta amazônica no ecótono Amazônia-Cerrado é representada pela floresta seca, no qual a transição ocorre de maneira abrupta, sendo rara e restrita geograficamente (Marimon et al. 2013). No entanto, Marimon et al. (2006) já registraram, no Maranhão, a ocorrência de áreas com características transicionais graduais, como a presença de espécies indicadoras do ecótono AM-

CE e mistura dos táxons amazônicos e do Cerrado, mas os autores apenas analisaram a composição florística da área. Considerando que fatores edáficos, climáticos e topográficos possuem maior contribuição para a flora de zonas de transição (Oliveira et al. 2017), outros estudos são necessários para garantir a influência ecotonal na vegetação maranhense.

Dessa forma, as florestas urbana e não urbana do presente estudo apresentam influência da Amazônia e do Cerrado ainda que não estejam exatamente nas zonas de contato. Visto que áreas ecotonais podem ocorrer além da margem espacial dos domínios e continuar apresentando características ecológicas de transição (Costa-Coutinho et al. 2019).

As diferenças nas diversidades do sub-bosque podem estar relacionadas às perturbações ambientais causadas pela urbanização, já que as espécies do sub-bosque são mais sensíveis às mudanças associadas ao uso do solo, sendo afetadas principalmente as espécies que estão em crescimento para o dossel (Pennington et al. 2021). Além disso, essa diferença na diversidade pode estar relacionada ao tamanho das áreas estudadas, pois áreas florestais contínuas podem apresentar maior heterogeneidade de habitats e maior quantidade de microhabitats (Lima et al. 2015).

Os valores de diversidade e equabilidade para a floresta ecotonal não urbana apresentam-se acima da faixa dos valores encontrados em estudos de sub-bosque na Amazônia, que apresentaram os índices de $H' = 3,16$ e $J' = 0,62$ (Oliveira e Amaral 2005) e $H' = 3,09$ e $J' = 0,76$ (Narducci et al. 2020). Esses valores elevados de diversidade, além de indicar a estabilidade ecológica da floresta (Bordin et al. 2019), corroboram com o caráter transicional da floresta não urbana, pois ecótonos apresentam maior diversidade devido ao intercâmbio de espécies (Maracahipes et al. 2015; Françoso et al 2016).

Portanto, a redução da riqueza e diversidade do sub-bosque da área urbana reflete como a condição ambiental pode afetar florestas de transição (Morandi et al. 2016), influenciando o predomínio de espécies tolerantes às alterações do ambiente e aumentando a densidade dessas poucas espécies na comunidade (Braga e Jardim 2019).

Na floresta urbana, as espécies que registraram maior altura foram as mais representativas na estrutura do sub-bosque, o que indica o seu estabelecimento na área, corroborando com os

apontamentos de Mendes et al. (2013) que reforçou que os indivíduos estão distribuídos em todas as classes, sendo possível observar a concentração dos indivíduos nos primeiros grupos de altura, formando o J invertido.

A distribuição de altura em forma de J invertido também foi encontrada na floresta não urbana, inferindo-se que as espécies arbustivas, subarbustivas e lianas estão adaptadas às condições do sub-bosque, no qual o recrutamento dos indivíduos juvenis de árvores do dossel ocorre de forma contínua (Meira Neto e Martins 2003).

Quanto à distribuição diamétrica, a concentração de indivíduos com baixos valores de diâmetro indica que o conjunto de espécies do sub-bosque do presente estudo está em sua maioria representado por indivíduos jovens, caracterizando a regeneração natural das árvores dossel em ambas as áreas (Machado 2017).

O padrão de distribuição diamétrico e hipsométrico encontrado indica que o processo de regeneração da comunidade vegetal é contínuo. O que confirma a característica resiliente de áreas de transição, tendo em vista que apesar das diferenças na estrutura das florestas, o sub-bosque da área urbana consegue manter uma boa reprodução de frutos e recrutamento contínuo (Elias et al., 2013). Desse modo, a riqueza de espécies arbóreas jovens registrada sugere a sucessão rápida dos outros estratos na floresta, pois espécies arbóreas em desenvolvimento presentes no sub-bosque são indicadoras da regeneração de árvores matrizes (Soares, 2006).

Em ambas as áreas, o hábito predominante é o arbustivo. Os arbustos são caracterizados como residentes do sub-bosque por estarem nesse estrato em todo seu ciclo de vida, sendo as suas taxas de mortalidade e recrutamento essenciais para a manutenção do equilíbrio dinâmico de um sub-bosque maduro (Porto 2008; Colmanetti et al. 2015).

Em ambos fragmentos florestais, poucas espécies apresentam alta densidade e concentram dominância no sub-bosque, enquanto a maioria possui poucos indivíduos nas áreas. Na floresta não urbana, o padrão de espécies com baixa densidade é semelhante ao encontrado para a vegetação amazônica, pois o espaçamento dos indivíduos atua como um mecanismo de defesa contra predadores (Oliveira e Amaral 2005).

Já a dominância de poucas espécies no sub-bosque da floresta urbana pode estar relacionada a alterações nas condições ambientais, como aumento da disponibilidade de luz, mudanças do microclima e distribuição heterogênea dos nutrientes do solo, que propiciam o crescimento da população de plantas tolerantes a ambientes perturbados, em detrimento da diminuição de outras espécies (Tabarelli et al. 2012; Santana et al. 2019).

As famílias que apresentaram maior VI para floresta não urbana (Annonaceae, Bignoniaceae e Lauraceae), e para floresta urbana (Burseraceae, Chrysobalanaceae e Lecythidaceae) também foram mencionadas nos estudos realizados no sub-bosque amazônico (Salomão et al. 2002; Oliveira e Amaral 2005; Mendes et al. 2013; Condé e Tonini 2013; Carim et al. 2015; Andrade et al. 2017), o que pode indicar a influência da vegetação amazônica nos fragmentos do Maranhão (Costa e Almeida Jr. 2020).

