



# Florística, fitossociologia, estimativa de biomassa e sequestro de carbono em uma floresta de terra firme no Parque Ecológico de Gunma, Santa Bárbara, Pará, Brasil

Floristics, phytosociology, biomass estimation and carbon sequestration in a terra firme forest in Gunma Ecological Park, Santa Bárbara, Pará, Brazil

E. N. B. Pimentel\*; M. T. de Paula; J. H. Viana

Laboratório de agroecologia e biodiversidade, Programa de Pós Graduação em Ciências ambientais, Universidade do Estado do Pará, 66087-670, Belém-PA, Brasil.

\*edyrllipimentel@gmail.com

(Recebido em 25 de outubro de 2023; aceito em 15 de fevereiro de 2024)

Florestas urbanas são ambientes mitigadores para os efeitos adversos da urbanização crescente nas capitais brasileiras, no entanto, a urbanização agressiva promove a fragmentação desses ecossistemas, afetando a sua dinâmica e estrutura. Diante disso, os levantamentos da diversidade e estrutura de fragmentos florestais são fundamentais para auxiliar no conhecimento ecológico desses remanescentes. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo realizar um levantamento florístico, fitossociológico, estimar a biomassa e o sequestro de carbono em uma floresta de terra firme na região metropolitana de Belém (PA). Foram amostradas 20 parcelas de 20 × 25m de floresta de terra firme para avaliação da composição florística e dos parâmetros fitossociológicos. Foram identificados 378 indivíduos distribuídos em 77 espécies e 32 famílias na área. As cinco espécies com maior número de indivíduos foram: *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori, *Eschweilera collina* Eyma, *Pourouma mollis* Trécul, *Dendrobangia boliviana* Rusby e *Inga capitata* Desv. A família Fabaceae foi a família com maior número de indivíduos e os maiores valores de Índice de valor de importância foram obtidos para *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A. Mori. A biomassa florestal estimada para a área foi de 309,77 Mg.ha<sup>-1</sup> enquanto o carbono obtido após a conversão da biomassa foi de 148,69 Mg e o teor de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) foi 545,19 Mg. Os resultados encontrados permitem uma boa visualização da estrutura e composição da área, estão em consonância com outros estudos para áreas similares na Amazônia e permitem inferir o estado de conservação e a importância ecológica do Parque Ecológico Gunma para a região.

Palavras-chave: Ecologia, estrutura florestal, florestas remanescentes.

Urban forests are mitigating environments for adverse effects of increasing urbanization in Brazilian capitals, however, aggressive urbanization promotes fragmentation of these ecosystems, affecting their dynamics and structure. In view of this, surveys of diversity and structure of forest fragments are essential to assist in the ecological knowledge of these remnants. In this sense, this study aimed to carry out a floristic and phytosociological survey. The aim is to estimate biomass and carbon sequestration in an area of remaining forest in the metropolitan region of Belém (PA). Twenty plots of 20 × 25m of terra firme forest were sampled for further evaluation of floristic composition and phytosociological parameters. A total of 378 individuals distributed in 77 species and 32 families were identified in the area. The five species with the highest number of individuals were: *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori, *Eschweilera collina* Eyma, *Pourouma mollis* Trécul, *Dendrobangia boliviana* Rusby and *Inga capitata* Desv. The Fabaceae family was the family with the highest number of individuals and the highest Importance Value Index values were obtained for *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori. he estimated forest biomass for the area was 309.77 Mg.ha<sup>-1</sup> while the carbon obtained after biomass conversion was 148.69 Mg and the equivalent carbon content (CO<sub>2</sub>eq) was 545.19 Mg. The results found allow a good visualization of the structure and composition of the area, are in line with other studies for similar areas in Amazon and allow inferring the conservation status and ecological importance of the Gunma Ecological Park for the region.

Keywords: Ecology, forest structure, remaining forests.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas urbanas por definição são redes ou sistemas que comportam todas as florestas, grupos de árvores e árvores individuais localizadas em áreas urbanas, ou seja, incluem florestas,

árvores de rua e locais abandonados e árvores de jardins e parques [1]. Essas florestas são ambientes mitigadores para os efeitos adversos da urbanização agressiva, tais como a poluição atmosférica, a alteração e desaparecimento dos cursos d'água, o isolamento dos remanescentes florestais e o contato intenso da população humana [2].

Por meio do rápido avanço da urbanização nas capitais do Brasil é possível observar a fragmentação e degradação dos ecossistemas naturais, afetando as dinâmicas e interações do equilíbrio ecológico [3]. Esta fragmentação de florestas pode levar à redução da área original de habitats, bem como causar extinção e alteração na composição e abundância das espécies componentes, o que conduz à modificação e até a perda de processos naturais das comunidades florestais [4].

Nesse sentido, os levantamentos da diversidade e estrutura de fragmentos florestais são fundamentais para auxiliar no conhecimento ecológico desses remanescentes e no acompanhamento da regeneração e entendimento das relações que ocorrem neste tipo de formação florestal [5]. Os estudos florísticos fornecem informações sobre a formação de grupos ecológicos, síndromes de dispersão, formas de vida e a classificação taxonômica de famílias e espécies, subsidiando conhecimentos sobre a relação das espécies com o solo, clima e ações antrópicas [6].

Em estudos relacionados à vegetação de fragmentos florestais urbanos é possível observar uma grande variação no comportamento das espécies com relação à riqueza e composição, diversidade e estrutura, especialmente quando esses parâmetros são avaliados em períodos ou pontos diferentes da área estudada, o que reitera a importância de estudos fitossociológicos para o planejamento do manejo e conservação de áreas de relevância ambiental [7, 8].

Do mesmo modo, o conhecimento das espécies que compõe uma determinada área é essencial para compreender o funcionamento do ecossistema, devido a isso os levantamentos florísticos são relevantes para identificação dessas, permitindo compreender a estrutura da floresta [9] e dar suporte à tomada de decisão com relação à manutenção da biodiversidade ou ao aumento da qualidade dos serviços prestados por esses ecossistemas [10].

Ademais, considerando que o dióxido de carbono é considerado o gás mais relevante para o aumento do efeito estufa, a quantificação do estoque de carbono na biomassa vegetal torna-se uma importante ferramenta para adoção de medidas mitigadoras das mudanças climáticas a nível mundial [11] tendo em vista a contribuição das florestas para o sequestro de carbono da atmosfera.

