

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

ADRIANA DE OLIVEIRA DE FREITAS

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO NA PARTE AÉREA
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA UFFS – CAMPUS
ERECHIM**

ERECHIM/RS

2026

ADRIANA DE OLIVEIRA DE FREITAS

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO NA PARTE AÉREA
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA UFFS – CAMPUS
ERECHIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cherlei Márcia Coan

Coorientador: Prof^º. Dr. Vanderlei Secretti Decian

ERECHIM/RS

2026

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Freitas, Adriana de Oliveira de
ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO NA PARTE
AÉREA EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA UFFS -
CAMPUS ERECHIM / Adriana de Oliveira de Freitas. --
2026.
39 f.:il.

Orientadora: Cherlei Márcia Coan
Co-orientador: Vanderlei Secretti Decian
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas, Erechim, RS, 2026.

1. biomassa aérea, inventário florestal, sumidouro de
carbono, mudança climática. I. , Cherlei Márcia Coan,
orient. II. , Vanderlei Secretti Decian, co-orient. III.
Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

ADRIANA DE OLIVEIRA DE FREITAS

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO NA PARTE AÉREA
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA UFFS – CAMPUS
ERECHIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas Bacharelado da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 03/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Cherlei Márcia Coan – UFFS
Orientadora

Prof.^a Dr. Vanderlei Secretti Decian – URI
Coorientador

Prof. Dr. Rafael Imlau Cardoso – UFFS
Avaliador

Prof.^a Dr.^a Sandra Maria Maziero – UFFS
Avaliadora

Prof.^a Dr.^a Denise Cargnelutti – UFFS
Suplente

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, e a todas as pessoas que acreditaram em mim, para que eu pudesse concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

A finalização deste trabalho é um momento de celebração, mas também de reconhecimento àqueles que tornaram esta conquista possível.

Quero deixar registrada minha profunda gratidão a Professora Cherlei Márcia Coan pela orientação, ensinamentos, paciência e por ter acreditado que eu era capaz de conduzir este projeto.

Ao meu coorientador Professor Vanderlei Secretti Decian, pelo suporte, orientação e ajuda nas atividades práticas e por estar sempre disposto a ajudar.

Agradeço também a banca examinadora, pela generosidade em aceitar o convite e esforço para melhoria da qualidade do meu trabalho.

À Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), minha gratidão pelo ensino público, gratuito e de qualidade, e por ter sido um espaço de aprendizado, amadurecimento e formação, tanto acadêmica quanto pessoal.

Aos meus familiares em especial aos meus pais Simeão e Sebastiana, que mesmo de longe, sempre me incentivando e apoiando nos meus estudos, e aos meus irmãos Edrelina, Adenias, Adenilson e Guilherme pelos conselhos dados durante a minha formação. Amo todos vocês!

Ao meu companheiro Felipe Tormen Ferrari, obrigada por caminhar ao meu lado com paciência, compreensão e tantos incentivos. Você sempre encontrou uma forma de estar presente, me apoiando e acreditando em mim, não só nos melhores momentos, mas também nas horas de cansaço e incerteza. Compartilhar essa conquista com você torna tudo ainda mais especial. Obrigada por estar sempre comigo.

Às amigas que fizeram parte dessa trajetória, que nunca me deixaram desistir, minha eterna gratidão e amor ao laço que criamos, Amanda Camargo, Marta Brzezinski e Beatriz Viscaino, a trajetória na UFFS me presenteou com amizades sinceras e puras que, sem elas, não seria possível alcançar todas estas conquistas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para essa etapa da minha vida, meu muito obrigada.

“Somos habitantes da floresta, se defendermos a floresta por inteiro, ela continuará viva, se a retalharmos para proteger pedacinhos que não passam da sobra que foi devastado, não vai dar em nada de bom. Com um resto das árvores e dos rios, um resto de animais, peixes e humanos que nela vivem, seu sopro de vida ficará curto demais (Kopenawa; Albert, 2015, p.484)”

RESUMO

As florestas são fundamentais tanto para proteger a vida selvagem quanto para manter o ciclo do carbono em equilíbrio no planeta. O objetivo deste estudo foi estimar a biomassa e o estoque de carbono da parte aérea em um fragmento florestal de 2,31 hectares da Floresta Ombrófila Mista, localizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, RS. Foi realizado um inventário florestal utilizando métodos indiretos e equações alométricas, foram amostrados todos os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP), igual ou maior a 15 cm. O levantamento registrou 625 indivíduos distribuídos em 45 espécies e 26 famílias botânicas, evidenciando uma comunidade em estágio avançado de regeneração, com diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 26 cm e altura média de 13 m. As espécies *Sebastiania commersoniana* (branquilha), *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre) e *Allophylus edulis* (chalchal) destacaram-se em abundância, refletindo o histórico de perturbação da área, que funcionou como pastagem até 2010. A biomassa aérea total foi estimada em 233,088 toneladas, resultando em um estoque de 116,544 toneladas de carbono. Conclui-se que, apesar das intervenções antrópicas históricas, o fragmento desempenha um papel ecológico expressivo como sumidouro de carbono, conservação da biodiversidade regional e manutenção de serviços ecossistêmicos relevantes no âmbito da UFFS. Além disso, é espaço privilegiado para ações de educação ambiental, pesquisa, contemplação e lazer, fortalecendo a integração entre a comunidade acadêmica e o ambiente natural.

Palavras-chave: biomassa aérea, inventário florestal, sumidouro de carbono, mudança climática.

ABSTRACT

Forests are essential both for protecting wildlife and for maintaining the balance of the carbon cycle on the planet. The objective of this study is to estimate the aboveground forest biomass and carbon stock in a 2.31-hectare forest fragment of Floresta Ombrófila Mista, located at the University Federal of Fronteira Sul (UFFS), Erechim Campus, RS. Through a forest inventory using indirect methods and allometric equations, all individuals with circumference at breast height (CAP) equal to or greater than 15 cm were sampled. The survey recorded 625 individuals distributed among 45 species and 26 botanical families, highlighting a community at an advanced stage of regeneration, with an average diameter at breast height (DAP) of 26 cm and an average height of 13 m. The species *Sebastiania commersoniana* (branquilha), *Casearia sylvestris* (chá-de-bugre), and *Allophylus edulis* (chal-chal) stood out in abundance, reflecting the disturbance history of the area, which served as pastureland until 2010. The total aboveground biomass was estimated at 233.088 tons, resulting in a carbon stock of 116.544 tons. It is concluded that, despite historical anthropogenic interventions, the fragment plays a significant ecological role as a carbon sink and in the conservation of regional biodiversity, and especially as an area for education, contemplation, leisure and gathering for the academic community of UFFS.

Keywords: aboveground biomass, forest inventory, carbon sink, climate change.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização do fragmento florestal inventariado com a distribuição aproximada dos indivíduos em imagem de satélite da plataforma Google Earth.....	17
Figura 2 - Registros fotográficos do levantamento florístico. A) Área inferior do fragmento estudado. B) Coleta de dados (identificação de espécies, CAP, coordenadas e altura). C) Medição do CAP com fita métrica. D) Coleta de dados na borda do fragmento.....	19
Figura 3 - Localização dos indivíduos inventariados por Famílias botânicas e números de indivíduos por família.....	23
Figura 4 - Riqueza taxonômica e famílias botânicas inventariadas no fragmento.....	24
Figura 5 - Distribuição da densidade relativa (%) das espécies arbóreas registradas no inventário florestal do fragmento de Floresta Ombrófila Mista da UFFS.....	26
Figura 6 - Número de indivíduos inventariados por espécie.....	27
Figura 7 - Biomassa estocada por espécie florestal do fragmento.....	28
Figura 8 - Carbono estocado por espécie no fragmento florestal.....	30
Figura 9 - Número de bifurcações dos 625 exemplares inventariados.....	31
Figura 10 - Estimativas de Estoque de carbono e biomassa (ton) por família botânica.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista geral das espécies levantadas, números de indivíduos, família botânica e ocorrência.....	21
Quadro 2 - Médias gerais das variáveis dendrométricas e da biomassa e estoque de Carbono da parte aérea dos 625 exemplares.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS PARA O SEQUESTRO E ESTOCAGEM DE CARBONO	14
3.2 DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA FLORESTAL	14
3.3 ESTOQUE DE CARBONO NA PARTE AÉREA	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 ÁREA DE ESTUDO	17
4.2 COLETA DE DADOS FLORÍSTICOS	18
4.3 ESTIMATIVA DA BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO DA PARTE AÉREA	19
4.4 ANÁLISE DOS DADOS	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE	21
5.2 ESTIMATIVA DA BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO	28
5.3 ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO E BIOMASSA AÉREA POR FAMÍLIA	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

As florestas são cruciais para a conservação da biodiversidade e para o equilíbrio do ciclo do carbono no planeta. No entanto, as ações antrópicas comprometem constantemente esta função (Nagata *et al.*, 2025). Tais ações se manifestam na alteração da cobertura vegetal, especificamente o desmatamento e as queimadas, que causam a fragmentação florestal e a redução de áreas nativas. Por sua vez, essas mudanças resultam na perda de funções ecológicas essenciais, como a conservação da biodiversidade, a ciclagem de nutrientes, a produção de oxigênio, o estoque e a captura de CO₂ da atmosfera (Araújo; Moreira; Neves, 2020).

Um dos principais serviços ambientais que as florestas oferecem é, justamente, a mitigação dos gases do efeito estufa (GEEs), pois elas removem dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e o armazenam na forma de biomassa vegetal. Embora o CO₂ seja essencial para a fotossíntese, sua emissão excessiva na atmosfera fez com que ele se tornasse um dos maiores causadores do efeito estufa na atualidade (Santos; Santos; Pereira, 2013; Sanquetta *et al.*, 2011).

Diante disso, as estimativas de biomassa da vegetação podem ser feitas por métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos consistem na pesagem de toda a biomassa por processo destrutivo, abordagem inviável em áreas extensas devido ao tempo e custo de execução, além de não ser indicado em áreas destinadas à conservação. Por outro lado, os métodos indiretos são frequentemente adotados. Eles se baseiam em modelos alométricos para correlacionar a biomassa ou o estoque de carbono variáveis de difícil obtenção com variáveis comumente medidas em campo nos trabalhos de inventário florestal (Sanquetta *et al.*, 2014).

