

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

HELOISA RIBEIRO DA
SILVA

**ANÁLISES ESTRUTURAIS E ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO
DO ESTRATO ARBÓREO EM REMANESCENTE DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO NOROESTE DO PARANÁ**

Maringá,
PR 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

HELOISA RIBEIRO DA
SILVA

**ANÁLISES ESTRUTURAIS E ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO
DO ESTRATO ARBÓREO EM REMANESCENTE DE FLORESTA
ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO NOROESTE DO PARANÁ**

Projeto apresentado para autorização de coleta em
Unidade de Conservação apresentado ao Instituto
Água e Terra do Paraná.

Orientador: Mariza Barion Romagnolo

Maringá,
PR 2025

RESUMO

O bioma Mata Atlântica sofre com a degradação antrópica e atualmente detém de somente 10% de sua cobertura vegetal originária, porém mesmo com a alta taxa de fragmentação, ainda é uma grande aliada para os serviços ecossistêmicos, como abrigar a biodiversidade e fazer o armazenamento de carbono. Visto isso, este trabalho objetiva avaliar e estimar os teores de carbono que são estocados pela comunidade arbórea de um fragmento florestal pertencente à Floresta Estacional Semidecidual. O remanescente escolhido é o Parque Estadual de Amaporã, localizado no município de Amaporã no noroeste do estado do Paraná. De início será realizada uma revisão de amostras de espécies arbóreas coletadas e depositadas em plataformas como JABOT e SpeciesLink, bem como coletas locais para enriquecer os dados florísticos locais. Para a coleta de dados fitossociológicos, a área do Parque Estadual de Amaporã será dividida em parcelas de modo aleatório, atendendo o quesito de áreas que apresentam um maior grau de preservação da vegetação e heterogeneidade ambiental, totalizando 20 parcelas de 10 m x 10 m. Em cada uma das parcelas serão amostrados os indivíduos arbóreos com o Perímetro Acima do Peito (PAP) \geq 15 cm, os quais também terão suas alturas totais mensuradas através do hipsômetro digital. Com isso, os dados coletados serão processados no software Fitopac para obtenção dos parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta, densidade relativa e o Índice de Valor de Importância (IVI). Estes dados atrelados servirão de base para a obtenção do Valor de Importância Volumétrico (VIV) e para selecionar as espécies que são mais representativas na área, onde para essas espécies será calculado os parâmetros como: volume e densidade da madeira, biomassa e a estocagem de carbono. Com relação aos dados sobre a densidade básica da madeira serão obtidos pela literatura e para as que não o possuíam serão obtidos em laboratório, seguindo as normas da NBR 11941. Já a obtenção do carbono estocado, será obtida por meio da multiplicação da biomassa do fuste pelo fator 0,47, sendo um método proposto por outros autores para Florestas Estacionais Semidecíduais. Por fim, será realizado o processamento de dados onde será calculado o Valor de Importância de Carbono (VIC) para espécies que são representativas no remanescente. Os dados obtidos serão de grande importância para servir de base para tomadas de decisões que promovam a preservação e a manutenção dos remanescentes da Mata Atlântica.

Palavras-chave: Acúmulo de carbono. Biomassa. Fitossociologia. Floresta Estacional Semidecidual. Inventário Florístico.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
1.1.1	Unidades de Conservação e a Floresta Estadual Semidecidual	8
1.1.2	Metodologia para estudo da vegetação	9
1.1.3	Estocagem do Carbono	10
2.	JUSTIFICATIVA	12
3.	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	12
4.	METODOLOGIA	12
5.	ÁREA DE ESTUDO	12
5.1	LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO	13
5.2	DENSIDADE DE MADEIRA	14
5.3	BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO	15
6.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	16
7.	REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica situada no Brasil é uma das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo e conta com apenas 7,4% da sua cobertura original. Essa ecorregião se estende por parte do Brasil, compreendendo o Paraná desde a região costeira até o interior do estado (MMA; AB’SÁBER, 2003). A Mata Atlântica detém altos índices de biodiversidade e endemismo porém, apesar de possuir elevada importância, está restrita a pequenos fragmentos florestais isolados uns dos outros e compostos por florestas que apresentam crescimento em fases iniciais a médias quando trata-se de sucessão (Ribeiro et al., 2009) e de Unidades de Conservação (UCs) (SOS Mata Atlântica, 2021). No entanto sua fragmentação leva a perda da biodiversidade e ameaça a extinção de espécies (Ribeiro, et al. 2009).