Nesse contexto, tendo em vista que avaliações de estrutura vertical e horizontal das florestas e conhecimento das espécies que compõe o local são imprescindíveis para caracterizar o comportamento da vegetação de uma determinada região [12] e considerando a importância da biomassa florestal para a regulação climática, este estudo teve como objetivo realizar um levantamento florístico, fitossociológico, estimar a biomassa e o sequestro de carbono em uma floresta de terra firme na região metropolitana de Belém/PA.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo está situada em uma floresta de terra firme dentro do Parque Ecológico Gunma (PEG). O PEG compreende uma área de cerca de 540 hectares de floresta remanescente, situada na região metropolitana do município de Belém sob as coordenadas (01°13'00,86"S; 48°17'41,18"W) (Figura 1). O PEG é privado e gerenciado pela Associação Gunma Kenjin-Kai do Norte do Brasil [13].

A vegetação do parque é definida na maior parte como floresta ombrófila densa de terra firme e em menores extensões por florestas secundárias, florestas inundáveis de igapó e em menor parte é composto por floresta de várzea [14]. Segundo a classificação do IBGE (2012) [15] a vegetação da área onde foi realizado o levantamento é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa das terras baixas.

A região possui o clima definido como Af (tropical úmido) com índice pluviométrico anual de 2.500 a 3.000 mm com chuvas durante todo o ano. A temperatura média anual é de 26 °C e cerca de 85% de umidade relativa do ar [16].

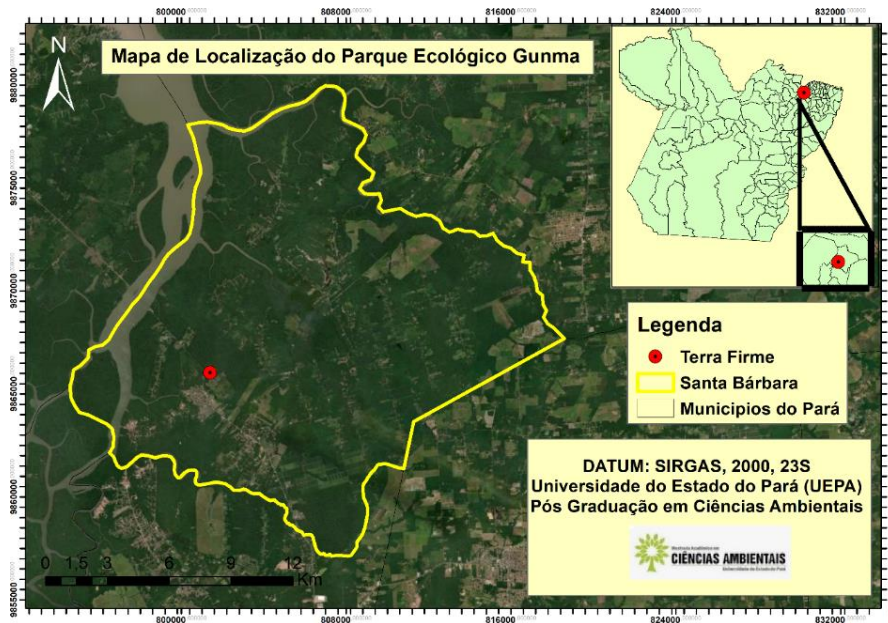


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo (várzea) no Parque Ecológico de Gunma, localizado no município de Santa Bárbara-PA.

## 2.2 Amostragem

Para a amostragem do componente arbóreo, as coletas foram realizadas em 20 parcelas de 20x25m. As parcelas foram alocadas ao longo de um transecto disposto perpendicularmente à borda. Em cada parcela, foram amostrados todos os indivíduos arbóreos adultos com DAP maior que 10 cm medidos com fita métrica. A altura das árvores foi estimada, utilizando como referência uma haste com altura de 1m.

As identificações foram feitas com o auxílio de um especialista parataxônomo e consulta à literatura especializada, o sistema de classificação das espécies foi feito conforme APG IV [17] e a grafia foi verificada na base de informações da Lista de Espécies da Flora do Brasil [18]. Os levantamentos de campo ocorreram nos anos de 2022 e 2023.

## 2.3 Análise das variáveis

O cálculo dos parâmetros fitossociológicos para as espécies amostradas foi baseado em Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) [19], sendo estes parâmetros a densidade absoluta/densidade relativa, frequência absoluta/frequência relativa e dominância absoluta/dominância relativa. Também foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiever para avaliar a diversidade florística da comunidade:  $H' = -S(n_i/N) \log_2 (n_i/N)$  [20]. O Valor de Importância foi determinado pela combinação dos valores de densidade, frequência e dominância ( $IVI = DR + FR + DO$ ) [21].

A biomassa acima do solo foi quantificada por meio da equação alométrica para floresta ombrófila densa de Higuchi et al. (1998) [22]:  $W = \exp(-1,497 + 2,548 * \ln(DAP)) * 0,57$ , onde  $w$  = biomassa seca, acima do solo (em Mg ha<sup>-1</sup>) e DAP = diâmetro à altura do peito (em cm). Com a conversão dos valores de biomassa fresca para biomassa seca realizada por meio da multiplicação pelo fator 0,57 proposta por Silva (2007) citado por Nogueira et al. (2008) [23].

Os valores foram transformados de quilograma para megagrama (/1000) e em seguida o cálculo do carbono estocado foi realizado  $C = W * TC$ , onde C = carbono estocado em megagramas e TC é o teor de carbono, cuja concentração na Amazônia é de 48%. O teor de carbono equivalente (carbono convertido em CO<sub>2</sub>) foi calculado por meio da equação  $CO_{2eq} = C * 44/12$ , onde CO<sub>2eq</sub> = teor de carbono equivalente (em megagramas), C = carbono (em megagramas) e 44/12 é a massa molecular do CO<sub>2</sub> (≈44 g/mol) dividida pela massa atômica do carbono (≈12 g.mol<sup>-1</sup>) (Higuchi; Carvalho, 1994; IPCC, 2006 citados por Piva et al. 2021) [24].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição florística

Foram identificados 378 indivíduos distribuídos em 77 espécies e 32 famílias na área. As cinco espécies com maior número de indivíduos foram: *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori (com 60 indivíduos), *Eschweilera collina* Eyma com 37 indivíduos, *Pourouma mollis* Trécul (30 indivíduos), *Dendrobangia boliviana* Rusby (21 indivíduos) e *Inga capitata* Desv (12 indivíduos).

*Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori, conhecida popularmente como matamata-branco, é uma espécie de grande importância na composição florística e estrutura das florestas de terra firme da Amazônia [25] considerada uma espécie hiperdominante na região, distribuída de forma pan-amazônica e que ocupa lugar de destaque na classificação de árvores mais abundantes do bioma Amazônia [26].

Outros estudos realizados em diferentes áreas da região amazônica também encontraram *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori como a espécie de maior importância, como o estudo de Almeida et al. (2019) [27] na mesorregião do Marajó/PA, o estudo de Amaral et al. (2016) [14] na região metropolitana de Belém/PA e o levantamento realizado na região da Amazônia ocidental/Am por Silva et al. (2008) [28].

Verificou-se que 33 espécies apresentaram apenas um indivíduo, o que de acordo com Oliveira et al. (2008) [29] torna essas espécies consideradas localmente raras. Os autores destacam que estas espécies quando encontradas merecem atenção do ponto de vista conservacionista. A quantidade de espécies localmente raras está dentro da normalidade segundo Dionísio et al. (2016) [30] tendo destacado que os estudos realizados no bioma Amazônia costumam registrar valores entre cerca de 30% a 55% de espécies raras nos levantamentos.

As famílias com maior número de espécies identificadas, em ordem decrescente, foram: Fabaceae, Sapotaceae, Malvaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Meliaceae, Myristicaceae e Urticaceae (Figura 2). Estas mesmas famílias são as mais representativas de estudos realizados em áreas similares na Amazônia [31-35]. Das famílias identificadas, 14 registraram apenas uma espécie, sugerindo que a diversidade vegetal da área está concentrada em poucas famílias. Este resultado foi similar ao ocorrido em outros fragmentos florestais urbanos [28, 36, 37].

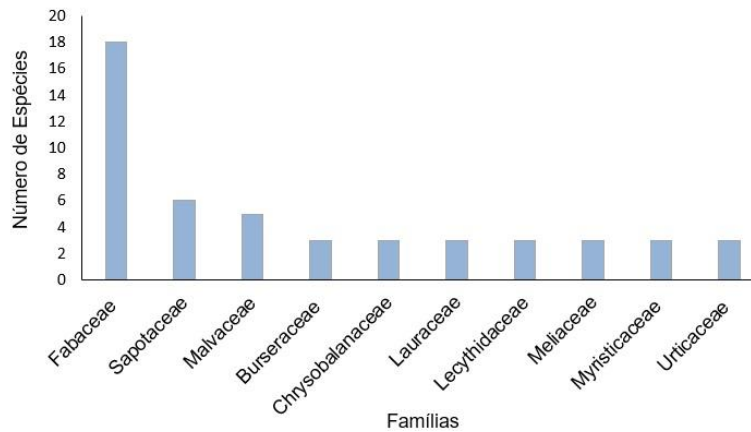


Figura 2. Famílias com maior número de espécies botânicas identificadas na floresta de terra firme do Parque Gunma.

A família Fabaceae registrou a maior quantidade de espécies. A mesma família costuma se destacar em estudos realizados em florestas de terra firme na Amazônia [31-35, 38]. Para Carim et al. (2008) [38] esta abundância da família Fabaceae está relacionada ao fato de suas espécies ocuparem diferentes estratos florestais como os bosques ou sub-bosques, destacando os processos de sucessão dentro do ecossistema.

Hoffsmeder et al. (2019) [39] também ressaltam que as espécies da família Fabaceae ocorrem em diferentes domínios fitogeográficos. Dentro da floresta a família Fabaceae exerce funções ecológicas como o acúmulo de biomassa e fixação biológica de nitrogênio que beneficia as plantas de outras famílias [38].

A família tem frequentemente os maiores valores de índice de valor de importância podendo ser considerada a família de maior valor para as comunidades da floresta Amazônica [31]. Os autores também destacam que a família Sapotaceae tem grande importância para as florestas de terra firme amazônicas, a família Sapotaceae que foi a segunda família com maior número de espécies neste estudo.

Com relação ao número de indivíduos, a maior quantidade pertence à família Lecythidaceae, com 98 indivíduos. Esta família botânica é uma das mais dominantes e mais importantes na composição das florestas da bacia amazônica brasileira [26, 40]. Como resultado de um estudo de maior abrangência, Ter Steege et al. (2006) [41] identificaram a família Lecythidaceae como a terceira mais abundante da região amazônica.

Mori et al. 2007 [42] destacam que a maioria das espécies da família Lecythidaceae são árvores de terra firme e não se desenvolvem bem em ambientes perturbados como desmatamento em grandes escalas e degradados pelo fogo, sendo dessa forma, a presença das espécies em um ambiente um indicativo de florestas com baixa ou nenhuma alteração.

### 3.2 Estrutura horizontal

A Tabela 1 descreve as variáveis fitossociológicas das espécies identificadas encontradas na área de estudo. As espécies com maiores valores de densidade, frequência e dominância em ordem decrescente foram *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori, *Eschweilera collina* Eyma, *Pourouma mollis* Trécul, *Dendrobangia boliviana* Rusby e *Inga capitata* Desv.

O índice Valor de Importância expressa a importância que as espécies possuem dentro de uma comunidade florestal e tem a finalidade de avaliar o desempenho dessas espécies na comunidade além de permitir inferir informações sobre os estágios de desenvolvimento da comunidade e das populações [43].

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicas das espécies amostradas na área de estudo (terra firme) do PEG, Santa Bárbara, PA. DA: Densidade Absoluta (noInd/ha) DR: Densidade relativa (%); DoR: Dominância relativa (%); FR: Frequência relativa (%); VI: Valor de Importância; e valor de Cobertura (VC).

Espécies relacionadas em sequência decrescente de VI.