Nesse contexto, de acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), no Brasil, o bioma Mata Atlântica e seus ecossistemas associados abrangiam originalmente uma área de cerca de 1,1 milhão de km², equivalente a 13% do território brasileiro. Apesar de ter sido reduzida drasticamente a aproximadamente 296 mil km² em fragmentos isolados, este bioma permanece como um dos mais ricos em biodiversidade do Brasil, abrigando cerca de 20 mil espécies de plantas, sendo muitas delas endêmicas e ameaçadas (SFB, 2024). Além disso, a Mata Atlântica é reconhecida como um dos principais hotspots mundiais de biodiversidade, em razão de sua elevada riqueza de espécies, altos índices de endemismo e intenso grau de ameaça à sua conservação (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2023).

Dentre as formações florestais da Mata Atlântica, no Rio Grande do Sul, encontra-se a Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária. Ela é reconhecida pela marcante presença da *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, cuja elevada abundância, grande porte e as características copas em formato corimbiforme conferem o aspecto fitofisionômico exclusivo a

essa formação vegetal (Sonego; Backes; Sousa, 2007). Assim como outras formações florestais da Mata Atlântica, a FOM também sofreu transformações no uso e na cobertura do solo, resultando em um intenso processo de exploração predatória, que reduziu os 35% de cobertura vegetal da FOM que recobria o Sul do país no início do século, para algo entre 2 a 5% no final do século XX (Ribeiro, 2022). A área de ocorrência original era de aproximadamente 200.000 km², principalmente nos estados da região Sul e com manchas esparsas no Sudeste, em áreas de elevada altitude (Silva *et al.*, 2023). Além dos impactos sobre a biodiversidade, a redução da cobertura da FOM compromete importantes serviços ecossistêmicos, entre eles o armazenamento e o sequestro de carbono pela vegetação.

Diante da urgência climática imposta pelo aumento de GEEs, especialmente o CO₂, e do impacto da fragmentação florestal sobre a capacidade de sequestro e armazenamento de carbono, este trabalho busca contribuir para o entendimento da dinâmica do carbono em fragmentos florestais. O conhecimento do estoque de carbono e volume de madeira, assim como suas variações temporais, é relevante por permitir a análise do potencial de sequestro de carbono da vegetação (Cordeiro *et al.*, 2018).

Segundo Watson (2009), quantificar o carbono em ecossistemas florestais e monitorar suas mudanças decorrentes de atividades humanas é o primeiro passo para melhor representar as florestas na política climática, em escala regional, nacional e global. Reconhecendo essa necessidade, o presente trabalho foca na escala local, no fragmento de uma das formações florestais do bioma Mata Atlântica, Floresta Ombrófila Mista na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim (RS). A escolha dessa área visa suprir a lacuna crítica no conhecimento científico regional, dada a carência de dados primários e específicos sobre a dinâmica do carbono em fragmentos localizados da FOM.

Em vista disso, o objetivo deste estudo é estimar a biomassa florestal da parte aérea e o estoque de carbono de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em estágio sucessional avançado, sem a presença de sub-bosque, devido ao uso e manejo, na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim, no sul do Brasil. Os resultados pretendem subsidiar políticas de conservação florestal para o fragmento, demonstrando seu papel junto a área da UFFS, servindo para atividades de educação, lazer e contemplação para a comunidade acadêmica.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do estudo foi estimar a biomassa e o estoque de carbono da parte aérea de um fragmento da Floresta Ombrófila Mista da UFFS, identificando a contribuição das diferentes famílias botânicas e espécies florestais para o carbono estocado.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a biomassa total da parte aérea de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista;
- Estimar o estoque de carbono da parte aérea, detalhando a contribuição por diferentes famílias e espécies botânicas presentes no fragmento de Floresta Ombrófila Mista;
- Determinar a Densidade Relativa (DR) das espécies florestais presentes no fragmento;
- Relacionar a abundância relativa das espécies florestais e famílias botânicas com os valores estimados de biomassa e estoque de carbono.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 IMPORTÂNCIA DAS FLORESTAS PARA O SEQUESTRO E ESTOCAGEM DE CARBONO

A conservação, proteção e restauração das florestas nativas são ações cruciais devido à sua importância na prestação de serviços ecossistêmicos vitais para a manutenção do planeta, destacando-se o papel essencial no sequestro e estocagem de carbono (Moraes *et al.*, 2025). O sequestro de carbono é o processo pelo qual as plantas absorvem o dióxido de carbono CO₂ da atmosfera e o fixam em sua biomassa por meio da fotossíntese (Souza *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2010). Neste processo, as plantas utilizam a energia solar e o CO₂ atmosférico para produzir oxigênio O₂ e compostos de carbono que são a base para a formação da sua estrutura vegetal (Ferraz, 2012; Ferraz *et al.*, 2014). Essa capacidade natural de sequestrar e fixar carbono foi reconhecida e adotada pela Convenção do Clima da ONU como um instrumento de flexibilização para os compromissos de redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por parte dos países com metas estabelecidas (Oliveira *et al.*, 2015; Keith *et al.*, 2010).

Em termos práticos, o sequestro e a estocagem de carbono pelas florestas funcionam como um sumidouro natural de CO₂, ajudando a mitigar as mudanças climáticas ao remover o excesso de gases da atmosfera e armazená-los a longo prazo na biomassa e no solo (Felseburgh *et al.*, 2024). Essa função é globalmente valorizada, pois oferece um caminho complementar às reduções diretas de emissões. Consequentemente, a manutenção da integridade florestal evitando o desmatamento e promovendo a regeneração torna-se uma estratégia fundamental não apenas para a biodiversidade, mas também para o equilíbrio climático mundial, alinhando a proteção ambiental com as políticas climáticas internacionais (Silva Júnior *et al.*, 2024; Apesse, 2025).

3.2 DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA FLORESTAL

Os reservatórios de carbono em ecossistemas florestais constituem os locais onde o carbono orgânico é armazenado, sendo essenciais para a compreensão do ciclo global de carbono. Estes reservatórios são tradicionalmente divididos em três componentes principais: a biomassa viva (acima e abaixo do solo), a matéria orgânica morta (incluindo serapilheira e madeira morta em pé e caída) e o carbono orgânico do solo (Guimarães *et al.*, 2022; Silveira, 2010). Dentre os reservatórios de carbono, a Biomassa Viva Acima do Solo (BVAS) é o compartimento mais facilmente mensurável, compreendendo os componentes vegetais acima do solo como plantas lenhosas, herbáceas e gramíneas, cujos componentes (caules, tocos, folhagem, sementes, etc.) são cruciais no sequestro de carbono por meio da fotossíntese. No entanto, a determinação precisa dessa biomassa enfrenta desafios significativos devido à ampla variabilidade das florestas, que se distinguem em aspectos como composição florística, diversidade, estrutura, densidade e características edáficas (fertilidade e água), o que pode resultar em diferenças significativas entre estimativas de biomassa e carbono quando modelos inadequados são utilizados (Silva, 2022).

Para superar a complexidade na mensuração, a determinação da biomassa florestal utiliza dois grupos principais de metodologias. Os métodos diretos são aqueles de natureza destrutiva, onde a biomassa é quantificada por meio da pesagem direta de material vegetal arbóreo. Por outro lado, os métodos indiretos buscam estimar a biomassa de forma não destrutiva, recorrendo principalmente à aplicação de equações alométricas que são ajustadas a partir de dados de campo (como diâmetro e altura) ou, de maneira mais ampla, por meio da análise de imagens de satélite e outras técnicas de sensoriamento remoto (Sanquetta *et al.*, 2015;

Watzlawick; Sanquetta; Kirchner, 2009; Araújo *et al.*, 2025). A escolha do método depende do nível de precisão exigido e da escala de aplicação.

3.3 ESTOQUE DE CARBONO NA PARTE AÉREA

Nos ecossistemas florestais, o carbono fixado pela vegetação arbórea, que constitui a parte aérea, pode contribuir com uma porção significativa do total de carbono florestal, variando amplamente entre 1% e 60% (Apesse, 2025). Vale destacar que as florestas secundárias frequentemente demonstram uma maior capacidade de fixação de carbono quando comparadas às florestas primárias, uma diferença que se deve à variação na capacidade de absorção e fixação do carbono (Araújo; Moreira; Neves, 2020). Este processo é fortemente influenciado por características intrínsecas da vegetação e do ambiente, como a espécie, a taxa de crescimento, a longevidade da planta e a qualidade do solo (Andrade, 2022). A absorção de CO₂ da atmosfera ocorre primariamente através do crescimento vegetal por meio da fotossíntese, onde uma maior velocidade de crescimento implica uma taxa mais elevada de remoção de CO₂. No processo inverso, a emissão de CO₂ ocorre pela respiração das plantas e animais, e pela decomposição orgânica, sendo agravado por atividades antrópicas como desmatamento, queimadas, e emissões provenientes de gases industriais e da queima de combustíveis fósseis (Vieira; Lemos, 2017).