As espécies de maior VI para floresta não urbana (*F. nitida*, *M. amazonica* e *E. pisocarpus*) contribuem para o sombreamento, recrutamento da floresta (Krause 2008; Santos e Alves 2012) e para a manutenção de interações ecológicas, como a atração de dispersores mamíferos maiores (Gressler et al. 2006).

Para área urbana, as espécies de maior VI (*P. heptaphyllum*, *R. armata*, *R. induta*) são características de ambientes em regeneração, onde se desenvolvem em áreas com alta incidência de luminosidade e agregam seus indivíduos, aumentando sua densidade (Silva 2012; Paulus 2005; Diniz e Franceschinelli 2014).

Cabe destacar que o maior número de indivíduos de *P. heptaphyllum* refletiu a equabilidade da área urbana, indicando que houve uma dominância do sub-bosque por esta espécie. Nas áreas urbanas, onde há um alto grau de perturbação antrópica as espécies pioneiras e tolerantes ao stress podem ser favorecidas. Enquanto em florestas não urbanas são mantidas as espécies tolerantes à sombra e de crescimento antigo (Ranta e Viljanen 2011; Tabarelli et al. 2012).

Na floresta não urbana a principal espécie indicadora (*Faramea nitida*) é uma espécie frequentemente encontrada no sub-bosque que depende de vetores bióticos para sua polinização

e dispersão (zoocoria), compondo interações necessárias para manutenção da biodiversidade e das redes ecológicas nas florestas tropicais (Silva et al. 2021).

Ocotea glomerata também é frequentemente encontrada no sub-bosque, mas representando a regeneração da floresta, por ser uma árvore do dossel que possui alta capacidade reprodutiva. Além disso, apresenta diversas relações ecológicas com diferentes estratos da floresta (por exemplo, enquanto forófito de epífitas), contribuindo para a manutenção de ambientes conservados (Quaresma e Jardim 2017).

As principais espécies indicadoras para floresta urbana (*Rourea induta* e *Protium heptaphyllum*) são frequentemente inventariadas em estudos florísticos e fitossociológicos de fragmentos urbanos no Maranhão (Almeida Jr. et al. 2021) e em outros fragmentos de cerrado perturbados (Morais et al. 2011). Assim, os resultados encontrados para análise de espécies indicadoras ressaltam as diferenças encontradas na riqueza, diversidade e equabilidade de florestas urbana e não urbana.

Diante dos dados apresentados, pode-se perceber uma maior influência do domínio amazônico em ambas as áreas, com a presença de espécies do Cerrado, e diferenças na riqueza e diversidade entre a floresta ecotonal urbana e não urbana. Assim, as áreas do presente estudo possuem influência ecotonal gradual, no entanto são necessários estudos complementares (edáficos, climáticos e topográficos) e uma maior amostragem da comunidade vegetal no Maranhão para determinar as zonas de transição no Estado.

Apesar da redução da riqueza e diversidade da floresta urbana, ambas áreas dos sub-bosques apresentaram alta diversidade em comparação a outras regiões amazônicas. Desse modo, frente ao desmatamento e fragmentação das florestas no Maranhão, os remanescentes florestais apresentam substituição e perda de espécies, mas ainda podem representar uma parcela da vegetação original, sendo necessárias ações efetivas para restauração e conservação desses fragmentos e de sua diversidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida à primeira autora. À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro para realização do projeto. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (finance code 001). Ao Batalhão de Operações Policiais Especiais (BOPE) em nome do Coronel Araújo e Major Rodrigues que nos possibilitou trabalhar no Sítio Santa Eulália. Ao Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) e ao Laboratório de Florística Ecossistemas Costeiros (LAFLEC) por todo o auxílio para a execução da pesquisa; ao Herbário do Maranhão (MAR) pelo acesso a coleção. A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Universidade Federal do Maranhão (UFMA) pela infraestrutura que possibilitou a execução desta pesquisa.

Anexo 1

Tabela 3: Lista de estudos utilizados para a análise de similaridade e suas respectivas siglas

Estado	Áreas	Siglas	Nº de espécies	Referência
	AMAZÔNIA			
Acre	Cruzeiro do Sul	AC1	18	Oliveira et al. (2015)
Acre	Rio Branco	AC2	34	Santos et al. (2018)
Amazonas	Carauari	AM1	95	Lima et al. (2012)
Amazonas	Manaus	AM2	273	Oliveira e Amaral (2005)
Amazonas	Manaus	AM3	99	Sliva et al. (2008)
Amazonas	Manaus	AM4	201	Oliveira e Amaral (2004)
Amazonas	Manaus	AM5	115	Scudeller et al. (2009)
Amazonas	Manaus	AM6	205	Oliveira et al. (2008)
Amazonas	Marajó	AM7	154	Almeida et al. (2004)
Amazonas	São Sebastião	AM8	129	Amaral et al. (2000)
Amazonas	Tefé	AM9	70	Rodrigues (2007)
Amazonas	Tupe	AM10	123	Scudeller e Souza (2009)
Amapá	Calçoene	AP1	75	Santos et al. (2017)
Amapá	Macapá	AP2	64	Queiroz et al. (2005)
Amapá	Reserva do Rio Cajari	AP3	71	Freitas et al. (2018)
Amapá	Reserva do Rio Cajari	AP4	78	Freitas et al. (2017)
Maranhão	Buriticupu	MA1	71	Muniz (2008)
Mato Grosso do Sul	Aquidauana	MS1	82	Fina e Monteiro (2013)
Mato Grosso	Apicás	MT1	119	Claudino et al. (2015)
Mato Grosso	Gaúcha do Norte	MT5	202	Ivanauskas et al. (2004)
Pará	Afuá	PA1	58	Gama et al. (2002)
Pará	Altamira	PA2	84	Rodrigues et al. (2019)
Pará	Balterra	PA3	100	Gualberto et al. (2014)
Pará	Belém	PA4	336	Lau et al. (2020)
Pará	Belém	PA5	52	Lau e Jardim (2013)
Pará	Belém	PA6	61	Braga et al. (2015)
Pará	Belém	PA7	40	Martorano et al. (2019)
Pará	Carajás	PA8	53	Ribeiro et al. (1999)
Pará	Floresta Nacional Tapajós	PA9	150	Gonçalves e Santos (2008)
Pará	Marituba	PA10	143	Santana et al. (2004)
Pará	Moju	PA11	54	Mendes et al. (2013)
Pará	Oriximiná	PA12	27	Lima-Filho et al. (2004)
Pará	Paragominas	PA13	45	Nascimento et al. (2021)
Pará	Peixe Boi	PA14	29	Salomão et al. (2002)