Espécies	DA	DR	DoR	FR	VI	VC
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	60	15,87	22,50	6,98	15,12	19,19
<i>Eschweilera collina</i> Eyma	37	9,79	5,72	5,81	7,11	7,75
<i>Pourouma mollis</i> Trécul	30	7,94	6,57	5,04	6,51	7,25
<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby	21	5,56	5,97	5,43	5,65	5,76
<i>Inga capitata</i> Desv.	12	3,17	4,26	2,71	3,38	3,72
<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	14	3,70	1,39	5,04	3,38	2,55
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	11	2,91	1,98	3,49	2,79	2,44
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	10	2,65	2,51	2,71	2,62	2,58
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	7	1,85	3,05	2,71	2,54	2,45
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	12	3,17	1,22	3,10	2,50	2,20
<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	10	2,65	1,48	3,10	2,41	2,06
<i>Erismia uncinatum</i> Warm.	5	1,32	4,33	1,55	2,40	2,83
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	9	2,38	0,93	3,49	2,27	1,66
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	4	1,06	3,30	1,55	1,97	2,18
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	6	1,59	1,83	1,94	1,79	1,71
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	6	1,59	0,95	2,33	1,62	1,27
<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	7	1,85	1,41	1,55	1,60	1,63
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	4	1,06	2,06	1,55	1,55	1,56
<i>Vochysia maxima</i> Ducke	2	0,53	3,10	0,78	1,47	1,81
<i>Vatairea erythrocarpa</i> (Ducke) Ducke	4	1,06	1,78	1,55	1,46	1,42
<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	7	1,85	0,83	1,55	1,41	1,34
<i>Cordia exaltata</i> Lam.	5	1,32	1,19	1,55	1,35	1,26
<i>Licania octandra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) Kuntze	5	1,32	1,05	1,55	1,31	1,19
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	6	1,59	0,36	1,94	1,30	0,98
<i>Tachigali glauca</i> Tul.	3	0,79	1,65	1,16	1,20	1,22
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	3	0,79	1,55	1,16	1,17	1,17
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	2	0,53	1,62	0,78	0,98	1,08
<i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.	4	1,06	0,25	1,55	0,95	0,65
<i>Apeiba burchellii</i> Sprague	3	0,79	0,73	1,16	0,89	0,76
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	4	1,06	0,42	1,16	0,88	0,74
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	2	0,53	1,32	0,78	0,87	0,92
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	3	0,79	0,49	1,16	0,82	0,64
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	2	0,53	0,84	0,78	0,71	0,68
<i>Micropholis acutangula</i> (Ducke) Eyma	2	0,53	0,83	0,78	0,71	0,68
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	1	0,26	1,33	0,39	0,66	0,80
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	3	0,79	0,32	0,78	0,63	0,55
<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	2	0,53	0,55	0,78	0,62	0,54
<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	3	0,79	0,27	0,78	0,61	0,53

<i>Rinorea racemosa</i> (Mart.) Kuntze	3	0,79	0,14	0,78	0,57	0,47
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	2	0,53	0,36	0,78	0,55	0,44
<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	1	0,26	1,01	0,39	0,55	0,63
<i>Virola michelii</i> Heckel	1	0,26	0,99	0,39	0,55	0,63
<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	2	0,53	0,20	0,78	0,50	0,36
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	2	0,53	0,16	0,78	0,49	0,35
<i>Ambelania acida</i> Aubl.	2	0,53	0,12	0,78	0,47	0,32
<i>Licania membranacea</i> Sagot ex Laness.	2	0,53	0,11	0,78	0,47	0,32
<i>Protium pilosellum</i> Swart	2	0,53	0,08	0,78	0,46	0,31
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	1	0,26	0,61	0,39	0,42	0,44
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	1	0,26	0,49	0,39	0,38	0,38
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	1	0,26	0,32	0,39	0,32	0,29
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	1	0,26	0,26	0,39	0,31	0,26
<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	1	0,26	0,26	0,39	0,30	0,26
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	1	0,26	0,24	0,39	0,30	0,25
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	1	0,26	0,24	0,39	0,30	0,25
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	1	0,26	0,24	0,39	0,30	0,25
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	1	0,26	0,24	0,39	0,30	0,25
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	1	0,26	0,23	0,39	0,29	0,25
<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	1	0,26	0,18	0,39	0,28	0,22
<i>Couratari tenuicarpa</i> A.C.Sm.	1	0,26	0,17	0,39	0,27	0,22
<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	1	0,26	0,15	0,39	0,27	0,21
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	1	0,26	0,14	0,39	0,26	0,20
<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	1	0,26	0,13	0,39	0,26	0,20
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	1	0,26	0,13	0,39	0,26	0,20
<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	1	0,26	0,10	0,39	0,25	0,18
<i>Cecropia distachya</i> Huber	1	0,26	0,09	0,39	0,25	0,18
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	1	0,26	0,09	0,39	0,25	0,18
<i>Byrsonima amazonica</i> Griseb.	1	0,26	0,08	0,39	0,24	0,17
<i>Pouteria gongrijpii</i> Eyma	1	0,26	0,08	0,39	0,24	0,17
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	1	0,26	0,07	0,39	0,24	0,17
<i>Mabea caudata</i> Pax & K.Hoffm.	1	0,26	0,07	0,39	0,24	0,17
<i>Ocotea paranaensis</i> Brotto, Baitello, Cervi & E.P.Santos	1	0,26	0,06	0,39	0,24	0,16
<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	1	0,26	0,06	0,39	0,24	0,16
<i>Ocotea caudata</i> (Nees) Mez	1	0,26	0,06	0,39	0,24	0,16
<i>Eugenia patrisii</i> Vahl	1	0,26	0,04	0,39	0,23	0,15
<i>Dodecastigma integrifolium</i> (Lanj.) Lanj. & Sandwith	1	0,26	0,03	0,39	0,23	0,15
<i>Parkia nitida</i> Miq.	1	0,26	0,03	0,39	0,23	0,15
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	1	0,26	0,03	0,39	0,23	0,15

O valor de importância foi mais elevado nas espécies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori, *Eschweilera collina* Eyma, *Pourouma mollis* Trécul., *Dendrobangia boliviana* Rusby, *Inga*



*capitata* Desv., *Poraqueiba guianensis* Aubl., *Protium decandrum* (Aubl.) Marchand, *Carapa guianensis* Aubl., *Vouacapoua americana* Aubl. e *Theobroma subincanum* Mart. (Figura 3).