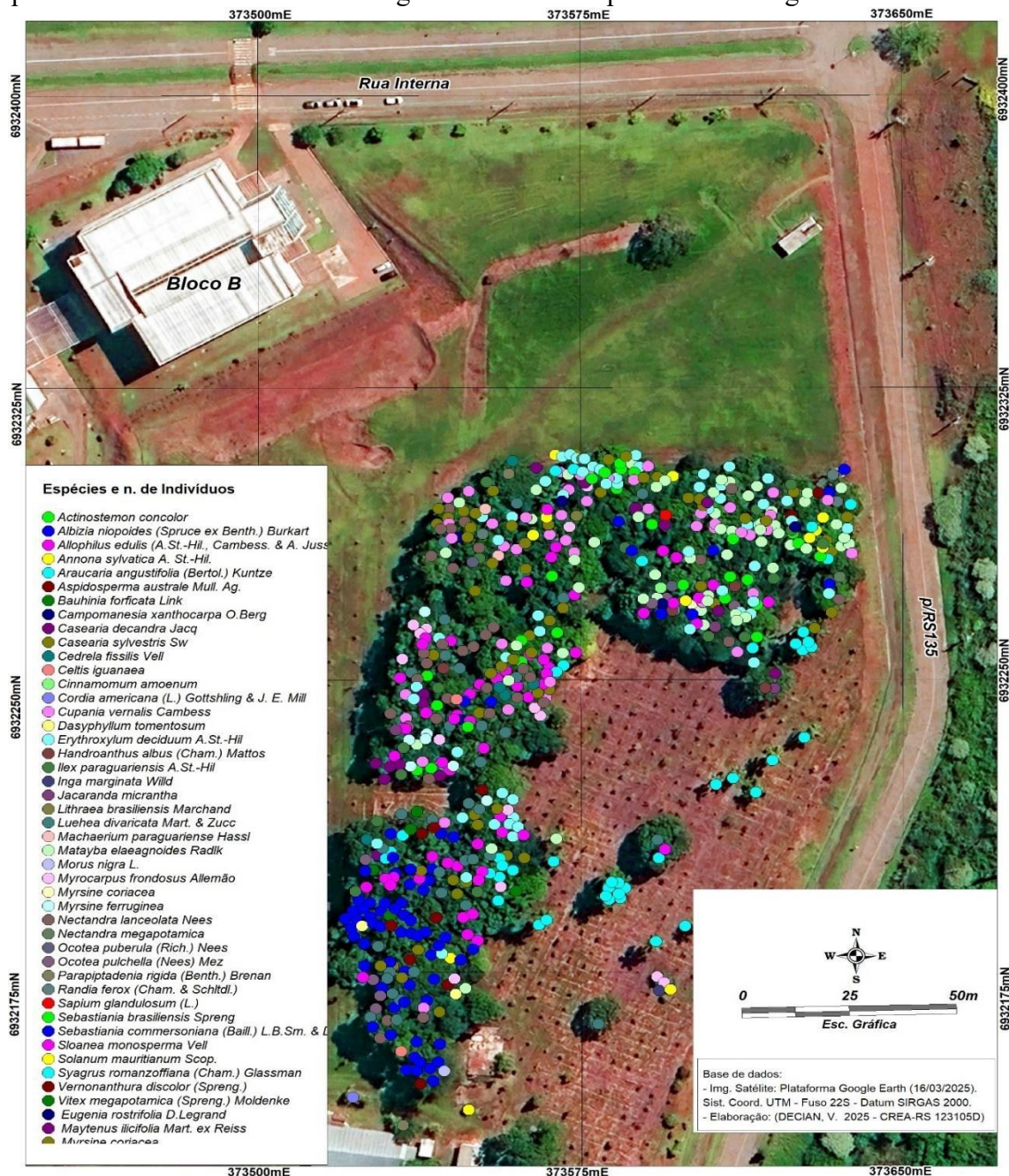
Para quantificar esse estoque, estudos frequentemente utilizam um fator de conversão para estimar o carbono com base na biomassa aérea. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) recomenda a utilização do fator de 0,47. Entretanto, estudos apontam que esse valor pode variar sutilmente, oscilando tipicamente entre 0,45-0,50 kg C/kg de biomassa. Essa variação está relacionada às diferenças no teor de carbono para diferentes componentes vegetais como árvores vivas, mortas e vegetação não arbórea, normalmente se mantém na faixa de 45-50% da biomassa seca (Medeiros 2024; Silva *et al.*, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Bosque da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), em Erechim, Rio Grande do Sul (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do fragmento florestal inventariado com a distribuição aproximada dos indivíduos em imagem de satélite da plataforma Google Earth.



Fonte: Freitas, A.; Coan, C.; Decian, V. (2026)

A área de estudo é um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, fitofisionomia da Mata Atlântica. Segundo IBGE (2012), o clima local é classificado como Cfa de Köppen-Geiger, com temperatura média anual de 17,6 °C e precipitação média anual de 1912,3 mm. A área do fragmento florestal possui 2,31 hectares situados entre as coordenadas de 27°43'39.37" e 27°43'45.62" de Latitude Sul e 52°16'54.70" e 52°17'0.77" de Longitude Oeste, com uma altitude média de 768 metros. O fragmento florestal, com base no seu histórico de uso e cobertura da terra é uma área antropizada, com uso agropecuário, em especial na área do fragmento constituído por pastagem, haja visto a ausência de sub-bosque no fragmento. O mesmo possuía o uso de pastejo de animais de criação até o ano de 2010, quando passa a se tornar Campus Universitário, de acordo com imagens de satélites da área.

4.2 COLETA DE DADOS FLORÍSTICOS

Para avaliação da estrutura da vegetação, os dados florísticos e fitossociológicos foram coletados para as espécies nativas e espécies não nativas. O método realizado para o levantamento foi por meio de um inventário florístico, no qual foram inventariados todos os indivíduos adultos (≥ 15 cm de Circunferência a Altura do Peito CAP), realizando-se a identificação até o menor nível taxonômico possível e também a coleta das medidas de CAP e altura aproximada (Figura 2). A identificação em nível de espécie ocorreu em campo e, para os indivíduos não identificados, utilizou-se chaves de identificação botânica com base em literatura especializada, além do aplicativo PlantNet.

Figura 2 - Registros fotográficos do levantamento florístico. A) Área inferior do fragmento estudado. B) Coleta de dados (identificação de espécies, CAP, coordenadas e altura). C) Medição do CAP com fita métrica. D) Coleta de dados na borda do fragmento.



Fonte: Freitas, A; Coan, C.; Decian, V. (2026)

4.3 ESTIMATIVA DA BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO DA PARTE AÉREA

A biomassa da parte aérea foi calculada para todos os indivíduos adultos baseada a relação alométrica da área basal (m^2) conjuntamente com a altura (m) de cada indivíduo, obtendo-se o volume da parte aérea, conforme equação abaixo:

$$\text{Volume} = AB \text{ (m}^2\text{)} \times ht \text{ (m)}$$

$$\text{Biomassa} = \text{Volume (m}^3\text{)} \times \text{DBM (g.cm}^{-3}\text{)} \times ff$$

Onde:

AB = Área Basal; **ht**: Altura; **DBM**: Densidade Básica da Madeira; **ff**: Fator de forma (0,5 para folhosas e 0,7 coníferas).

Os valores finais foram apresentados em toneladas para cada um dos indivíduos inventariados (ton). A densidade básica da madeira (DBM) para as espécies arbóreas adultas foi obtida com base em busca em literatura disponível em artigos científicos e notas técnicas.

Estimativa do carbono estocado na biomassa das árvores foi obtida pela multiplicação das estimativas de biomassa obtidas pelo fator 0,5, considerando-se que a biomassa seca contém aproximadamente 50 % de carbono (Fukuda *et al.*, 2003; Soares e Oliveira, 2002; Fang *et al.*, 2001). Em seguida, o estoque de carbono foi extrapolado para toneladas por hectare e fracionado para a área total do fragmento.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados em campo foram submetidos a edição em planilhas eletrônicas, tabulados de acordo com as normas de planilhas de flora e submetidos a análise quantitativa e qualitativa.

Nestas planilhas ocorreu a estruturação de fórmulas de cálculo para volume de madeira (m³ e m.st), estimativa da biomassa e do carbono da parte aérea, além dos parâmetros de composição (número de indivíduos, de espécies e de famílias) e estrutura (DAP, CAP, altura e volume). Logo, os dados obtidos foram adicionados para a planilha por etapas. Os gráficos foram gerados para avaliar a distribuição dos indivíduos em relação ao peso de todos os indivíduos e ao volume.

Para a análise do Índice de Diversidade de Shannon- Wiener (H'), que é uma medida de combinação da riqueza (número de espécies) com a equitabilidade (como os indivíduos estão distribuídos entre essas espécies), utilizou-se o aplicativo de estatística Past versão 4.03 (Hammer, 2001).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA COMUNIDADE

No inventário florístico realizado no fragmento de Floresta Ombrófila Mista da UFFS - Campus Erechim, foram amostrados um total de 625 indivíduos arbóreos distribuídos em 45 espécies e 26 famílias, como observado no Quadro 1 e ilustrado na Figura 3.

Quadro 1 - Lista geral das espécies levantadas, N. de indivíduos, família botânica e ocorrência.

ID	Família	Nome Científico	Nome Popular	Ocorrência	N. Exemp.
1	Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Aroeira-bugre	Nativa	2
2	Annonaceae	<i>Annona sylvatica</i> A. St.-Hil.	Araticum	Nativa	11
3	Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Mull. Ag.	Guatambú/Amarelinho	Nativa	8
4	Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil	Erva-mate	Nativa	16
5	Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	Nativa	1
6	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Nativa	43
7	Asteraceae	<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	Sucará	Nativa	2
8		<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.)	Vassourão-branco	Nativa	2
9	Bignoniaceae	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-prata	Nativa	4
10		<i>Jacaranda micranta</i> Cham.	Caroba	Nativa	4
11	Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J. E. Mill	Guajuvira	Nativa	1
12	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg	Esporão-de-galo	Nativa	2
13	Celastraceae	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss	Espinheira-santa	Nativa	1
14	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea monosperma</i> Vell	Sapopema	Nativa	2
15	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil	Cocão	Nativa	58
16	Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Mull.Arg.	Laranjeira-do-mato	Nativa	1
17		<i>Sapium glandulosum</i> (L.)	Leiteiro	Nativa	1
18		<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng	Mata-berne	Nativa	26
19		<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. & Downs	Branquilha	Nativa	64
20	Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Angico-branco	Nativa	6
21		<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-vaca	Nativa	4
22		<i>Inga marginata</i> Willd	Ingá-feijão	Nativa	1
23		<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl	Farinha-seca	Nativa	2

24		<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	Nativa	14
25		<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	Nativa	2
26	Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã	Nativa	1
27	Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Canelinha	Nativa	1
28		<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela	Nativa	33
29		<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta	Nativa	1
30		<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	Nativa	2
31		<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	Canela-lageana	Nativa	7
32	Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc	Açoita-cavalo	Nativa	35
33	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Cedro	Nativa	5
34	Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Amora-preta	Exótica	1
35	Myrtaceae	<i>Eugenia rostrifolia</i> D.Legrand	Batinga	Nativa	4
36		<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	Guabiroba	Nativa	1
37	Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw) R. Br	Capororoca	Nativa	5
38		<i>Myrsine ferruginea</i> Spreng.	Capororoquinha	Nativa	7
39	Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.)	Limoeiro-do-mato	Nativa	3
40	Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq	Guaçatunga	Nativa	15
41		<i>Casearia sylvestris</i> Sw	Chá-de-bugre	Nativa	60
42	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk	Chal-chal	Nativa	59
43		<i>Cupania vernalis</i> Cambess	Camboatá-vermelho	Nativa	48
44		<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk	Camboatá-branco	Nativa	58
45	Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fumo-bravo	Nativa	1
N. de Indivíduos Inventariados				Total	625

Fonte: Freitas, A. (2026)