Pará	Vigia de Nazaré	PA16	65	Campos et al. (2021)
Pará	Viseu	PA18	58	Santos et al. (2003)
Rondônia	Pimenta Bueno	RO1	268	Miranda (2000)
Roraima	Boa vista	RR1	43	Santos et al. (2013)
Roraima	Boa vista	RR2	37	Oliveira et al. (2019)
Roraima	Cantá	RR3	19	Barbosa e Ferreira (2004)
CERRADO				
Bahia	Jaborandi	BA1	44	Cerqueira et al. (2017)
Ceará	Barbalha	CE1	47	Costa et al. (2004)
Distrito Federal	Brasília	DF1	51	Amaral et al. (2006)
Distrito Federal	Brasília	DF2	31	Solórzano et al. (2012)
Goiás	Caldas Novas	GO1	69	Lopes et al. (2011)
Goiás	Serra Dourada	GO2	54	Miranda e Silva Jr. (2019)
Maranhão	Carolina	MA2	50	Medeiros e Walter (2012)
Maranhão	Carolina	MA3	50	Medeiros et al. (2008)
Maranhão	Caxias	MA4	30	Reis e Conceição (2010)
Maranhão	Codó	MA5	112	Gama et al. (2007)
Maranhão	Edison Lobão	MA6	45	Soares et al. (2010)
Maranhão	Mirador	MA7	93	Conceição e Castro (2009)
Maranhão	Mirador	MA8	31	Silva et al. (2021)
Maranhão	Mirador	MA9	73	Rodrigues e Conceição (2014)
Maranhão	Mirador	MA10	26	Silva et al. (2020)
Maranhão	Urbano Santos	MA15	42	Silva et al. (2008)
Maranhão	Rio Parnaíba	MA18	102	Sampaio et al. (2018)
Minas Gerais	Paracatu	MG1	35	Solórzano et al. (2012)
Minas Gerais	Bom Despacho	MG2	40	Saporetto Jr. et al. (2003)
Mato Grosso do Sul	Dois irmãos do buriti	MS2	17	Solórzano et al. (2012)
Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	MT2	45	Misturini et al. (2001)
Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	MT3	22	Ferreira e Pasa (2014)
Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	MT4	99	Finger e Finger (2015)
Mato Grosso	Nova Canãa	MT6	60	Pessoa et al. (2021)
Mato Grosso	Nova Xavantina	MT7	84	Maracahipes et al. (2011)
Mato Grosso	Parque Estadual do Araguaia	MT8	37	Solórzano et al. (2012)
Mato Grosso	Querência	MT9	29	Kunz et al. (2008)

Mato Grosso	Retiro Pau Brasil	MT10	76	Mews et al. (2011)
Mato Grosso	Ribeirão Cascalheira	MT11	111	Maracahipes et al. (2015)
Mato Grosso	Ribeirão Cascalheira	MT12	32	Pessoa et al. (2021)
Pará	Santa Barbara	PA15	63	Santos e Jardim (2006)
Pará	Vigia de Nazaré	PA17	59	Campos e Jardins (2020)
Piauí	Baixa Grande do Ribeiro	PI1	24	Cerqueira et al. (2016)
Piauí	Baixa Grande do Ribeiro	PI2	77	Lopes (2016)
Piauí	Batalha	PI3	28	Amaral et al. (2012)
Piauí	Bom Jesus	PI4	37	Macedo et al. (2019)
Piauí	Bom Jesus	PI5	57	Silva et al. (2015)
Piauí	Brasileira	PI6	75	Mesquita (2003)
Piauí	Buriti dos Lopes	PI7	31	Silva et al. (2018)
Piauí	Campo Maior	PI8	62	Farias e Castro (2004)
Piauí	Milton Brandão	PI9	33	Andrade et al. (2019)
Piauí	Parque Nacional de sete cidades	PI10	21	Solórzano et al. (2012)
Piauí	Parque Nacional de sete cidades	PI11	57	Matos e Felfili (2010)
São Paulo	Assis	SP1	100	Zanelli (2013)
Tocantins	Divinópolis do Tocantins, Mateiros, Monte do Carmo e Santa Rita do Tocantins	TO1	127	Aguiar et al. (2021)
Tocantins	Dureré	TO2	40	Silva-Neto et al. (2016)
Tocantins	Filadélfia	TO3	51	Medeiros e Walter (2012)
Tocantins	Gurupi	TO4	34	Ferreira et al. (2015)
Tocantins	Gurupi	TO5	21	Santos et al. (2017)
Tocantins	Lagoa da Confusão	TO6	46	Brito et al. (2008)
Tocantins	Natividade	TO7	44	Lemos et al. (2013)
Tocantins	Palmas	TO8	51	Lemos et al. (2013)
Tocantins	Rio da Conceição	TO9	24	Solórzano et al. (2012)
ILHA DO MARANHÃO				
Maranhão	São Luís	MA11	116	Costa e Almeida Jr. (2020)
Maranhão	São Luís	MA12	106	Almeida Jr. et al. (2021)
Maranhão	São Luís	MA13	28	Mendes et al. (2015)
Maranhão	São Luís	MA14	37	Muniz et al. (1994)
Maranhão	São José de Ribamar	MA16	81	Serra et al. (2016)
Maranhão	São Luís	MA17	86	Silva et al. (2022)
Maranhão	São José de Ribamar	NUR	103	Presente estudo
Maranhão	São Luís	UR	58	Presente estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU YKL, SANTOS JD (2017) Florística, fitossociologia e distribuição diamétrica em um remanescente de Cerrado sensu stricto, Brasil. *Espacios*. 38:13.