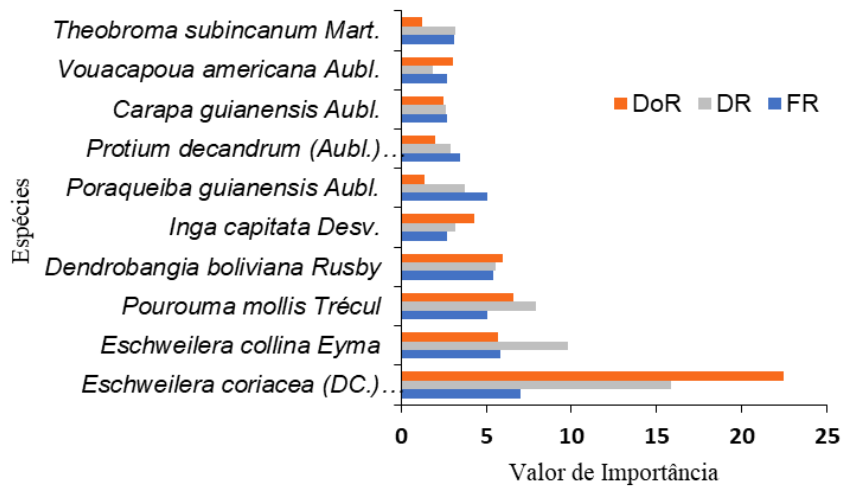


Figura 3. Formação do Índice de Valor de Importância (VI) para as dez espécies mais significativas na área de estudo (terra firme) no PEG, Santa Bárbara, PA.

Este valor pode ser usado como um indicador de importância ecológica devido a influência que essas espécies com maiores valores de frequência e dominância tem nos processos básicos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna. Desse modo, os dados de VI podem auxiliar na elaboração de planos de manejo [44].

A espécie *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori também aparece entre as principais espécies de VI em diversos outros estudos [31, 45-47] em florestas de terra firme, destacando a importância dessa espécie para este tipo de floresta. Cruz et al. 2021 [48] destacam que essa espécie consegue sobreviver em clareiras e ao redor delas, pois é uma espécie pioneira. Isso explicaria a abundância da espécie no parque Gunma apesar da exploração florestal na área.

O valor do Índice de Diversidade de Shannon (H') encontrado foi de 3,56. De acordo com Saporreti Jr. et al. (2003) [49] quando se encontram valores acima de 3,11 para o índice de Shannon-Weaver, este é considerado um indicativo de formações vegetais bem conservadas.

### 3.3 Classes de diâmetro

Na área de terra firme aproximadamente 45% dos indivíduos estão distribuídos na classe de 10-18,8 cm, sendo, portanto, caracterizada em sua maioria por indivíduos de pequenas dimensões. As três primeiras classes concentraram aproximadamente 80% do número total de indivíduos amostrados (Figura 4) e o diâmetro médio foi de 25,10 cm.



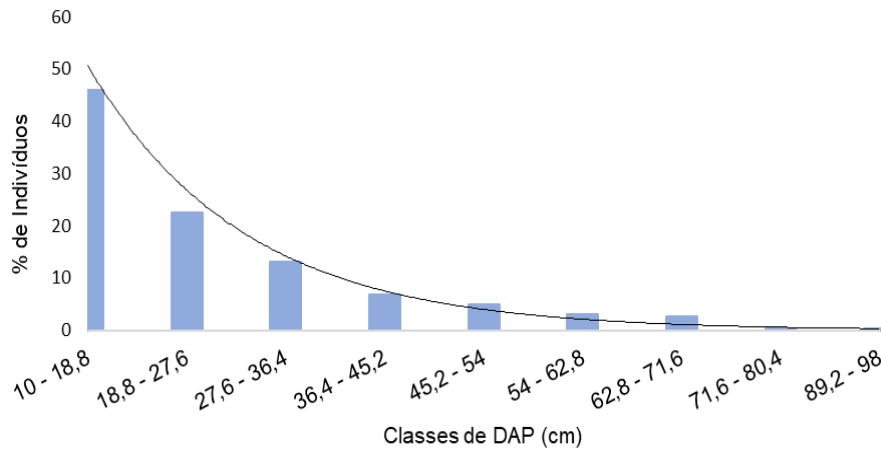


Figura 4. Distribuição dos indivíduos por classes diamétricas das espécies na área de estudo (terra firme) no PEG, Santa Bárbara, PA.

Maiores concentrações de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro é uma característica de comunidades “estoque”, sendo comuns em florestas tropicais estáveis com idade e composição de espécies diferentes [50].

A distribuição das classes de diâmetros seguiu o padrão “J- invertido”. Esta é uma tendência de distribuição de florestas inequidâneas ou multiequidâneas [51] e este padrão de distribuição é característico de grupos vegetais estáveis ou auto regenerantes, indicam uma maior intensidade de regeneração do componente arbóreo e caracterizam um bom estado de conservação florestal [52, 53].

### 3.4 Classes de altura

Com relação à distribuição de classe de altura (Figura 5) observou-se uma maior representatividade de indivíduos na faixa de 13,8 a 17,2 metros com 31,48 % dos indivíduos, seguidos pela faixa de 17,2 a 20,6 metros com aproximadamente 30% dos indivíduos. Dessa forma, as duas faixas agrupam a maior concentração total de indivíduos indicando o perfil estrutural vertical da área nessa faixa de altura.

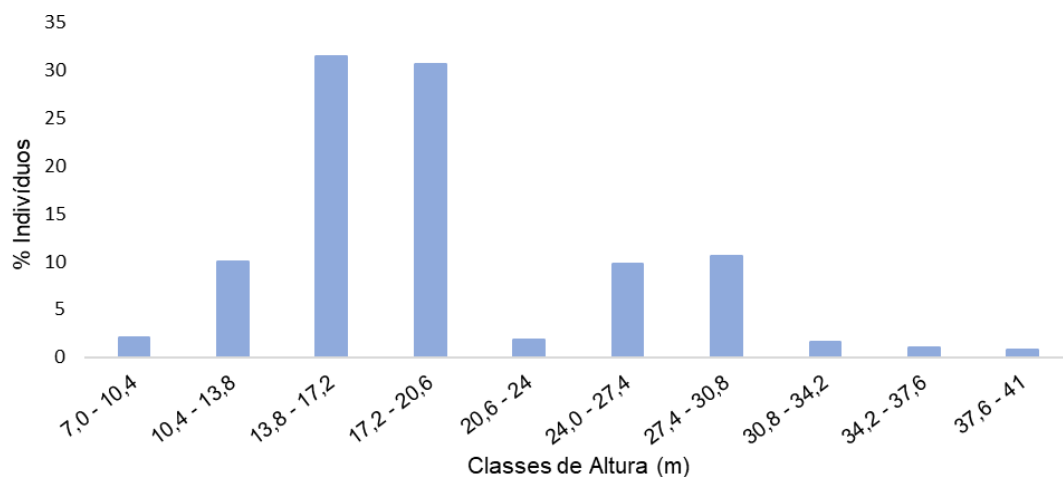


Figura 5. Distribuição dos indivíduos por classes de altura das espécies na área de estudo (terra firme) no PEG, Santa Bárbara, PA.