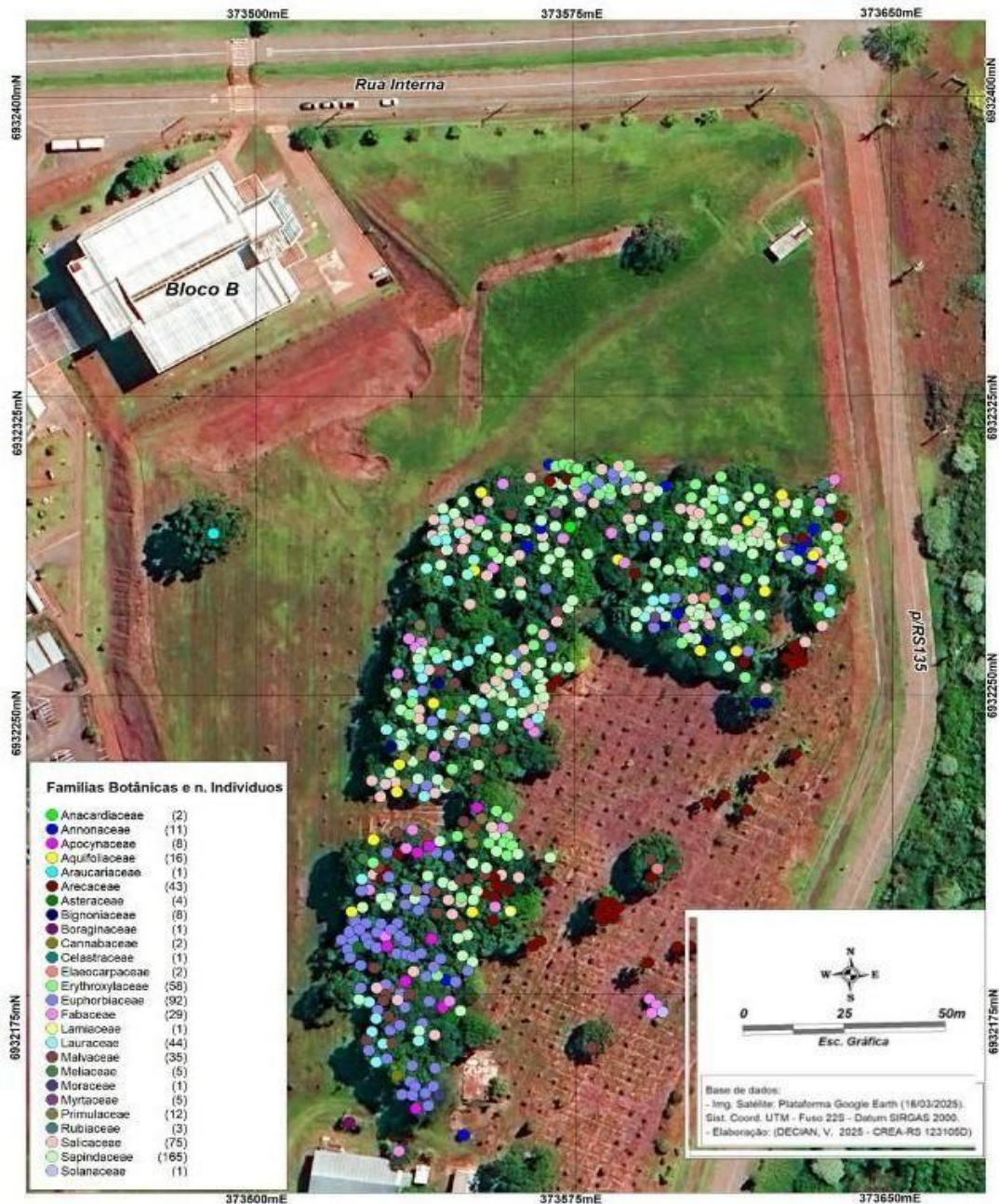
Em relação às ocorrências das espécies, das 625 inventariadas, apenas uma exótica foi encontrada no fragmento, a Amora-preta (*Morus nigra*) da família Moraceae, que apresentou uma densidade baixa, com apenas um indivíduo jovem. Dentre o total de espécies, três são catalogadas com algum grau de ameaça: a Araucária (*Araucaria angustifolia*), listada pela Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB, 2014) e pela Lista Vermelha de Espécies

Ameaçadas da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza ou *International Union for Conservation of Nature*); a Cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), pela Fundação Zoobotânica e pela IUCN; e o Cedro (*Cedrela fissilis*), apenas pela IUCN.

A estrutura ecológica da comunidade foi avaliada por meio do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), que apresentou valor de 2,99, e da Equitabilidade de Pielou (J), cujo valor foi 0,79. O valor de J foi obtido pela razão entre o índice de Shannon e o logaritmo natural da riqueza de espécies ($\ln 45 = 3,81$), permitindo avaliar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies registradas.

Com valores entre 1,5 e 3,5, o índice de Shannon aponta uma diversidade de moderada a alta, típica de formações nativas brasileiras. Embora tenha sido observada a predominância de Branquilha (*Sebastiania commersoniana*), com 64 indivíduos amostrados, a comunidade apresenta distribuição relativamente equilibrada entre as demais espécies. Esse padrão é corroborado pelo índice de equitabilidade, que evidencia elevada uniformidade na abundância das espécies, indicando que, apesar da maior representatividade de espécies secundárias associadas ao histórico de perturbação da área, não há dominância excessiva de uma ou poucas espécies sobre a comunidade.

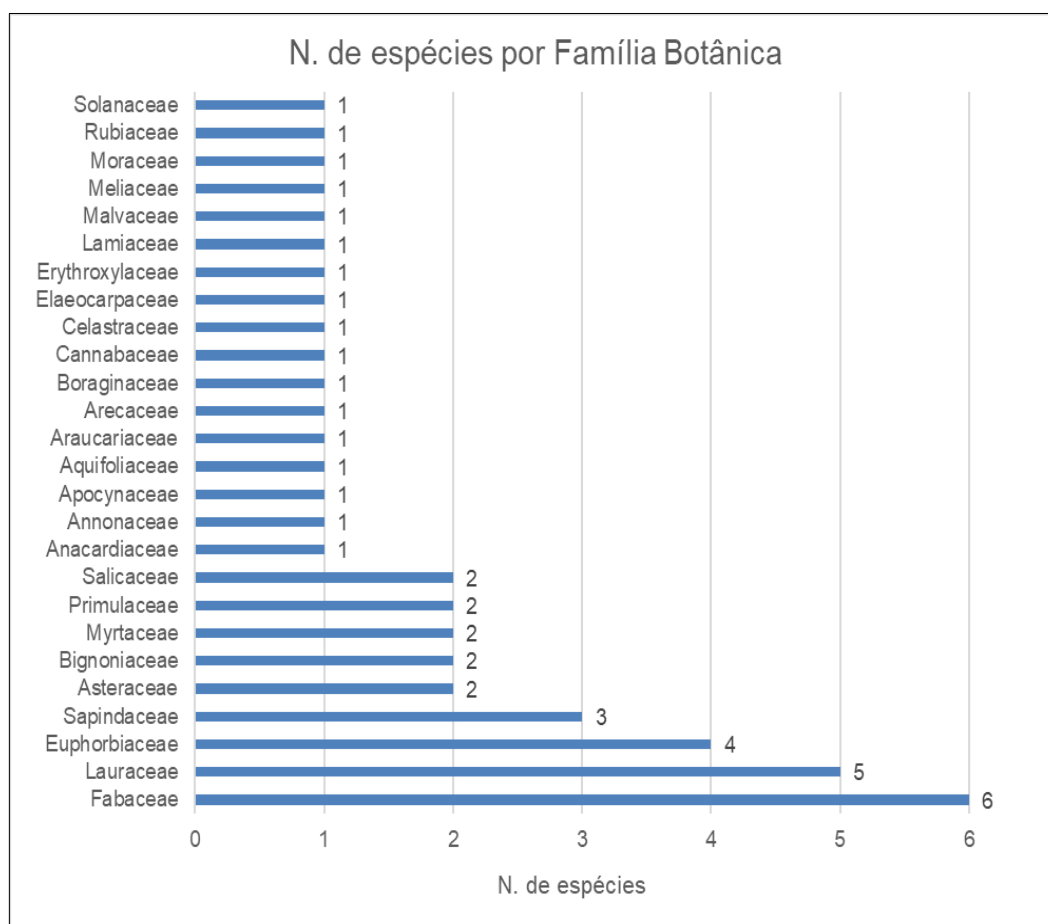
Figura 3 - Localização dos indivíduos inventariados por Famílias botânicas e n. indivíduos por família.



Fonte: Freitas, A.; Coan, C.; Decian, V. (2026)

Dentre as famílias botânicas registradas, as que apresentaram maior riqueza taxonômica foram a Fabaceae, com 6 espécies, Lauraceae com 5 espécies, Euphorbiaceae 4 espécies e Sapindaceae 3 espécies. Quanto às famílias de menor riqueza, 5 apresentaram duas espécies cada e 17 foram representadas por apenas uma espécie, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Riqueza taxonômica e famílias botânicas inventariadas no fragmento.



Fonte: Freitas, A. (2026).

Quando avaliado em nível de família, associando o número de indivíduos inventariados e pertencentes a aquela família, destacou-se a família Sapindaceae com 165 exemplares distribuídos em 3 espécies, seguida pela Euphorbiaceae com 92 indivíduos pertencentes a 4 espécies e a família Salicaceae com 75 exemplares distribuídos em 2 espécies. Embora as famílias Fabaceae e Lauraceae tenham apresentado maior riqueza de espécies, com 6 e 5 espécies, respectivamente, o número de indivíduos registrados foi inferior ao observado para as famílias mais abundantes.

Quanto à estrutura da vegetação, o DAP médio encontrado foi de 26,3 cm, o CAP médio 82,8 cm e uma altura média de 13,8 m, como apresentado detalhadamente no Quadro 2. Esses dados mostram que a vegetação pode ser enquadrada em vegetação secundária em estágio avançado de regeneração, de acordo com a Resolução CONAMA N° 33 de 1994, que define esse estágio como uma vegetação com fisionomia arbórea predominando sobre os demais estratos, formando um dossel fechado e uniforme, de grande amplitude diamétrica, apresentando altura superior a 8 (oito) m e Diâmetro à Altura do Peito (DAP) médio superior a 15 (quinze) cm.

Quanto a biomassa e o carbono estocado da parte aérea, estimou-se um total de 233,088 toneladas e o carbono com 116,544 toneladas. Isso explica que, mesmo que o fragmento não apresenta características totalmente naturais, ele possui um estoque de biomassa e carbono expressivo, que auxilia no sequestro de carbono.