AGUIAR BAC, SILVA MVC, FERREIRA BG, VARAVALLO MA, MOURA TM, SANTOS AF, RAMOS YA, SOUZA PB (2021) Similaridade florística de remanescentes de Cerrado da região Norte, Amazônia Legal. *Pubvet.* 15:1-8, <http://dx.doi.org/10.31533/pubvet.v15n03a771.1-8>.

ALMEIDA SS, AMARAL DD, SILVA ASL (2004) Análise florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico. *Acta Amazon.* 34:513 – 524.

ALMEIDA JUNIOR EB, AMORIM IFF, PIRES CS, SOUZA HL, RABELO TO, SANTOS SM, AMORIM GS, RÊGP MMC (2021) Estudo florístico no Parque Estadual do Sítio do Rangedor, um fragmento florestal urbano em São Luís, Maranhão, Brasil. *Biodiversidade.* 20:133-156.

ALVARES CA, STAPE JL, SENTELHAS PC, GONÇALVES JLM, SPAROVEK G (2013) Koppens climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Alemanha. Meteorol.* 22:711–728.

ALVES MCJL, LIMA PB, LIMA LF, ZICKEL CS (2013) Descrição morfológica para identificação das plântulas de nove espécies lenhosas de uma floresta de restinga. *Biota Neotrop.* 13: 374-383.

AMARAL GC, ALVES AR, OLIVEIRA TM, ALMEIDA KNS, FARIAS SGG, BOTREL RT (2012) Estudo florístico e fitossociológico em uma área de transição Cerrado-Caatinga no município de Batalha-PI. *Sci. Plena.* 8.

AMARAL IL, MATOS FDA, LIMA J (2000) Composição florística e parâmetro estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no Rio Tucumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazon.* 30:377-377.

AMARAL AG, PEREIRA FFO, MUNHOZ CBR (2006) Fitossociologia de uma área de cerrado rupestre na Fazenda Sucupira, Brasília-DF. *Cerne.* 12:350-359.

ANDRADE FN, LOPES JB, BARROS RFM, LOPES CGR, SOUSA HS (2019) Composição florística e estrutural de uma área de transição entre cerrado e caatinga em assentamento rural no município de Milton Brandão-PI. *Brasil. Sci. For.* 47:203-215.

ANDRADE RT, PANSINI S, SAMPAIO AF, RIBEIRO MS, CABRASL GS, MANZATTO AG (2017) Fitossociologia de uma floresta de terra firme na Amazônia Sul-Occidental, Rondônia, Brasil. *Biota Amazônia.* 7:36-43.

APG IV (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *J. Linn. Soc., Bot.* 181:1-20.

ARAÚJO EP, LOPES JR, CARVALHO FILHO R (2011) Aspectos socioeconômicos e de evolução do desmatamento na Amazônia Maranhense. In: *Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação* (Martins MB, Oliveira TG eds.). Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. pp35-46.

BARBOSA RI, FERREIRA CA (2004) Biomassa acima do solo de um ecossistema de “campina” em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. *Acta Amazon.* 34:577 – 586.

BENÍTEZ-MALVIDO J, MARTÍNEZ-RAMOS M (2003) Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Biol. Conserv.* 17: 389-400.

BERGAMIN RS (2010) Especificidade de espécies arbóreas no sudeste da Mata Atlântica e padrões de diversidade em florestas com Araucária. Instituto de Biociências. Porto Alegre. 82p.

BORDIN KM, FERREIRA LD, ROSINA A, MALACARNE M, ZANOTELLI P, ADAMI SF, VENDRUSCOLO GS (2019) Community structure and tree diversity in a subtropical forest in southern Brazil. *Biota Neotrop.* 19:2-11. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0606>.

BRAGA EO, JARDIM MAG (2019) Florística estrutura e formas de vida do estrato inferior de uma floresta ombrófila densa aluvial, Pará, Brasil. *Cienc. Florest.* 29:1048-1059. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821834>.

BRAGA EO, SILVA JAF, PANTOJA MV, JARDIM MAG (2015) Florística, estrutura fitossociológica e formas de vida do estrato inferior em uma floresta de várzea Amazônica. *Biota Amazônica.* 5:59-65.

BRITO ER, MARTINS SV, OLIVEIRA-FILHO ATD, SILVA E, SILVA AFD (2008) Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de Campo Sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. *Acta Amazon.* 38:379-386.

CARVALHO G (2020) Tools for Interacting with the Brazilian Flora 2020. In: Package: flora, version: 0.3.5. <http://www.github.com/gustavobio/flora>.

CAMPOS ACS, COSTA-NETO SV, JARDIM MAG (2021). Florística, estrutura e formas de vida da regeneração de uma savana amazônica, Pará, Brasil. *Rev. Bras. Geogr. Fís.* 14:2550-2572.

CARIM MJV, GUIMARÃES JRS, TOSTES LCL, TAKIYAMA LR, WITTMANN F (2015) Composition, structure and floristic diversity in dense rain forest in the Eastern Amazon, Amapá, Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 37:419. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v37i4.27536>.