Apesar da distribuição da biodiversidade não ser homogênea por toda a Mata Atlântica devido às diferentes altitudes, temperaturas, a combinação de fatores espaciais e climáticos faz com que haja a ocorrência de grupos únicos de espécies em diferentes áreas (Höfling & Lencioni, 1992). A biodiversidade local abriga um alto número de espécies endêmicas, mesmo com alto nível de fragmentação, isso faz com que a região seja prioritária para a conservação, sendo por tal motivo considerada como “hotspot” de biodiversidade (Whitmore & Sayer, 1994; Newman, 1996; Myers, 1988). A maioria das espécies ameaçadas de extinção habita a Mata Atlântica, incluindo plantas, aves e mamíferos. Com as mudanças globais provocadas pelo aquecimento global, é esperado que esses números aumentem, já que a fragmentação generalizada do habitat dificulta a migração e a colonização de novos indivíduos. Isso torna essencial a persistência das populações e dos indivíduos a longo prazo (Tabarelli, *et al.*, 2003, 2005).

Com isso, se faz necessário a implementação e funcionamento das Unidades de Conservação (UCs). Para conservar a biodiversidade com sucesso, é essencial desenvolver estratégias e ações coordenadas e alinhadas, estruturadas em um sistema de áreas protegidas e as Unidades de Conservação são o melhor mecanismo para preservar os recursos naturais (Hassler, 2005). Para que seja possível diagnosticar áreas prioritárias para a conservação, é necessário que haja estudos relacionados à florística local (Dietzsch et al., 2006; Oliveira et al, 2001; Vilela et al., 2000). Dentre os estudos relacionados a florística, está a fitossociologia, que é definida como a ciência ou conhecimento das comunidades vegetais, serve para explicar os fenômenos que se relacionam com as plantas dentro de unidades ecológicas, sendo uma valiosa ferramenta para a determinação das espécies mais importantes dentro de uma comunidade. Por meio de levantamento fitossociológicos, é possível avaliar a necessidade de

medidas para a conservação e preservação da unidade florestal estudada (Chaves, et al., 2013). Estudos florísticos e fitossociológicos fornecem informações essenciais para orientar o manejo de áreas com base no estágio sucessional e no estado de conservação. Esses dados permitem fomentar a criação e implementação de políticas públicas, programas de educação ambiental e iniciativas de recomposição florestal, além de identificar áreas prioritárias para a conservação (Oliveira et al, 2004; Vilela et al., 2000; Dietzsch et al., 2006).

Embora os levantamentos florísticos tenham se intensificado apenas nos últimos anos, os remanescentes da Mata Atlântica revelam uma diversidade florística extraordinária e um elevado índice de espécies endêmicas. (Mori et al., 1981; Joly et al., 1991; Peixoto, 1991/92; Gentry et al., 1997). A identificação de espécies permite o reconhecimento botânico para que seja possível estudar as espécies vegetais e suas aplicações, sendo de grande importância para pesquisas relacionadas à taxonomia, florística e para estudos da biodiversidade, responsáveis por embasar práticas de conservação e reflorestamento de áreas (Borges et al., 2016). Esses estudos florísticos podem ser utilizados em diferentes áreas do conhecimento, proporcionando dados para pesquisas futuras, pois se mantêm a longo prazo (Eltink et al. 2011).

A importância dos remanescentes da Mata Atlântica encontra-se relacionada diretamente ao bem estar da população humana, pois os remanescentes fornecem serviços ecossistêmicos. Esses serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais podem ser consumidos direta ou indiretamente, cobrindo uma escala local ou global, e são indispensáveis para a sustentar e manter o ecossistema (Bolund & Hunhammar, 1999; Costanza *et al*, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Parron, 2015). Segundo Parron *et al.* (2015), o funcionamento dos ecossistemas é afetado pelas múltiplas interações dos mais variados tipos de serviços ambientais, sendo uma rede ligada e altamente complexa. A autora ressalta que para regiões agrícolas, quando há a promoção de recuperação da cobertura vegetal há também a contribuição para a redução da erosão do solo e aumento da capacidade de captura e armazenagem de carbono, que em tese pode ser aplicado para regiões florestais (Parron *et al.*, 2015).