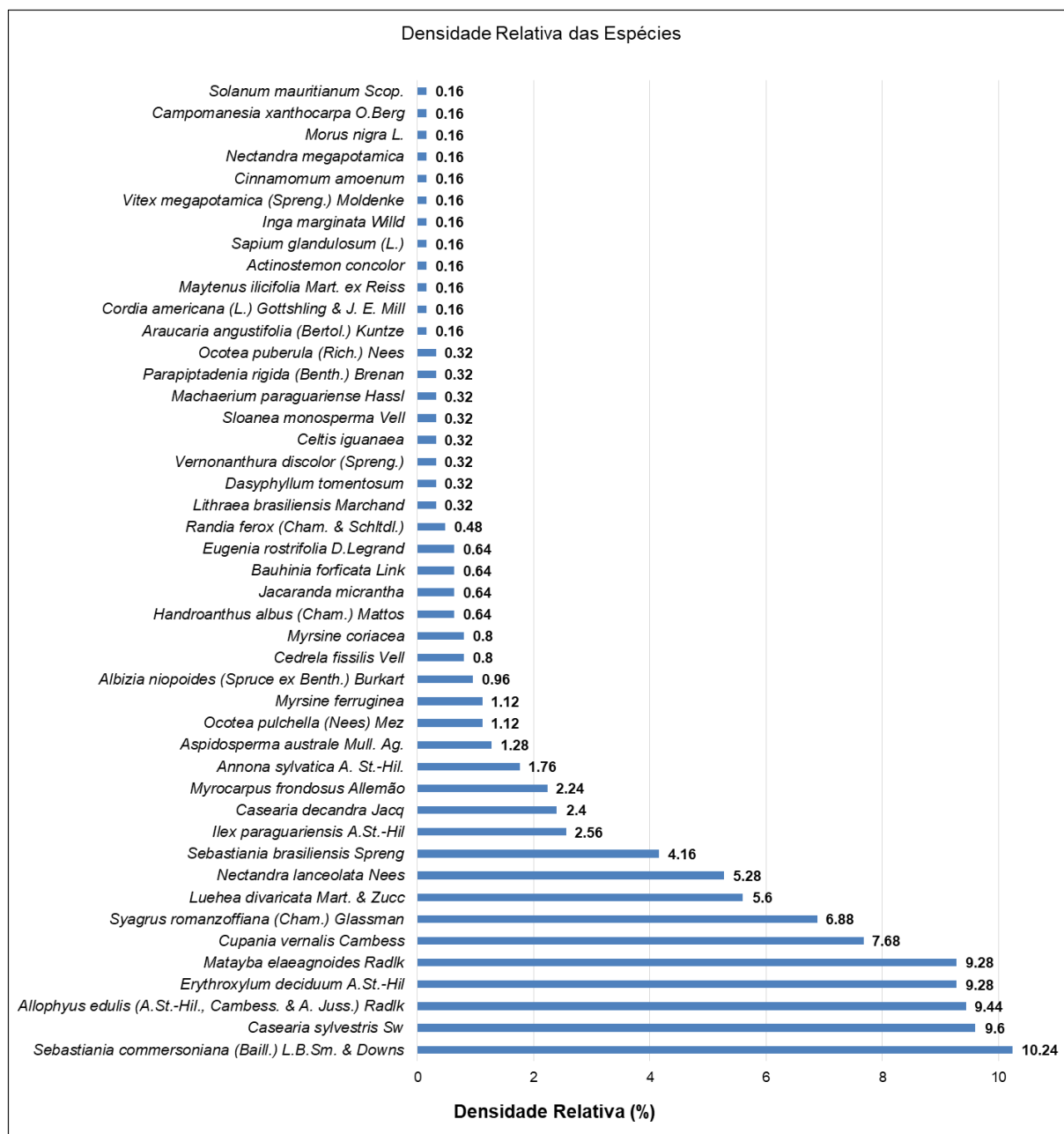
Quadro 2 - Médias gerais das variáveis dendrométricas e da biomassa e estoque de Carbono da parte aérea dos 625 exemplares.

Médias					Volumes		Biomassa	Estoque C
CAP (cm)	CAP (m)	DAP (cm)	DAP (m)	Altura (m)	m³	m.st	Ton.	Ton.
82,8	0,828	26,3	0,263	13,83	404,277	606,416	233,088	116,544

Fonte: Freitas, A (2026)

A densidade relativa é um importante parâmetro fitossociológico, pois permite avaliar a representatividade de cada espécie dentro da comunidade florestal, indicando aquelas que exercem maior influência na estrutura e dinâmica do ecossistema (Guedes; Krupek, 2021). Ao avaliar a Densidade Relativa das espécies, as mais abundantes no fragmento foram as seguintes: com 10,24% de todos os indivíduos inventariados, o Branquilha (*Sebastiania commersoniana*); o Chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*), com 9,6%; o Chal-chal (*Allophylus edulis*), com 9,44%; o Cocão (*Erythroxylum deciduum*) e o Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), com 9,28%; o Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), com 7,68%; o Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), com 6,88%; o Açaita-cavalo (*Luehea divaricata*), com 5,6%; a Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), com 5,28%; e o Mata-berne (*Sebastiania brasiliensis*), com 4,16%. As outras espécies apresentaram menores valores de densidade relativa dentro da comunidade florestal, indicando uma distribuição menos representativa em termos de número de indivíduos no fragmento estudado (Figura 5).

Figura 5 - Distribuição da densidade relativa (%) das espécies arbóreas registradas no inventário florestal do fragmento de Floresta Ombrófila Mista da UFFS.

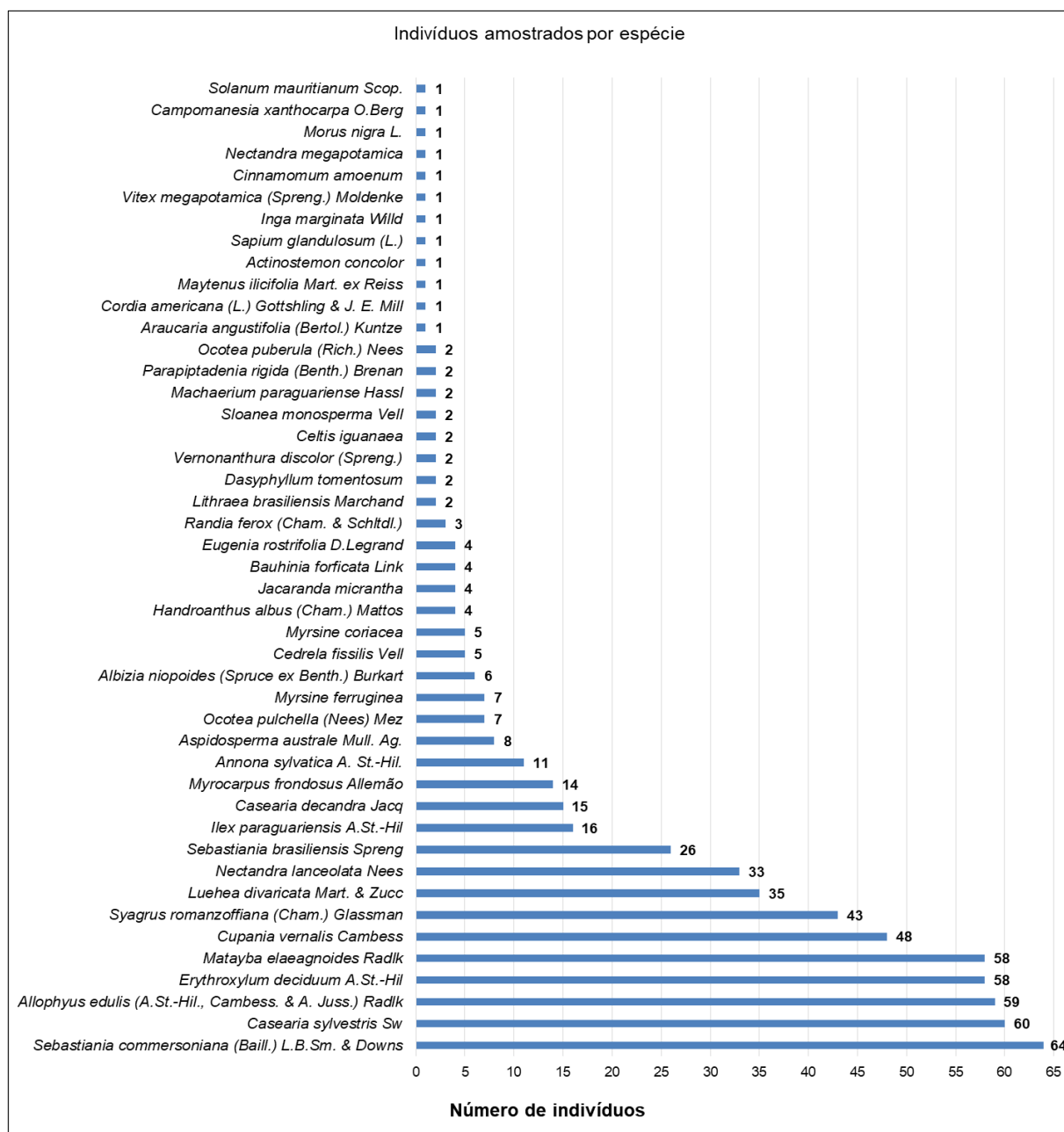


Fonte: Freitas, A. (2016)

A espécie mais abundante foi o Branquilho (*Sebastiania commersoniana*), com 64 indivíduos, seguida pelo Chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*) com 60 exemplares, Chal-chal

(*Allophylus edulis*) com 59 exemplares, Cocão (*Erythroxylum deciduum*) e Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), ambos com 58 indivíduos (Figura 6).

Figura 6 - Número de Indivíduos inventariados por espécie.