CAMPOS ACS, JARDIM MAG (2020) Composição florística da regeneração de um trecho de savana na Amazônia Oriental. Brasil. *Rev. Bras. Geogr. Fís.* 13:2777-2787.

CERQUEIRA CL, LISBOA GDS, STEPKA T, FRANÇA LDJ, FONSECA NC, COSTA IRD, ARAÚJO FSD, LIMA-VERDE LW (2004) Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 18: 759-770.

CLAUDINO W, RODRIGUES L, LOPES CRA, CABRAL FF (2015) Análise fitossociológica da vegetação na região do arco do desmatamento. *Biol. Ciênc. Agra.* 13: 43-52.

CONCEIÇÃO GM, CASTRO AAJF (2009). Fitossociologia de uma área de cerrado marginal, Parque Estadual do Mirador, Mirador, Maranhão. *Sci. plena.* 5:1-16.

- CONDÉ TM, TONINI H (2013) Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazon.* 43:247 – 260.
- COLMANETTI MAA, SHIRASUNA RT, BARBOSA LM (2015) Flora vascular não arbórea de um reflorestamento implantado com espécies nativas. *Hoehnea.* 42: 725-735.
- COSTA LBS, ALMEIDA JR, EB (2020) Checklist da flora fanerogâmica e mapeamento das áreas de fragmentos florestais urbanos em São Luís, Maranhão, Rev. Equador (UFPI). 9:26 – 39.
- COSTA-COUTINHO JM, JARDIM MA, CASTRO A A.JF, VIANA-JUNIOR AB (2020) Conexões biogeográficas de savanas brasileiras: partição da diversidade marginal e disjunta e conservação do trópico ecotonal setentrional em um hotspot de biodiversidade. *Rev. Bras. Geogr. Fís.* 12:2406-2427. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.7.p2407-2427>.
- DINIZ VSS, FRANCESCHINELLI EV (2014) Estrutura populacional e brotamento de três espécies nativas do cerrado em diferentes regimes de queimadas. *Rev. Biol. Trop.* 11: 107-115.
- DUFRENE M, LEGENDRE P (1997) Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecol. Monogr.* 67:345-366.
- ELIAS F, SCHWANTES BM, GOMES L, FORSTHOFER M, ABREU MF, REIS SA, LENZA E, FRANCAZAK DD, MARIMON-JUNIOR BH (2013) Resiliência de um cerrado submetido a perturbações intermediárias na transição Cerrado-Amazônia. *Biotemas.* 26: 49-61. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p49>.
- FARIAS RRS, CASTRO AAJF (2004) Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Bot. Bras.*18:949-963.
- FERREIRA ALS, PASA MC (2014) Estudo fitossociológico de Vegetação de Cerrado: Chapada dos Guimarães-MT, Brasil. *FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica.* 1:43-57.
- FINGER Z, FINGER FA (2015) Fitossociologia em comunidades arbóreas remanescentes de Cerrado sensu stricto no Brasil Central. *Revista Floresta.* 45:769-780.
- FINA BG, MONTEIRO R (2013) Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de cerrado Sensu stricto, município de Aquidauana-Mato Grosso do Sul. *Revista Árvore.*37:577-585.
- FRANÇOZO RD, HAIDAR RF, MACHADO R (2016) Tree species of South America central savanna: endemism, marginal areas and the relationship with other biomes. *Acta Bot. Bras.* 30:78–86. <https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0244>.
- FREITAS D, CASTRO AAJF, ALENCAR NL, FARIAS RRS (2018) Diagnóstico fitossociológico e uso da vegetação de um cerrado ecotonal da região setentrional do Piauí. *Rev. Geogr. Acad.*12:76-92.

FREITAS JL, LIMA RB, JUNIOR FDOC, CASTRO CANTUÁRIA P, MEDEIROS TD S, SANTOS ES (2018) Composição florística arbórea em reserva extrativista no Amapá. *Rev. em Agronegocio Meio Ambiente*.11:277-300.

FREITAS JL, SILVA RBL, SANTOS AC, CRUS JUNIOR FO, SANTOS ES, SARDINHA MA (2017) Análise fitossociológica de fragmentos florestais da reserva extrativista do Rio Cajari, norte da Amazônia. *Rev. Bras. Geogr. Fís*.10:1875-1888.

GAMA JRV, BOTELHO SA, BENTES-GAMA MM (2002) Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Revista Árvore*.26:559-566.

GAMA JRV, SOUZA AL, CALEGÁRIO N, LANA GC (2007) Fitossociologia de duas fitocenoses de floresta ombrófila aberta no município de Codó, Estado do Maranhão. *Revista Árvore*.31:465-477.

GOMES JS, SILVA ACBL, RODAL MJN, SILVA HCH (2009) Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*. 60:293-310.

GONÇALVES EG, LORENZI H (2011) *Morfologia Vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. 2 ed., São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.

GONÇALVES FG, SANTOS JR (2008) Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Acta Amazon*. 38:229 -244.

GRESSLER E, PIZO MA, MORELLATO LPC (2006) Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev Bras Bot*. 29:509-530.

GUALBERTO MLC, SILVA RRB, GAMA JRV, SANTOS VD (2014) Fitossociologia e potencial de espécies arbóreas. *Rev. Agroecossist*. 6:42-57.

GUERRA TNF, ARAUJO EL, SAMPAIO EVSB, FERRAZ EMN (2017) Urban or rural areas: which types of surrounding land use induce stronger edge effects on the functional traits of tropical forests plants? *Appl. Veg. Sci*. 20:538-548.

HART SA, CHEN HY (2006) Understory vegetation dynamics of North American boreal forests. *Crit. Rev. Plant Sci*.25:381-397.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) *Manual técnico da vegetação brasileira*. Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 275p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) Banco de informações ambientais. [online] <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>.