Na Tabela 2 encontram-se os valores de diâmetro e altura das espécies com maiores valores de IVI permitindo visualizar individualmente informações sobre a estrutura dessas espécies dentro do fragmento amostrado.

Tabela 2: Valores de diâmetro médio (*D*méd), altura média (*H*méd), diâmetro mínimo (*D*min), diâmetro máximo (*D*máx), altura mínima (*H*min) e altura máxima (*H*máx) das 10 espécies com maior VI na área de estudo (terra firme) no PEG, Santa Bárbara, PA.

Espécies	(D)méd	(H)méd	(D)min	(D)máx	(H)min	(H)máx
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	24.99	18.79	11	64	12	30
<i>Eschweilera collina</i> Eyma	24.97	18.70	10.05	33.05	7	28
<i>Pourouma mollis</i> Trécul	24.74	18.58	10	62	12	29
<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby	25.10	18.80	10.05	68	12	26
<i>Inga capitata</i> Desv.	25.02	18.70	11.05	56	14	28
<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	24.72	18.59	10	25	8	18
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	24.78	18.60	11	36	14	20
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	24.72	18.84	10.05	48	12	28
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	24.44	19.05	10	55	11	26
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	20.02	18.60	12	30.05	12	19

### 3.5 Biomassa

A biomassa seca acima do solo por hectare encontrada por meio da equação de Higuchi (1998) [22] foi de 309,77 Mg.ha<sup>-1</sup>. Esse resultado encontra-se dentro dos valores médios obtidos em outros estudos realizados na Amazônia adotando equações alométricas, como o estudo de Matos e Kirchner (2008) [54] que encontraram valores entre 272,38–402,92 Mg.ha<sup>-1</sup>, o estudo de Nascimento e Laurance (2002) [55] (325,5- 432 Mg .ha<sup>-1</sup>) e o levantamento de Castilho et al. (2006) [56] com valores entre 328 ± 419 Mg/há<sup>-1</sup>.

O carbono obtido após a conversão da biomassa foi de 148,69 Mg. Já o teor de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), ou seja, o teor obtido após a conversão do carbono estocado em Mg de CO<sub>2</sub> foi de 545,19 Mg. Este valor corresponde ao total de Gases do Efeito Estufa (GEE) que deixaram de ser emitidos pela manutenção da floresta em pé no período analisado [24].

Nogueira et al. (2008) [23] destacam que algumas equações indicadas para a Amazônia possuem uma tendência a superestimar a biomassa de árvores menores e subestimar a biomassa de árvores maiores. Os autores ressaltam, no entanto, que a biomassa amostrada por equações é similar à obtida em campo devido à compensação pela super ou subestimativa entre as árvores menores e maiores.

A tabela 3 descreve os valores de biomassa para as espécies de maior Valor de Importância na área. A espécie *Inga capitata* apresentou o maior valor de CO<sub>2</sub> equivalente. Apesar de ter menor abundância do que as espécies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori e *Eschweilera collina* Eyma, *Inga capitata* possui mais indivíduos de grande porte, o que influencia na quantidade de biomassa e consequentemente de carbono acumulado e equivalente.

Do mesmo modo, o maior valor de biomassa por indivíduo foi registrado para um indivíduo da espécie *Vochysia maxima* Ducke, que acumula 7,5 Mg de carbono estocado e 26,6 Mg de carbono equivalente, reiterando a importância dos indivíduos de grande porte para a estocagem de carbono dentro das florestas.

Tabela 3: Valores individuais de biomassa acima do solo, carbono estocado e CO<sub>2</sub> equivalente para as 10 espécies com maior VI na área de estudo (terra firme) no PEG, Santa Bárbara, PA.

Espécie	Biomassa (mg)	Carbono estocado (mg)	CO <sub>2</sub> eq
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	29,10	139,67	10,66
<i>Eschweilera collina</i> Eyma	28,58	137,20	10,48
<i>Pourouma mollis</i> Trécul	26,71	128,18	9,79
<i>Dendrobangia boliviana</i> Rusby	29,79	142,97	10,92
<i>Inga capitata</i> Desv.	30,37	145,78	11,13
<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	23,49	112,75	8,61
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	27,29	130,99	10,26
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	27,15	130,00	9,95
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	21,18	101,64	7,76
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	25,74	123,54	9,43

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo registrou valores significativos para corroborar a elevada diversidade e importância ecológica do Parque Ecológico Gunma para a composição vegetal da região. Os parâmetros analisados com relação a estrutura tanto horizontal quanto vertical encontram-se equivalentes a outros estudos realizados em áreas similares.

As famílias Fabaceae e Sapotaceae foram as mais importantes com relação ao número de espécies, enquanto a família Lecythidaceae teve destaque com relação ao número de indivíduos. As espécies *Eschweilera coriacea* (DC.) S.A.Mori, *Eschweilera collina* Eyma e *Pourouma mollis* Trécul tiveram os maiores valores nos parâmetros fitossociológicos.

Os valores relacionados à diversidade apresentados demonstram um bom estado de conservação da área avaliada. Do mesmo modo, a abundância de famílias e espécies características de ambientes bem conservados bem como os valores obtidos nas classes de diâmetro e altura reiteram o seu nível de conservação.

A biomassa total acumulada no fragmento pode ser considerada de um valor elevado de acordo com o intervalo de valores encontrados em outros levantamentos na Amazônia e reafirma a importância da manutenção da floresta em pé para a melhoria da qualidade ambiental.