Fonte: Freitas, A. (2026)

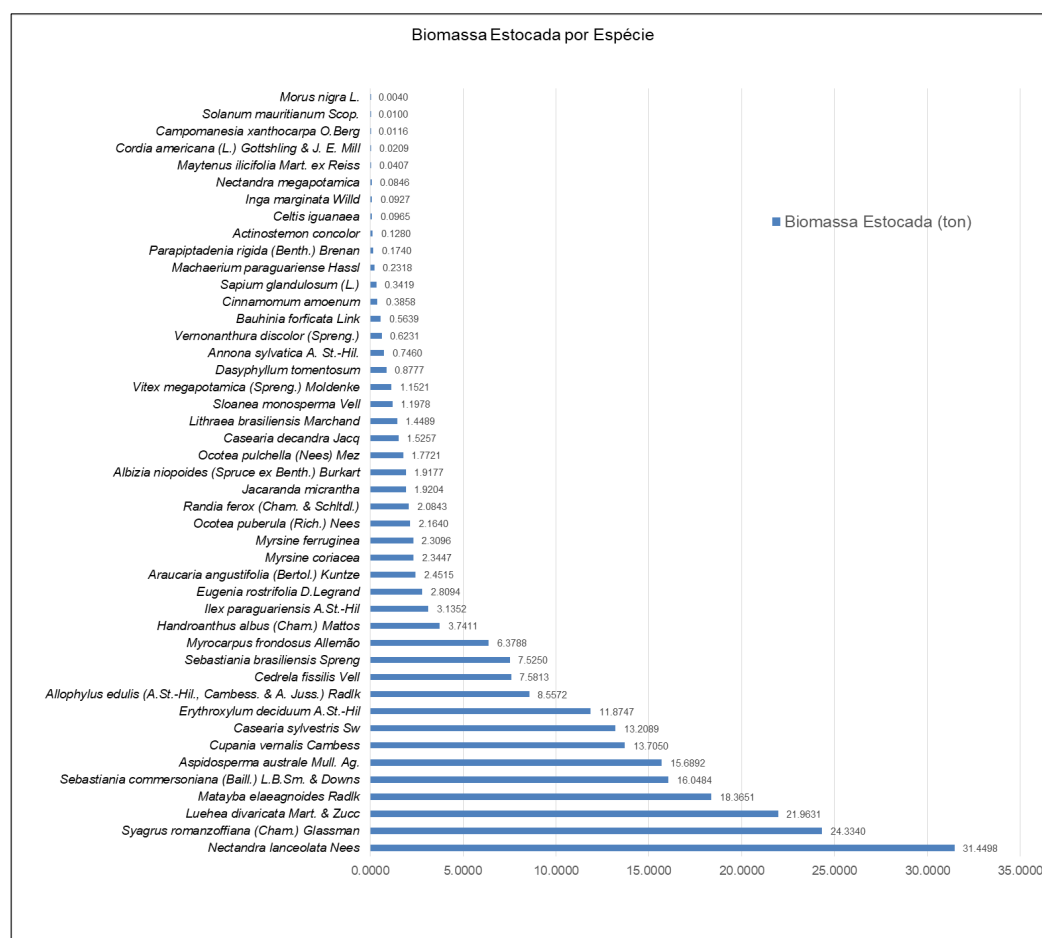
Também se destacaram o Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*) e

Mata-berne (*Sebastiania brasiliensis*), com 48, 43, 35, 33 e 26 indivíduos, respectivamente. A elevada presença destas espécies é característica de áreas em processo de regeneração ou com histórico de perturbação, o que coincide com o histórico da área que foi utilizada como pastagem até 2010.

5.2 ESTIMATIVA DA BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO

A biomassa total dos exemplares inventariados no fragmento foi de 233,088 toneladas. Desse total, a maior quantidade de biomassa estocada na parte aérea correspondeu à Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), com 31,44 toneladas. Em seguida, destacaram-se o Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), com 24,33 toneladas, e o Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), com 21,98 toneladas, o que indica que são espécies dominantes em tamanho, ou seja, os indivíduos grandes com elevado diâmetro e altura ou grande número de indivíduos (Figura 7).

Figura 7 - Biomassa Estocada por espécie florestal do fragmento.



Fonte: Freitas, A. (2026)

Entre as espécies com estoques intermediários de biomassa aérea, situados na faixa entre 18 e 7 toneladas, destacaram-se o Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), com 18,36 toneladas, o Branquilha (*Sebastiania commersoniana*), o Guatambu (*Aspidosperma australe*) com 15,68 toneladas, o Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), com 13,70 toneladas, o Cocão (*Erythroxylum deciduum*) com 11,87 toneladas, Chal-chal (*Allophylus edulis*), com 8,55 toneladas, e o Cedro (*Cedrela fissilis*) também demonstrou uma contribuição significativa. Já as espécies com valores extremamente baixos de biomassa foram Amora-preta (*Morus nigra*) (0,0040 ton), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) com 0,0116 toneladas e a Espinheirasanta (*Maytenus ilicifolia*) com 0,0209 toneladas.

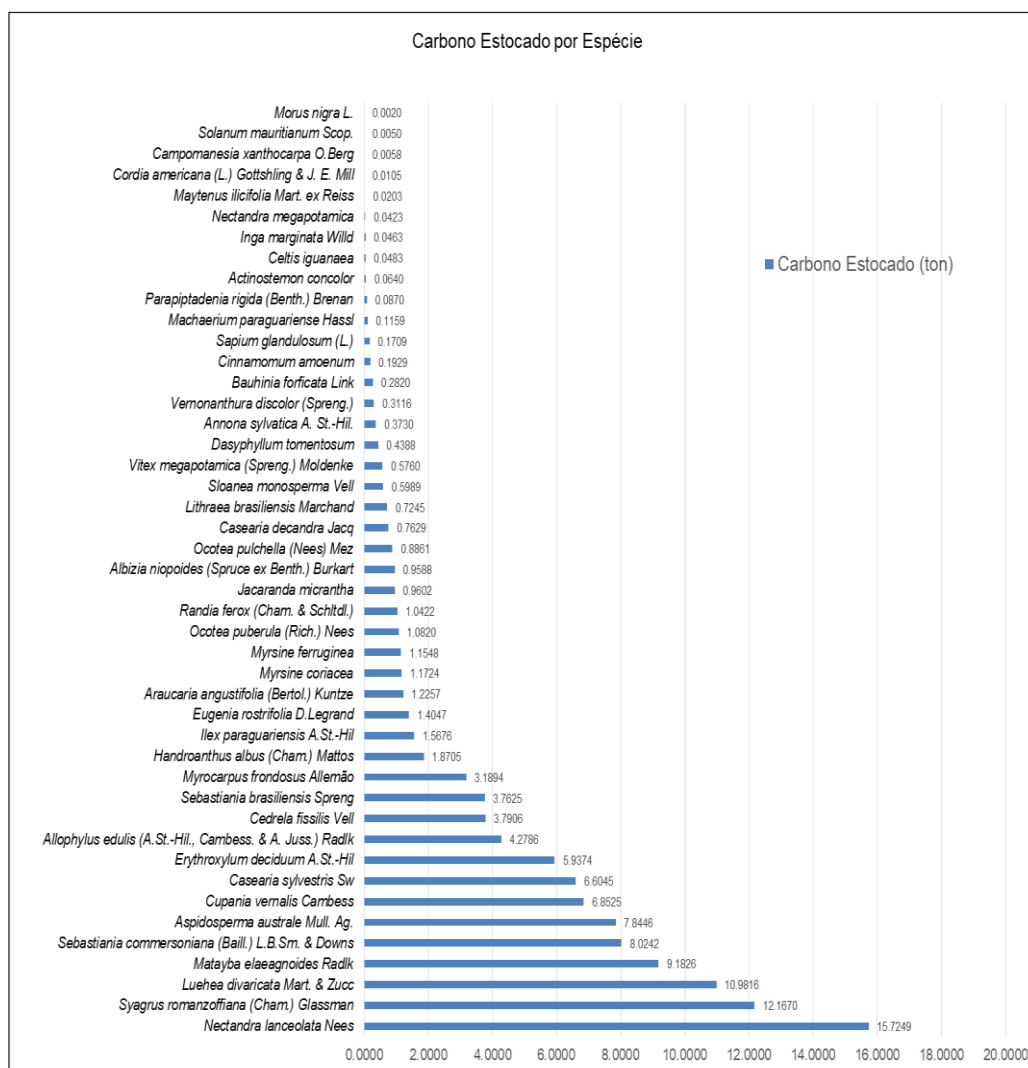
Os valores de estimativas de biomassa e carbono estocados na parte aérea neste estudo refletem a transição ecológica de um fragmento que, apesar da área possuir histórico de perturbação antrópica e que resultou na ausência de sub-bosque, a distribuição da biomassa e do carbono entre as espécies ocorreu de forma heterogênea no fragmento estudado, revelando a expressiva acumulação de biomassa aérea e, conseqüentemente, um relevante estoque de carbono. Esse cenário converge com os padrões descritos por Pertille *et al.* (2026), cujos modelos biológicos indicam que a tipologia de Floresta Ombrófila Mista tende a apresentar elevadas taxas de crescimento diamétrico e volumétrico nos primeiros anos após a cessação de distúrbios.

A Figura 8 mostra as espécies que apresentam maiores estoques de carbono, devido ao seu grande porte e/ou densidade da madeira (DBM), características que contribuem para uma maior capacidade de armazenamento de carbono e, conseqüentemente, para a mitigação dos gases de efeito estufa. A Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*) se destacou com 15,72 toneladas de carbono estocado, seguida pelo Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), retendo um total de 12,16 toneladas de carbono e pela Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), estocando 10,99 toneladas de carbono. A espécie como Branquilha (*Sebastiania commersoniana*) apresenta uma contribuição expressiva com 8,02 toneladas de carbono, vindo em seguida o Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), com 9,18 toneladas de carbono.

Os resultados são semelhantes aos observados por Oliveira *et al.* (2016), que encontraram maiores estoques de carbono associados às espécies de maior porte em uma floresta nativa do sul do Brasil. Os autores verificaram que espécies como Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), Canela-preta (*Nectandra megapotamica*) e Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*) apresentaram elevada contribuição para o estoque de carbono na floresta nativa.

Além disso, destacam que o acúmulo de carbono está relacionado principalmente ao volume de madeira e à estrutura da vegetação. Da mesma forma, as espécies que apresentaram maior estoque de carbono no presente estudo foram aquelas com maior biomassa.

Figura 8 - Carbono estocado por espécie no fragmento florestal.