IMESC- Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (2008) *Perfil do Maranhão 2006/2007*. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, São Luís. 1:1-197.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (2019) (Acessado em: 08/01/2022). [online]www.inmet.gov.br.

IVANAUSKAS NM, MONTEIRO R, RODRIGUES RR (2004) Composição florística de trechos florestais na borda sul-amazônica. *Acta Amazon.* 34:399 – 413.

JARDIM DG, JARDIM MAG, QUARESMA AC, COSTA NETO SV (2016) Fatores Edáficos e as Variações Florísticas da Regeneração Natural em Duas Formações Florestais. *Biota Amazônia.*6:66-72.

KUNZ SH, IVANAUSKAS NM, MARTINS SV, SILVA E, STEFANELLO D (2009) Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Rev Bras Bot.* 32:725–36. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400011>.

LAU AV, JARDIM MAG (2013) Florística e Estrutura da Comunidade Arbórea em uma Floresta de Várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará. *Biota Amazônia.* 3: 88-93. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n2p88-93>.

LEITE VR, LOPES TS, PEREIRA OJ (2007) Florística do ecótono floresta de Restinga e Mata Atlântica de Tabuleiro no município de Serra (ES). *Rev Bras Biocienc.* 5:483-485.

LEMOS HL, PINTO JRR, MEWS HA, LENZA E (2013) Structure and floristic relationships between Cerrado sensu stricto sites on two types of substrate in northern Cerrado, Brazil. *Biota Neotrop.*13:121-132.

LIMA FILHO, REVILLA J, AMARAL IL, MATOS FD, COELHO, LS, RAMOS, GB, GUEDES JO (2004) Aspectos florísticos de 13 hectares da área de Cachoeira Porteira-PA. *Acta Amazon.*34:415 – 423.

LIMA RAF, RANDO JG, BARRETO KD (2015) Composição e diversidade no Cerrado do leste de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Árvore.*39:9-24.

MACEDO WS, SILVA LS, ALVES AR, MARTINS AR (2019) Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. *Sci. Plena.*15:1-11. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2019.010201>.

MACHADO S (2017) Projeção da Estrutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. *Floresta e Ambient.* 24:2-10.

MAGURRAN AE (2004) *Measuring biological diversity.* Blackwell Science. Oxford. 256 p

MARACAHIPES L, LENZA E, MARIMON BS, OLIVEIRA EA, PINTO JRR, MARIMON JUNIOR BH (2011) Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotrop.*11:133-141.

MARACAHIPES SL, LENZA E, SANTOS JO, MARIMON BS, EISENLOHR PV, MARIMON JUNIOR BH, FELDPAUSCH TR (2015) Diversity, floristic composition, and structure of the woody vegetation of the Cerrado in the Cerrado–Amazon transition zone in Mato Grosso, Brazil. *Rev. Bras. Bot.* 38:877-887.

MARIMON BS, LIMA ES, DUARTE TG, CHIEREGATTO LC, RATTER JA (2006) Observations on the vegetation of northeastern Mato Grosso, Brazil. Iv. An analysis of the Cerrado–Amazonian Forest ecotone. *Edinb.* 63:323-341. Doi:10.1017/s0960428606000576.

MARIMON BS, MARIMON-JUNIOR BH, FELDPAUSCH TR, OLIVEIRA-SANTOS CA, MEWS H, LOPEZ-GONZALEZ G, LLOYD J, FRAN CZAK DD, OLIVEIRA EA, MARACAHIBE L, MIGUEL A, LENZA E, PHILLIPS LO (2013) Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest–cerrado transition zone in southern Amazonia. *Plant Ecol Divers.* 7:281-291. DOI: 10.1080/17550874.2013.818072.

MARTIN-GAJARDO IS, MORELLATO PC (2003) Fenologia de Rubiaceae do sub-bosque em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. *Rev Bras Bot.* 26:299-309.

MAUES BAR, JARDIM MAG, BATISTA FJ, MEDEIROS TDS, QUARESMA AC (2011) Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de várzea na área de proteção ambiental Ilha do Combu, município de Belém, Estado do Pará. *Revista Árvore.* 35:669-677.

MEDEIROS MB, WALTER BMT, SILVA GP (2008) Fitossociologia do cerrado stricto sensu no município de Carolina, MA, Brasil. *Cerne.*14:285-294.

MEDEIROS M, WALTER BMT (2012) Composição e estrutura de comunidades arbóreas de cerrado stricto sensu no norte do Tocantins e sul do Maranhão. *Revista Árvore.*36:673-683.

MEIRA NETO JAA, MARTINS FR (2003) Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da mata da silvicultura, uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa-MG. *Revista Árvore.* 27:459-471. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622003000400006>.

MENDES FS, JARDIM FSC, CARVALHO JOP, SOUZA DV, ARAUJO CB, OLIVEIRA MG, LEAL ES (2013) Dinâmica da estrutura da vegetação do sub-bosque sob influência da exploração em uma floresta de terra firme no município de Moju – PA. *Cienc. Florest.*23:377-389.

MEWS HA, MARIMON BS, PINTO JRR, SILVÉRIO DV (2011) Dinâmica estrutural da comunidade lenhosa em Floresta Estacional Semidecidual na transição Cerrado-Floresta Amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Acta bot. bras.*2:845-857.

MILAN E, MORO RS (2016) O conceito biogeográfico de ecótono. *Terra Plural.*10:75–88. <https://doi.org/10.5212/terraplural.v.10i1.0006>.

MIRANDA I (2000) Análise florística e estrutural da vegetação lenhosa do Rio Comemoração, Pimenta Bueno, Rondônia, Brasil. *Acta Amazon.* 30:393-422.

MIRANDA SC, SILVA Jr MC, SALLES LA (2007) A comunidade lenhosa de cerrado rupestre na serra dourada, Goiás. *Heringeriana*.1:43-53.