Por meio da análise do fragmento estudado pode-se inferir que até o momento não ocorreu uma perturbação muito severa, no entanto, é importante a contenção do desmatamento para a manutenção do bom funcionamento do ecossistema local e provisão de serviços ecossistêmicos pelo Parque Ecológico Gunma.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Salbitano F, Simone B, Conigliaro M, Chen Y. Guidelines on urban and peri-urban forestry. Rome (IT): FAO; 2016. (Forestry Paper, n. 178).
- Silva LFN, Fontes MSGC, Farias JRG. Microclimas em florestas urbanas: uma revisão de literatura. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades. 2019;7(51):114-27. doi: 10.17271/2318847275120192152
- Angeoletto F, Fellowes MDE, Santos JWMC. Counting Brazil's urban trees will help make Brazil's urban trees count. Journal of Forestry. 2018;116(5):489-90. doi: 10.1093/jofore/fvy026
- Garcia JM, Longo RM, Penereiro JC, Mendes DR, Mantovani P. Uso de fotografias hemisféricas para avaliação da qualidade ambiental na Mata de Santa Genebra, Campinas-SP, Brasil. Ciência Florestal. 2018 Jan;28(1):175-90. doi: 10.5902/1980509831651

5. Sousa DAS, Aparício WCS. Diversidade e similaridade florística em áreas sob influência de uma usina hidrelétrica na Amazônia. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. 2018 Out;11(4):1195-216. doi: 10.17765/2176-9168.2018v11n4p1195-1216
6. Silva JVM, Botezelli L, Bucci MED. Levantamento florístico e análise dos conflitos da arborização urbana da região central de Cabo Verde, Minas Gerais. *REVSBAU*. 2022;17(2):19-36. doi: 10.5380/revsbau.v17i2
7. Rodrigues CFA, Ruschel AR, Mendes FS, Carneiro FS, Santos JC, Sousa MAR. Fitossociologia e análise temporal do fragmento florestal urbano Capoeira do Black, Belém, Pará. *Research, Society and Development*. 2021;10(2): 1-34. doi: 10.33448/rsd-v10i2.12301
8. Souza MR, Ferreira MB, Sousa GG, Alves AR, Holanda AC. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. *Nativa*. 2020 Mai;8(3):329-35. doi: 10.31413/nativa.v8i3.913
9. Cardoso EL, Santos MJG, Silva PVC, Eduardo MJ, Leão AP, Aguiar MI. Levantamento florístico e fitossociológico em uma área de caatinga em Pacajus, CE. *Magistra*. 2020;31:805-14.
10. Silva SB. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar de fragmento no rio paraúpebas. *Revista Agroecossistemas*. 2017 Out;9(1):99-115. doi: 10.18542/ragros.v9i1.4780
11. Kumar M, Sundaram S, Gnansounou E, Larroche C, Thakur S. Carbon dioxide capture, storage and production of biofuel and biomaterials by bacteria: A review. *Bioresource Technology*. 2018 Jan;247:1059-68. doi: 10.1016/j.biortech.2017.09.050
12. Bambolim A, Donde AR, Wojciechowski JC. Análise fitossociológica e estrutura florística de uma Floresta Estacional Decidual. *Revista de Agricultura Neotropical*. 2018 Jul;5(2):62-8. doi: 10.32404/rean.v5i2.1544
13. Almeida SS, Amaral DD, Silva ASL. Projeto: Inventário florístico e análise fitossociológica dos ambientes do Parque Ecológico do Gunma, município de Santa Bárbara, PA. Relatório Técnico Final; 2003.
14. Amaral DD, Vieira ICG, Almeida SS. Características ecológicas e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal na Área de Endemismo Belém. *Revista Brasileira Biociências*. 2016 Dez;14(4):225-32.
15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.
16. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Municípios paraenses: Santa Bárbara do Pará. v. 33. Belém (PA): Secretaria de Planejamento (SEPLAN); 1993.
17. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV, *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016 May;181(1):1-20. doi: 10.1111/boj.12385
18. Flora e Funga do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro (RJ): Jardim Botânico do Rio de Janeiro; (acesso em 04 jul 2023). Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?jsessionid=FBA5021F29D48220AAFA5FAAA2AE2CB2#CondicaoTaxonCP>
19. Mueller-Dombois D, Ellemberg H. *Aims and methods of vegetation ecology*. J Wiley & Sons; 1974. doi: 10.2307/213332
20. Magurran AE. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton (US): Princeton University Press; 1988. doi: 10.1007/978-94-015-7358-0
21. Finol UH. Nuevos parametros a considerarse em el analisis estructural de las selva virgenes tropicales. *Rev For Venezolana*. 1971;14:29-42.
22. Higuchi N, Santos J, Ribeiro RJ, Minette L, Biot Y. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da amazônia brasileira. *Acta Amazonica*. 1998 Jun;28(2):153-66. doi: 10.1590/1809-43921998282166
23. Nogueira EM, Fearnside PM, Nelson BW, Barbosa RI, Keizer EWH. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: new allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecol Manag*. 2008 Nov;256(11):1853-67. doi: 10.1016/j.foreco.2008.07.022
24. Piva LRO, Sanquetta CR, Wojciechowski J, Corte APD. Estoques de biomassa e carbono na Amazônia brasileira: uma nova abordagem. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*. 2021 Dez;14(2):1-20. doi: 10.17765/2176-9168.2021v14Supl.2.e8820
25. Oliveira-filho AT, Fontes MAL. Patterns of floristic differentiation among Atlantic forests in southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica*. 2000 Jan;32(4b):793-810. doi: 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00619.x
26. Ter Steege H, Pitman NCA, Sabatier D, Baraloto C, Salomão RP, Guevara JE, et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*. 2013;342:1243092-1-9. doi: 10.1126/science.1243092