Desses serviços ambientais fornecidos pelas florestas, relacionadas às florestas tropicais, autores como Fearnside (2006) e Forster e Melo (2007) ressaltam o de manutenção dos estoques de carbono. A redução intensiva das florestas tropicais implica em maiores concentrações de CO₂ na atmosfera e nas últimas décadas a redução foi responsável por emitir cerca de 24% das emissões globais, provenientes da queima de combustíveis fósseis (Houghton, 2005). Estudos recentes (Melo e Durigan, 2006; Cunha *et al.*, 2009; Ribeiro, *et al.*,

2010) abordam a fixação de carbono em florestas remanescentes pertencentes a Mata Atlântica, visam avaliar o potencial das florestas tropicais para a redução das emissões de carbono atrelado a práticas de conservação e restauração de fragmentos e áreas degradadas.

Gaspar *et al.* (2014) e Meira *et al.* (2020) indicam que as formações florestais do bioma Mata Atlântica possuem um papel importante para a redução de emissões de CO₂ e precisam ser consideradas em projetos relacionados a preservação e conservação, tanto de fragmentos florestais quanto para áreas degradadas. Sendo assim, para que os remanescentes contribuam para a fixação de carbono, é necessário instaurar programas de restauração além de visar a recuperação da biodiversidade destes ambientes (Melo e Durigan, 2006; Montagnini e Porras, 1998; Silver *et al.*, 2000).

O estudo se faz necessário para entender como o estoque de carbono acontece em seus diversos compartimentos e como acontece o fluxo de carbono no ecossistema florestal (Boina, 2008; Gaspar *et al.*, 2014). Deste modo, os estudos fitossociológicos são essenciais para fornecer diretrizes conceituais para que haja a restauração florestal e para que seja possível entender a dinâmica do carbono nessas áreas e o potencial de armazenamento de carbono nos indivíduos (Morellato e Haddad, 2000) e esses dados atrelados a equações alométricas resultam na capacidade natural que as espécies possuem em sequestrar o CO₂ da atmosfera. Com a obtenção do conhecimento da estrutura e dinâmica do remanescente e/ou fragmento da Mata Atlântica, pode-se utilizar de espécies para a recomposição que sigam o critério relacionado com a capacidade natural de que as espécies possuem de sequestrar CO₂ da atmosfera, isso faz com que a restauração seja atribuída a estocagem de uma maior quantidade de carbono atmosférico (Gaspar *et al.*, 2014). Esses dados podem ser utilizados para incrementar ações relacionadas ao manejo, a aplicação de políticas públicas, a ações de manutenção e preservação destas áreas.

Com isso, este trabalho tem origem na questão se os estoques de carbono mantidos pelas espécies nativas e exóticas em áreas de floresta do bioma da Mata Atlântica, contribuem com os serviços ecossistêmicos que se relacionam com a mitigação dos gases do efeito estufa. Se comprovado que essas áreas fornecem efetivamente esses benefícios, poderão estimular futuras pesquisas sobre a possibilidade de comercialização de créditos de carbono a partir desses remanescentes. Esse cenário destaca a importância ecológica e econômica das áreas verdes para a sociedade.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.2 Unidades de Conservação e a Floresta Estacional Semidecidual

A região da Mata Atlântica possui cerca de 9,1% do seu território original protegido em unidades de conservação, porém apenas 2% desse total é inserido em unidades de conservação de proteção integral. No decorrer dos anos, foram criadas mais de 60 unidades de conservação públicas de proteção integral, tanto de âmbito federal quanto estadual, localizadas em regiões biologicamente importantes. Mesmo com os esforços para a criação de novas unidades de conservação de modo planejado e integrado, não há a ampliação de forma significativa da rede de proteção integral de como se esperaria de uma região que possui alto índice de diversidade biológica (Da Silva *et al.*, 2016). Além de implementar Unidades de Conservação em territórios ameaçados, há a necessidade de realizar estudos nessas áreas a fim de conhecer e caracterizar a biodiversidade local.