MORAIS FM, PEREIRA RS, REZENDEZ AV, MORANDI PS, MARIMON BS, EISENLOHR PV, MARIMON-JUNIOR BH, SANTOS CO, FELDPAUSCH TR, OLIVEIRA EA, REIS SM, LLOYD J, PHILLIPS OL (2016) Patterns of Tree Species Composition at Watershed-Scale in the Amazon ‘Arc of Deforestation’: Implications for Conservation. *Environ Conserv.* 43:317–26. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000278>.

MUNIZ FH (2008) Padrões de floração e frutificação de árvores da Amazônia Maranhense. *Acta Amazon.* 38:617 – 626.

MUNIZ FH, CESAR O, MONTEIRO R (1994) Fitossociologia da vegetação arbórea da reserva florestal do sacavém, São Luís, Maranhão (Brasil). *Acta Amazon.* 25:219-236.

NAPPO ME, PINTO JRR (2011) Estrutura e diversidade da vegetação arbórea arbustiva em cerrado sensu stricto submetido a distúrbios antrópicos. *Rev. Cient. Eletrônica Eng. Florest.*18:53-70.

NARDUCCI T, SILVA Y, GAZEL JA, BRIENZA JUNIOR S (2020) Regeneração natural do sub-bosque em plantios de Taxi-branco (*Tachigali vulgaris* L.F. Gomes da Silva & H.C. Lima) sob diferentes espaçamentos na Amazônia Brasileira. *Biota Amazônia*.10:16-21.

OLIVEIRA AN, AMARAL LL (2005) Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazon.* 35:1–16.

OLIVEIRA AN, AMARAL IL, RAMOS MBP, RAMOS AD, COUTO LB, SAHDO R M (2008) Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazon.* 38: 627-642.

OLIVEIRA B, MARIMON-JUNIOR BH, MEWS H, VALADÃO M, MARIMON B (2017) Unraveling the ecosystem functions in the Amazonia–Cerrado transition: evidence of hyperdynamic nutrient cycling. *Plant Ecol.* 218:225-239. DOI 10.1007/s11258-016-0681-y.

OLIVEIRA-FILHO AT, RATTER JA (2010) A Study of the Origin of Central Brazilian Forests by the Analysis of Plant Species Distribution Patterns. *Edinb.* 52:141–94. <https://doi.org/10.1017/S0960428600000949>.

PAULUS RI (2005) Caracterização morfológica e métodos para superação de dormência de sementes de *Randia armata* (De Candolle SW.). Universidade Federal de Pelotas. 37p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia.

PESSOA MJG, MARACAHIPES-SANTOS L, SANTOS JO, OLIVEIRA B, SILVA IV, ABADIA AC, LENZA E (2021) Floristic composition, diversity and edaphic effects in two rocky savanna communities in the Amazon and Cerrado, Brazil. *Cienc. Florest.* 31:1383-1406. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509841937>.

PINHEIRO MHO, MONTEIRO R (2008) Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.*22:1085-1094.

POLISEL RT (2011) Florística e fitossociologia do estrato herbáceo e da regeneração arbórea de trecho de floresta secundária em Juquitiba, SP, Brasil. *Cienc. Florest.* 21:229-240.

PORTER E, FORSCHNER B, BLAIR R (2001) Woody vegetation and canopy fragmentation along a forest-to-urban gradient. *Urban Ecosyst.* 5:131–151. <https://doi.org/10.1023/A:1022391721622>.

PORTO ML (2008) *Comunidades Vegetais e Fitossociologia: fundamentos para avaliação e manejos de ecossistemas*. UFRGS. p240.

PRATA SS, MIRANDA IS, ALVES SAO, FARIAS FC, JARDIM FC (2010) Gradiente florístico das florestas secundárias do Nordeste Paraense. *Acta Amazon.* 40:523-533. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672010000300011>.

QUARESMA AC, JARDIM MAG (2017) Formations of coastal forests in the amazon and ecological relations with vascular epiphytes. *Revista Árvore.*41:1-8.

RANTA P, VILJANEN V (2011) Plantas vasculares ao longo de um gradiente urbano-rural na cidade de Tampere, Finlândia. *Urban Ecosyst.*14:361–376 <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0164-9>.

RIBEIRO EMS, ARROYO-RODRÍGUEZ VCBA, TABARELLI ML (2015) Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the brazilian caatinga vegetation. *J Appl Ecol.* 52:611-620.

RIBEIRO JELS, HOPKINS MJG, VICENTINI A, SOTHERS CA, COSTA MAS, BRITO JM, SOUZA MA, MARTINS LH, LOHMANN LG, ASSUNÇÃO PAOL, PEREIRA EC, SILVA CF, MESQUITA MR (1999) Flora da Reserva Ducke.

RIGUEIRA DMG, MOLINARI ALM, MARIANO DLS, REIS RM, PORTUGAL AB, SANTANA NS, SANTOS RA (2012) Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). *Acta Bot. Bras.*26:197-202.

ROBERTS DW (2013) Package Labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version.

RODRIGUES R (2007) Diversidade florística, estrutura da comunidade arbórea e suas relações com variáveis ambientais ao longo do lago Amanã (RDSA), Amazônia central. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia Universidade Federal do Amazonas, Dissertação. 82p.

SALOMÃO RP, MATOS A H, ROSA NA (2002) Dinâmica do sub-bosque e do estado arboreo de floresta tropical primária fragmentada na Amazônia oriental. *Acta Amazon.* 32:387-419.

SANTANA JP, ROCHA PA, SILVA OLIVEIRA EV, PRATA APN, RIBEIRO AS (2020) Phytosociology of the shrub-arboreal stratum of the ibura national forest, northeastern Brazil: Are 35 years sufficient to promote the regeneration of a forest fragment? *Neotrop. Biol. Conserv.* 15: 89–106. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e49114>.