Fonte: Freitas, A. (2026)

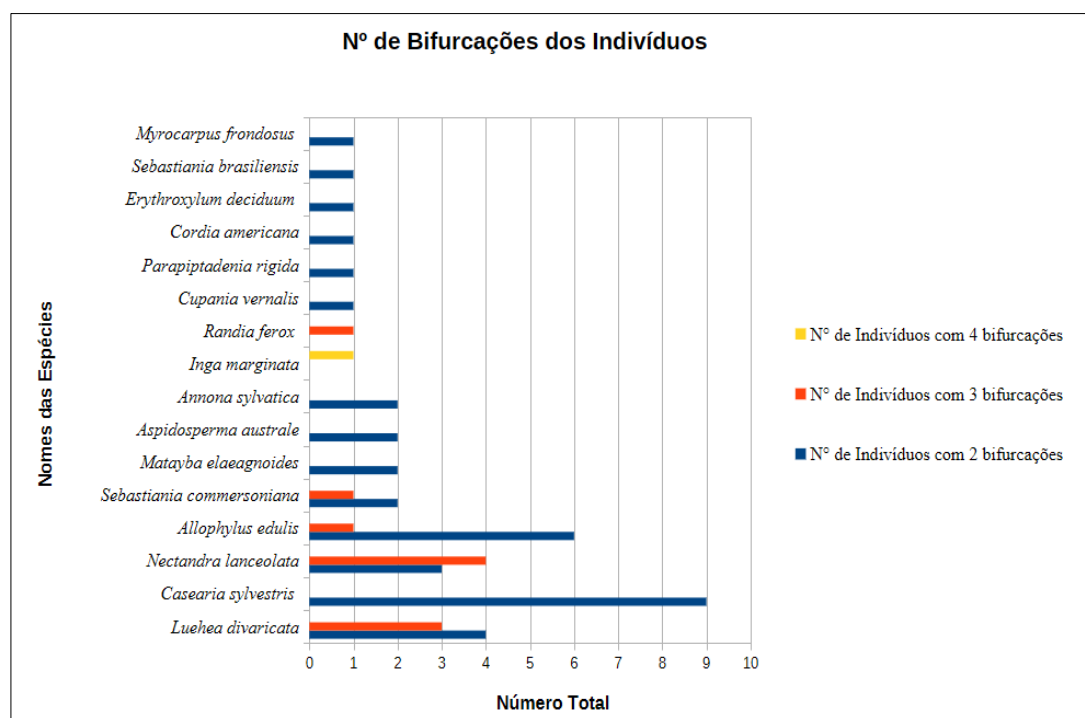
O grupo de espécies com estoques na faixa de 3 a 7 toneladas de carbono é composto por: Camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), que estoca 6,85 toneladas; o Cocão (*Erythroxylum deciduum*), com um total armazenado de 5,93 toneladas; o Cedro (*Cedrela fissilis*), que conta com 3,76 toneladas; a Cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), que contribui com 3,18 toneladas de carbono.

No topo do gráfico de barras encontram-se as espécies que, por serem jovens pouco numerosas na área inventariada, quase não têm impacto no estoque de carbono atual do ecossistema, como a Amora-preta (*Morus nigra*), com o menor valor registrado, fixando apenas 0,0020 toneladas de carbono. Na mesma categoria, a Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) registra apenas 0,0058 toneladas e a Espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), somente 0,0105 toneladas.

Assim como, os estudos de valoração de carbono, frequentemente apontam essa mesma tendência, evidenciando que o estoque de carbono de uma floresta não é ditado exclusivamente pelo número absoluto de árvores, mas sim pela distribuição diamétrica e volumétrica das espécies (Araújo, 2025; Silva *et al.*, 2023).

O destaque da Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*) como o principal componente de biomassa e carbono do fragmento também é explicado pela sua capacidade de adaptação ecológica e estrutura da árvore. A espécie apresentou uma elevada taxa de bifurcações com 18 no total, que variam entre dois e quatro fustes (Figura 9). Do ponto de vista dendrométrico, a bifurcação multiplica a área basal por indivíduo e favorece o desenvolvimento de copas mais robustas, refletindo-se diretamente no acúmulo de biomassa seca aérea.

Figura 9 - Número de bifurcações dos 625 exemplares inventariados.



Fonte: Freitas, A. (2026)

Esse comportamento ecológico explica, por exemplo, o padrão observado na Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*). Embora apresente uma densidade populacional intermediária no fragmento com 33 exemplares, a espécie destaca-se como a principal acumuladora da biomassa, concentrando 31,44 toneladas de biomassa e 15,72 toneladas de carbono fixado na parte aérea, justamente devido ao expressivo porte dimensional de seus exemplares. Em contrapartida, espécies de menor porte individual, como o Branquilha (*Sebastiania commersoniana*), necessitam de uma elevada abundância de indivíduos com 64 árvores para acumular estoques expressivos de 16,04 toneladas de biomassa e 8,02 toneladas de carbono pelo efeito cumulativo da densidade.

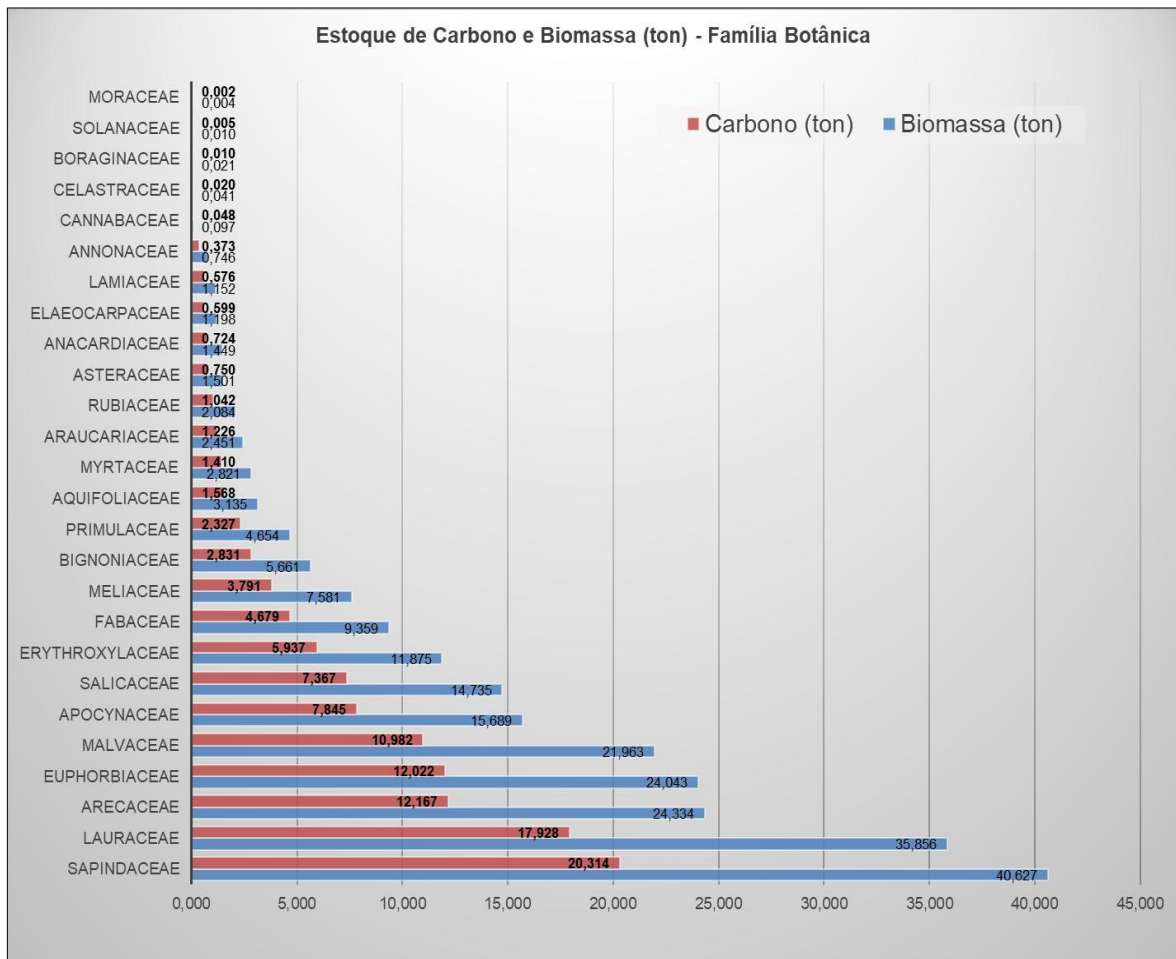
A importância da família Lauraceae também foi evidenciada por Watzlawick *et al.* (2014), embora o método utilizado não seja o mesmo empregado neste estudo, uma vez que os autores avaliaram diretamente os teores de carbono das espécies em laboratório, enquanto o presente trabalho estimou os estoques por meio de métodos alométricos, os resultados mostram tendências semelhantes. Os autores verificaram que espécies da família Lauraceae, especialmente a Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), apresentaram maiores teores de carbono entre as espécies avaliadas.

5.3 ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO E BIOMASSA AÉREA POR FAMÍLIA

Em termos de famílias botânicas, conforme apresentada na Figura 10, destacam-se aquelas que acumulam a maior quantidade de biomassa e carbono na parte aérea. O maior acúmulo de biomassa e carbono foi registrado pela família Sapindaceae, com 40,02 toneladas de biomassa e 20,31 toneladas de carbono respectivamente. A Lauraceae aparece com 35,05 toneladas de biomassa e 17,92 toneladas de carbono, seguida pela Arecaceae, que registra 24,33 toneladas de biomassa e 12,16 toneladas de carbono. A Euphorbiaceae, se destacando com 24,04 toneladas de biomassa e 12,02 toneladas de carbono, a Malvaceae acumula 21,98 toneladas de biomassa e 10,99 toneladas de carbono.

Os valores equilibrados de biomassa, que variam de 5 a 15 toneladas, compõem a estrutura média do fragmento. Nessa categoria, a Apocynaceae apresenta cerca de 15,68 toneladas de biomassa e 7,85 toneladas de carbono, e a Salicaceae registra 14,73 toneladas de biomassa e 7,36 toneladas de carbono. Já a Erythroxylaceae armazena 11,87 toneladas de biomassa e 5,93 toneladas de carbono, enquanto Fabaceae e Meliaceae aparecem logo em seguida, com estoques de biomassa variando entre 7 e 9 toneladas.

Figura 10 - Estimativas de Estoque de carbono e biomassa (ton) por família botânica.



Fonte: Freitas, A. (2026)

As famílias de baixa representatividade, cujos valores de biomassa e carbono são baixos, configuram-se da seguinte forma: a Moraceae apresenta o menor valor visível (0,0080 toneladas de biomassa e 0,0040 toneladas de carbono). Outras famílias, como Solanaceae, Boraginaceae, Celastraceae, Cannabaceae e Annonaceae, apresentam biomassa acumulada abaixo de 1,0 tonelada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros dendrométricos médios registrados no fragmento com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de 26,3 cm e altura de 13,8 m, corroboram estritamente os critérios da Resolução CONAMA nº 33 de 1994 para o enquadramento da vegetação em estágio avançado de regeneração secundária. Esse avanço sucessional ocorre mesmo diante do histórico recente de uso do solo, que serviu como área de pastagem e pastejo bovino até o ano de 2010.