Estudos relacionados à distribuição das espécies permitem que haja a identificação de áreas mais importantes para a conservação da biodiversidade, como o estudo de Bencke *et al.* (2006) que identificou 163 áreas importantes para a conservação da avifauna da Mata Atlântica. A maior disponibilidade de informação tem permitido a avaliação do *status* de conservação da flora nacional, mostrando que o bioma da Mata Atlântica detém o maior número de espécies ameaçadas (Martinelli *et al.*, 2013). A avaliação da avifauna e da flora estimulou análises similares para outros grupo biológicos, e com isso a estratégia de delimitação de áreas-chave para a biodiversidade, as denominadas *Key Biodiversity Areas* ou KBAs, que são áreas definidas pela ocorrência de espécies endêmicas ou restritas e que são ameaçadas globalmente, podendo ser manejadas e delimitadas para conservação (Eken *et al.*, 2004).

A Mata Atlântica do estado do Paraná está dividida em três unidades fitoecológicas, denominadas em Floresta Ombrófila Densa (FOD), Floresta Ombrófila Mista (FOM) e Floresta Estacional Semidecidual (FES). Ocorrem no estado no extremo leste conectado a Serra do Mar (FOD), no planalto a oeste da Serra do Mar (FOM) e no Norte e Oeste do estado e nos vales de rios (FES) (Campanili & Prochnow, 2006). A biodiversidade da Mata Atlântica paranaense possui desafios relacionados à conservação, preservação e manutenção, devido a grande perturbação antrópica ocorrida na região (Chaves, 2013). Por mais que haja esforços para a implementação de novas Unidades de Conservação do Estado, ainda há regiões que são

pouco contempladas por áreas protegidas (Plano de Manejo do Parque Estadual de Amaporã, 2015).

Por isso, estudos relacionados a florística, fitossociologia e sobre os componentes arbóreos contido em uma região, pode ser um fator decisivo para a aplicação de técnicas de manejos dessas áreas, fator importante para o processo regeneração das comunidades arbóreas, tanto em relação com a flora quanto a fauna (Chaves, 2013) e imprescindíveis para a proteção de remanescentes e áreas que ainda não são protegidas por UCs. Dentre as ferramentas disponíveis para compreender a comunidade e dinâmica de formações vegetacionais, estão inseridos os estudos de composição florística e da estrutura fitossociológica (Chaves *et al.*, 2013). Com dados florísticos e de fitossociologia é possível realizar estudos comparativos entre formações vegetacionais e pode contribuir para a preservação da biodiversidade em âmbito regional e global (Cano & Stevenson, 2009).

1.1.3 Metodologia para estudo da vegetação

Para compreender a dinâmica florestal, se faz necessário buscar métodos que quantifiquem e avaliem os recursos florestais. Os estudos iniciais sobre a dinâmica florestal estão relacionados a estudos quantitativos baseados somente na observação de características sem visar a sua medição (Curtis & McIntosh, 1950). Porém, a observação por si só não detém a mesma precisão que as demais unidades de medida quantitativa, como contagem e pesagem, e por isso, foram criados métodos para que os dados coletados em campo pudessem ser avaliados estatisticamente e dentre os atributos mensurados considerados estão: a mensuração de tamanho, abundância e distribuição espacial (Curtis & McIntosh, 1950). Essas mensurações podem ser utilizadas a partir de inventários florestais e a partir de levantamento fitossociológicos, se incrementa um banco de dados que permite entender a estrutura, a composição e a dinâmica da vegetação estudada, onde o principal resultado é embasar métodos de manejo (Jardim & Hosokawa, 1986/87).

Visto isso, os levantamentos florísticos são a principal ferramenta para a identificação de espécies que ocorrem nas diferentes localidades geográficas, sendo de grande importância para o conhecimento de um ecossistema, fornecendo informações básicas para estudos, sejam eles atuais e/ou futuros por meio de materiais testemunhos depositados em herbários e plataformas digitais, disponíveis para que demais pesquisadores utilizem em outros estudos (Guedes-Bruni *et al.*, 1997; Rodal *et al.*, 2013). Dentre suas aplicações, os estudos florísticos são de grande importância para a execução e planejamento de projetos que visam a

conservação, isso porque os dados resultantes da pesquisa são de importância para o conhecimento da flora na área de estudo, trazendo informações sobre a diversidade, ecologia, distribuição de espécies e suas limitações relacionadas à capacidade de recuperação e regeneração a partir de dados qualitativos dos recursos presentes (Maracajá *et al.*, 2003; Zipparro *et al.*, 2005). Por fim, há uma necessidade de entender a relação entre a diversidade florística e o estoque de carbono em florestas tropicais, pois corroboram políticas de preservação e conservação que estão relacionadas com as emissões de CO₂, visto que há poucos trabalhos que atrele essa relação (Alves *et al.*, 2010; Gaspar *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2017).