SANTOS GC, JARDIM MAG (2006) Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazon.* 36:437 – 446.

SANTOS JUM, AMARAL DD, GORAYEB IS, BASTOS MNC, SECCO RS, COSTA NETO SV, COSTA DCT (2003) Vegetação da área de proteção ambiental Jabotitua-Jatium. Município de Viseu, Pará, BRASIL. *Acta Amazon.* 33:431-444.

SANTOS LR, FERREIRA JL, SILVA C (2018) Florística e fitossociologia de um Sub-bosque Urbano em Rio Branco-AC, Brasil. *Biota Amazônia.* 8:28-33.

SANTOS MJF, ANDRADE VCLA, FREITAS BC, FERREIRA RQS, BANDEIRA SB, SOUZA PB (2017) Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de Cerrado sensu stricto, sul do Tocantins. *Rev. sci. agrár. parana.* vol. 16, no. 3, 328-334.

SANTOS MMA, CALVACANTI DV, SILVA JMC, TABARELLI M (2007) Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *J. Biogeogr.* 34:437- 446.

SANTOS SO, ALVES M (2012) Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Lauraceae. *Rodriguésia.*63:689-703.

SCUDELLER VV, SOUZA AMG, SANTOS-SILVA EM (2009) Florística da mata de igapó na Amazônia Central. Biotupé: meio físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo Rio Negro, Amazônia Central.(EN Santos-Silva, VV Scudeller, eds.). Universidade Estadual do Amazonas-UEA Ltda., Manaus.2:97-108.

SAPORETTI JUNIOR AW, MEIRA NETO JAA, ALMADO R (2003) Fitossociologia de sub-bosque de cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. *Revista Árvore.*27:905-910. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622003000600017>.

SERRA FCV, LIMA PB, ALMEIDA JUNIOR EB (2016) Species richness in restinga vegetation on the eastern Maranhão State, Northeastern Brazil. *Acta Amazon.*46:271-280. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201504704>.

SILVA ECG, SANTOS CR, AROUCHE MMB, ALMEIDA JUNIOR EB (2022) Florística em um fragmento urbano (Unidade de Conservação), Sítio Santa Eulália, São Luís, Maranhão. *Heringeriana.*16. Doi:10.17648/heringeriana.v16i1.917976.

SILVA GH, FIGUEREDO N, ANDRADE GV (2008) Estrutura da vegetação de um cerrado e a heterogeneidade regional do Cerrado no Maranhão, Brasil. *Revista Árvore.* 32, 921:930.

SILVA JUNIOR, WR, FERREIRA AWC, ILKIU-BORGES AL, FERNANDES RS (2020) Ferns and lycophytes of remnants in Amazônia Maranhense, Brazil. *Biota Neotrop.* 20: 1-14.

SILVA HG, FIGUEIREDO N, ANDRADE GV (2008) Estrutura da vegetação de um cerrado e a heterogeneidade regional do Cerrado no Maranhão, Brasil. *Revista Árvore.* 32:921–30, <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000500017>.

SILVA LB, SILVA JB, SOUZA CS, GUIMARÃES MM, SALES MF, CASTRO CC (2021) Plant–animal interactions of understory species in an area of tropical rainforest, north-eastern Brazil. *Austral Eco.* 46:561-573, <http://dx.doi.org/10.1111/aec.13004>.

SILVA LS, ALVES AR, NUNES AKA, MACEDO WS, MARTINS AR (2015) Florística, Estrutura e Sucessão Ecológica de Um Remanescente de Mata Ciliar na Bacia do Rio Gurguéia-PI. *Nativa.* 3:156-164. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v03n03a02>.

SILVA PSD, LEAL IR, WIRTH R, TABARELLI M (2012) Spatial Distribution and Fruiting Phenology of *Protium heptaphyllum* (Burseraceae) Determine the Design of the Underground Foraging System of *Atta sexdens* L. (Hymenoptera: formicidae Neotrop. *Entomol.* 41: 257-262, 26. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-012-0052-x>.

SOARES CC (2006) Fitossociologia do sub-bosque e estrutura populacional de *Cenostigma tocantinum* Ducke, em três fragmentos florestais no lago da hidrelétrica de Tucuruí. Belém: Universidade Federal Rural Da Amazônia, 97p, Dissertação (Mestrado) - Curso de Botânica Tropical.

SOARES ZT, COSTA APS, SOARES EF, CAVALCANTI V FS (2010) Levantamento Florístico e Fitossociológico em uma Área de Cerrado no Sudoeste do Maranhão. *Iniciação Científica CESUMAR.*12:111-120.

SOLÓRZANO A, PINTO JRR, FELFILI JM, HAY JD (2012) Perfil florístico e estrutural do componente lenhoso em seis áreas de cerrado ao longo do bioma Cerrado. *Acta Bot. Bras.* 26:328-341.

SONNIER G, JOHNSON SE, WALLER DM (2020) Fragmentation reduces the importance of niche-based factors relative to dispersal traits in structuring temperate forest understories. *J. Veg. Sci.*31:75–83. <https://doi.org/10.1111/jvs.12824>.

SOUSA PR (2018) Análise de áreas degradadas por processos erosivos no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Anil, Ilha do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 161p, Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia.

TABARELLI M, PERES CA, MELO FPL (2012) The ‘few winners and many losers’ paradigm revisited: emerging prospects for tropical forest biodiversity. *Biodivers. Conserv.*155: 136-140.

ZAR JH (1999) *Biostatistical analysis.* 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River.

Normas da Revista

O artigo desta dissertação será submetido na *Urban Ecosystems* , na qual segue o link para acesso das normas:

https://www.springer.com/journal/11252/submission-guidelines#Instructions%20for%20Authors_References