27. Almeida BRS, Lima BA, Gama JRV, Silva AA, Ribeiro RBS, Cruz GS, et al. Estrutura populacional de *Eschweilera coriacea* em floresta de várzea no município de Afuá, Pará. *Advances in Forestry Science*. 2019 Jul;6(2):611-5. doi: 10.34062/afs.v6i2.7194
28. Silva KED, Matos FDA, Ferreira MM. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. *Acta Amazonica*. 2008;38(2):213-22. doi: 10.1590/S0044-59672008000200004
29. Oliveira AN, Amaral IL, Ramos MBP, Nobre AD, Couto LB, Sahdo RM. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 2008 Dez;38(4):627-42. doi: 10.1590/S0044-59672008000400005
30. Dionisio LFS, Bonfim Filho OS, Crivelli BRS, Gomes JP, Oliveira MHS, Carvalho JOP. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no Estado de Roraima, Brasil. *Revista Agro@mbiente On-line*. 2016 Jul;10(3):243-52. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3381
31. Lima R, Silva B, Sotta E, Couteron P, Aparício P, Santos V, et al. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. *Revista Arquivos Científicos*. 2019;2(2):89-100. doi: 10.5935/2595-4407/rac.immes.v2n2p89-100
32. Pereira LA, Sobrinho FAP, Costa Neto SV. Florística e estrutura de uma mata de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Rio Iratapuru, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. *Floresta*. 2011 Abr;41(1):113-22. doi: 10.5380/rf.v41i1.21191
33. Carim MJV, Guillaumet JLB, Guimarães JRS, Tostes LCL. Composição e estrutura de floresta ombrófila densa do extremo norte do Estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*. 2013 Ago;3(2):1-10. doi: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n2p1-10
34. Condé TM, Tonini H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*. 2013 Set;43(3):247-60. doi: 10.1590/S0044-59672013000300002
35. Batista APB, Aparício WCS, Aparício PS, Santos VS, Lima RB, Mello JM. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*. 2015 Jan;35(81):21-33. doi: 10.4336/2015.pfb.35.81.689.
36. Araújo RO, Lucena EMP, Sampaio VS, Bonilla OH, Pinheiro LF. Levantamento florístico do Jardim Botânico de São Gonçalo do Amarante, Ceará, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2020 jun;13(03):1162-76. doi: 10.26848/rbgf.v13.3.p1162-1176
37. Vulcão M, Santos V, Borges H, Leite U, Paula M. Levantamento florístico, diversidade e classificação sucessional das espécies arbóreas da área do Parque Antônio Danúbio, Ananindeua, Pará, Brasil. 2022 dez;19(42):286.
38. Carim MJV, Jardim MAG, Medeiros TDS. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. *Sci For*. 2008;36(79):191-201.
39. Hoffmester SGS, Fernandes SSL, Assunção MA, Padovan MP. Sistema agroflorestal biodiverso: Restauração ecológica e educação ambiental. *Revista GeoPantanal*. 2019 jan;14(26):33-47.
40. Reis PCM, Reis L, Ruschel AR, Silva JNM, Carvalho JOP, Queiroz WT. Effect of timber harvesting on density and basal area of Lecythidaceae species in the eastern amazon. *Floresta*. 2013 Jun;44(2):229. doi: 10.5380/rf.v44i2.33043
41. Ter Steege H, Pitman NCA, Phillips OL, Chave J, Sabatier D, Duque A, et al. Continental-scale patterns of canopy tree composition and function across Amazonia. *Nature*. 2006 Set;443(7110):444-7. doi: 10.1038/nature05134
42. Mori ST, Tsou CH, Wu CC, Cronholm B, Anderberg AA. Evolution of Lecythidaceae with an emphasis on the circumscription of neotropical genera: information from combined ndhF and trnL-F sequence data. *Am J Bot*. 2007 Mar;94(3):289-301. doi: 10.3732/ajb.94.3.289
43. Chaves ADCG, Santos RMS, Santos JO, Fernandes AA, Maracajá PB. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*. 2013;9(2):42-8.
44. Oliveira AN, Amaral IL. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 2004;34(1)21-34.
45. Silva WAS, Carim MJV, Guimarães JRS, Tostes LCL. Composição e diversidade florística em um trecho de Floresta de Terra Firme no Sudoeste do Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. *Biota Amazônia*. 2014 Set;4(3):3136. doi: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n3p31-36
46. Silva KE, Souza CR, Azevedo CP, Rossi LMB. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. *Sci Forestalis*. 2015;43(105):193-201.
47. Piva LRO, Sanquetta CR, Wojciechowski J, Corte APD. Fitossociologia em comunidades florestais do projeto RadamBrasil no bioma Amazônia. *BIOFIX Scient J*. 2020 Jul;5(2):264-27. doi: 10.5380/biofix.v5i2.73668

48. Cruz LL, Nakajima NY, Silva RM, Hosokawa RT, Jardim FCS, Corte APD. Distribuição diamétrica de três espécies de Lecythidaceae após exploração de impacto reduzido na Amazônia Oriental. *Ciênc Florestal*. 2021 Jan; 31(1):171-90. doi: 10.5902/1980509836011
49. Saporetti JR A, Meira Neto JA, Almado RP. Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté, MG. *Rev Árvore*. 2003;27(3):413-9. doi: 10.1590/S0100-67622003000300020
50. Silva GO, Souza PB. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado sensu stricto, Gurupi - TO. *Rev Desafios*. 2016;03(especial):22-9. doi: 10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp22
51. Schaaf LB, Figueiredo Filho A, Galvão F, Sanquetta CR. Alteração na estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista no período entre 1979 e 2000. *Rev Árvore*. 2006 Abr;30(2):283-95. doi: 10.1590/S0100-67622006000200016
52. Durigan G. Estrutura e diversidade de comunidades florestais. In: Martins SV, editor. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2012. p. 371.
53. Lau AV, Jardim MAG. Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará. *Biota Amazônia*. 2013 Ago;3(2):88-93. doi: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n2p88-93
54. Matos FDA, Kirchner FF. Estimativa de biomassa da floresta ombrófila densa de terra firme na Amazônia central com o satélite ikonos II. *Floresta*. 2008 mar;38(1):157-71. doi: 10.5380/rf.v38i1.11036
55. Nascimento HEE, Laurence WF. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: A landscape-scale study. *Forest Ecol Manag*. 2002 set;168:311-21. doi: 10.1016/S0378-1127(01)00749-6
56. Castilho CV, Magnusson WE, Araújo RNO, Luizão RCC, Luizão FJ, Lima AP, et al. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. *Forest Ecol Manag*. 2006 out;234(1):85-96. doi: 10.1016/j.foreco.2006.06.024