A expressiva abundância de espécies como Branquilha (*Sebastiania commersoniana*), Chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*) e Chal-chal (*Allophylus edulis*) reflete essa trajetória de antropização. O predomínio dessas espécies pioneiras e secundárias iniciais indica uma comunidade que, embora madura em termos de porte estrutural (dossel fechado e uniforme), ainda reflete o histórico de perturbação. Como as florestas secundárias possuem altas taxas de crescimento vegetativo, sua capacidade de fixação de carbono é proporcionalmente mais acelerada do que a de florestas primárias estagnadas o que maximiza o papel do fragmento estudado como sumidouro ativo.

Em termos quantitativos ao extrapolar o estoque total do fragmento (233,088 t de biomassa e 116,544 t de carbono em 2,31 ha) para valores por unidade de área, obtém-se uma média aproximada de 100,90 t/ha de biomassa aérea e 50,45 t/ha de carbono estocado. Esses valores situam-se dentro dos limites gerais esperados para a Floresta Ombrófila Mista (FOM) no Sul do Brasil, o que confirma a adequação do fator de conversão de 0,5 adotado nesta modelagem alométrica, embora tais índices possam variar em função de características locais.

Por fim, o presente estudo constatou que o armazenamento de carbono é diretamente influenciado pela estrutura diamétrica, pelo porte dos indivíduos e pela densidade básica da madeira (DBM). Destaca-se a importância de espécies de grande porte como a Canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), o Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o Açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), que apresentaram a maior contribuição para o estoque de carbono do fragmento. A dominância dessas espécies garante maior relevância na mitigação de gases de efeito estufa (GEEs) no fragmento do que aquelas que apresentam alta densidade de indivíduos, porém com dimensões reduzidas. Dessa forma, conclui-se que a conservação de fragmentos florestais em estágio avançado de regeneração é fundamental para o sequestro de carbono, a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade local e regional.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.G. *et al.* Carbono no solo e no estrato arbóreo em áreas de manejo de florestas nativas no Cerrado. *Nativa*, v. 10, n. 2, p. 230-236, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/363626061>. Acesso em: 08 nov. 2025.

APESSE, R. M. A. *Avaliação da biodiversidade, estoque da biomassa e quantidade de carbono da floresta comunitária de Acodemuzo na Maganja da Costa*. 2025. p. 63. Projeto Final (Licenciatura em Engenharia Florestal). Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2025.

ARAÚJO, Y. R. V.; MOREIRA, Z. C. G.; NEVES, A. I. Estoque de carbono e de biomassa em vegetação com diferentes estágios de regeneração e alterações antrópicas em área urbana. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 8, n. 2, p. 46-61, 2020. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/353> . Acesso em: 02 out. 2025.

CORDEIRO, N. G. *et al.* Variação temporal do estoque de carbono e volume de madeira em um fragmento de cerrado sensu stricto. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 15, n. 28, p. 931-942, dez. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329360948>. Acesso em: 04 out. 2025.

DUTRA, Marie Guerart da Silva. Estoques de biomassa e de carbono em áreas de restauração florestal na Reserva Ecológica de Guapiaçu, 2025. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

FANG, J. *et al.* Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. *Science*, v. 292, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/11916213>. Acesso em: 06 nov. 2025.

FELSEMBURGH, C. A. *et al.* Estimativa de biomassa e carbono de espécies arbóreas e palmeiras em uma via pública no município de Santarém, PA. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, v. 16, n. 11, p. 7449-7463, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/cuadv16n11-039>. Acesso em: 02 nov. 2025

FERRAZ, A. S. *Estimação dos estoques de biomassa e carbono na parte aérea de um fragmento de floresta estacional semidecidual por meio de imagens de satélite IKONOS II*. 2012. p. 103. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

FERRAZ, A. S. *et al.* Estimativa do estoque de biomassa em um fragmento florestal usando imagens orbitais. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 286-296, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.052213>. Acesso em: 03 nov. 2025.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: período 2021– 2022: relatório técnico*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2023.

GUEDES, J.; KRUEK, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa do estado de São Paulo. *Acta Biológica Catarinense*, Joinville, v. 3, n. 1, p. 12-24, 2021. Disponível em: DOI: 10.21726/abc.v3i1.426: Acesso em: 02 de jun. 2026.

GUIMARÃES, M. R. S. *et al.* Perspectivas para estimativa de biomassa viva e estoque de carbono acima do solo em áreas verdes urbanas do domínio Mata Atlântica, Brasil. *Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 41-59, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/366280857> . Acesso em: 03 nov. 2025.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001. Disponível em: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. Acesso em: 25 de Abril de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, IBGE, 2012. p. 275. (Série Manuais Técnicos em Geociências).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE: *The physical science basis*. Genebra: IPCC, 2006. p.1.8. A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Assessment Report, 4. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>. Acesso em: 03 nov. 2025.

KEITH. H *et al.* Estimating carbon carrying capacity in natural forest ecosystems across heterogeneous landscapes: addressing sources of error. *Global Change Biology*, p. 02-37, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/230258951> . Acesso em: 05 nov. 2025.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-2. Gland: IUCN, 2024. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 15 mai. 2026.

MEDEIROS, U. T. O. *Sequestro de carbono florestal para diferentes técnicas de restauração ecológica na Caatinga*. 2024. p. 41. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Programa de PósGraduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/63840>. Acesso em: 05 nov. 2025.

MORAES, A. P. P *et al.* Estimativa do estoque volumétrico e acúmulo de biomassa e carbono em uma floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás. *Biodiversidade Brasileira*, v.15, n. 1, p. 13-24, 2025. Disponível em:

<https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2655> . Acesso em: 04 nov.2025.

NAGATA, G. *et al.* Estoques de biomassa e carbono em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais. In: *MENSUFLO*, 7., 2025, Lavras. Anais VII MENSUFLO: Simpósio de Mensuração e Modelagem de Ecossistemas Florestais. Lavras: UFLA, p. 2-8. 2025.

OLIVEIRA, M. de. *et al.* Biomassa e estoques de carbono em diferentes sistemas florestais no sul do Brasil. *Perspectiva*, Erechim, v. 40, n. 149, p. 9-20, mar. 2016.

PERTILLE, C. T. Modelagem da biomassa e do carbono aéreo de *Eucalyptus* spp. com UAVLIDAR: abordagens por área e por árvore individual. 2026. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de *Ciências Agrárias*, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2026.

RIBEIRO, S. P. N. *Transformações de uso, cobertura e fragmentação da paisagem na Floresta Ombrófila Mista*. 2022. p.79. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração em Ecossistemas Agrícolas e Naturais), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, 2022. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242585> . Acesso em: 04 out.2025.

SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P.; BENEDET MAAS, G. C. The role of forests in climate change. Quebracho – *Revista de Ciencias Forestales*, Santiago del Estero, Argentina, v. 19, n. 1-2, p. 84-96, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48122207009>. Acesso: 28 out.2025.

SANQUETTA, C. R. *et al.* Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 44, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000100006>. Acesso em: 28 out.2025.

SANTOS, L. R.; SANTOS, E. A. dos; FERREIRA, E. J. L. Estimativa da capacidade de estoque de biomassa e carbono da vegetação arbórea de um fragmento do Parque Urbano Tucumã em Rio Branco, Acre. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v. 9, n.17, p.1305-1317, dez. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325323957> . Acesso em: 02 out.2025.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). *Florestas do Brasil: dados e estatísticas 2024*. Brasília, DF: MMA/SFB, 2024. 264 p. Disponível em: <https://www.gov.br/florestal/ptbr/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas>. Acesso em: 03 out. 2025.

SILVA, V. P.G. *et al.* Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 31, p. 1216 –1239, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509836234>. Acesso em: 02 out. 2025.

SILVA, F.H. *et al.* Estimativa do estoque de carbono por métodos indiretos em área de restauração florestal em Minas Gerais. *Scientia Forestalis*, v. 43, n. 108, p. 943-953, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v43n108.18> . Acesso em: 03 nov. 2025.

SILVA, N. L. *Estimativas do estoque de biomassa e carbono em um florestamento multiespecífico na região metropolitana de Maceió, AL*. 2022. 73f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Engenharia Florestal), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2022.

SILVA JÚNIOR, A. R. *et al.* Quantification of above-ground carbon stocks in the Maranhão Amazon. *Revista Brasileira de Geografia Física*, São Luís, v. 17, n. 4, p. 3008-3021, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/382358558>. Acesso em: 03 nov. 2025.

SILVA, V. V. *et al.* Fragmentos de floresta ombrófila mista em diferentes estágios sucessionais: caracterização dendrométrica e determinação da biomassa e carbono. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 22, n. 4, p. 695–704, 2023.

SILVEIRA, P. Estimativa da biomassa e carbono acima do solo em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa utilizando o método da derivação do volume comercial. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 555-568, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rf.v40i4.20330>. Acesso em: 01 nov. 2025

SONEGO, R. C.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 943-955, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062007000400019>. Acesso em: 03 out. 2025.

SOUZA, A. L. Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em floresta estacional semidecidual. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.6, p.1277-1285, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700014>. Acesso em: 07 nov. 2025.

VIEIRA, J. A.; LEMOS, C. F. *Estimativa do estoque de carbono presente na biomassa vegetal arbórea do Parque Municipal Américo Renné Giannetti - Belo Horizonte*. In: SEMINÁRIO DOS ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO, p. 18. Bambuí. IV Seminário dos Estudantes de Pós-Graduação (SEP). Bambuí: Instituto Federal Minas Gerais, Campus Bambuí, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.14387/2513>. Acesso em: 05 nov. 2025.

WATSON, C. *Forest Carbon Accounting: Overview & Principles*, p. 41, 2009. Disponível em: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc226753/> . Acesso em: 03 out. 2025.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.R. Estimativa de biomassa e carbono em floresta com Araucária utilizando imagens do satélite IKONO II. *Ciência Florestal*, v.19, n.2, p. 169-181, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/19805098408>. Acesso em: 06 nov. 2025.

WATZLAWICK, L. F. *et al.* Variação nos teores de carbono orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. *Floresta e Ambiente*, v.18, n.3, p.248-258, 2011.

WATZLAWICK, L. F. et al. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista e efeito do grupo ecológico. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 4, p. 613-620, 2014.