1.1.4 Estocagem do Carbono

As florestas desempenham um papel crucial no sequestro de carbono, processo pelo qual, através da fotossíntese, absorvem dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera e o armazenam na forma de matéria orgânica em seus diversos órgãos. Essa função é essencial para o equilíbrio do carbono global, pois as florestas atuam como importantes reservatórios, ajudando a reduzir os níveis de CO₂ na atmosfera, um dos principais gases responsáveis pelo efeito estufa. Dessa forma, contribuem significativamente no combate às mudanças climáticas (Boina, 2008; Gaspar *et al.*, 2014; Pan *et al.*, 2011). Contudo, a degradação e a fragmentação dos ecossistemas naturais devido à ação humana, como exploração descontrolada de recursos, têm intensificado a concentração de gases de efeito estufa (GEE), principalmente o CO₂, provocando alterações climáticas globais (Nossack *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2010; Ziemmer *et al.*, 2016).

A degradação de áreas verdes, como a Mata Atlântica, reduz a capacidade dessas florestas de manter o equilíbrio do estoque de carbono global, agravando as mudanças climáticas. Diante disso, esforços como as iniciativas de Redução de Emissão por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), que incentivam a mitigação da concentração de GEEs e a restauração de áreas degradadas, são indispensáveis (Biona, 2008; Pan *et al.*, 2011). A necessidade de conservar os remanescentes florestais e implementar estratégias eficazes para sua recuperação é evidente, pois a restauração dessas áreas permite o retorno de serviços ecossistêmicos essenciais ao equilíbrio ambiental (Chazdon, 2008; Gaspar *et al.*, 2014; Lamb *et al.*, 2005; Young, 2000).

O processo de estocagem de carbono acontece a partir da capacidade que as plantas possuem de capturar o CO₂ atmosférico e fixá-lo em forma de compostos orgânicos e estima-se que florestas no mundo possuam até 80% do carbono estocado acima do solo e os demais estocado abaixo do solo, como nas raízes e na serapilheira (Dixon *et al.* 1994; Saatchi *et al.*, 2011). Dentre dos aspectos que tornam as florestas tropicais um dos biomas mais importantes está sua capacidade de atenuar as mudanças climáticas, pois coletivamente, elas são capazes de sequestrar e estocar mais carbono da atmosfera do que as demais florestas das regiões temperadas e/ou boreais. Mesmo tendo papel crucial no fluxo do carbono no planeta, as florestas tropicais sofrem com a exploração e o crescente desmatamento. Porém, quando se encontram estruturalmente intactas, são capazes de sequestrar metade da absorção global de carbono ao longo dos anos, retirando cerca de 15% das emissões antropogênicas da atmosfera (Pan *et al.*, 2011; Saatchi *et al.*, 2011).

A redução da Mata Atlântica é impulsionada pelos efeitos antropogênicos, mesmo sendo o quarto bioma com maior extensão no Brasil, chegando a aumentar em 40% o desmatamento (SOS Mata Atlântica, 2021). Arelado a isso, a redução das florestas impulsionam maiores emissões de carbono, o que ocasiona o aumento da concentração do gás na atmosfera (Gaspar *et al.*, 2014). Estudos demonstram a importância da preservação e melhora nas práticas de manejo do bioma, principalmente relacionadas ao reflorestamento (Melo *et al.*, 2006).

Autores propõem cenários que avaliam as alterações no estoque de carbono do bioma em função das mudanças antropogênicas e do manejo, corroborando com a expectativa de que o bioma possui um elevado potencial de estocar carbono nas próximas décadas (Boddey *et al.*, 2006; Carvalho *et al.*, 2010). Estudos realizados por autores como Amaro *et al.*, (2013); Gaspar *et al.*, (2014); Meira *et al.*, (2020); Mello *et al.*, (2020); Nicoletti *et al.*, (2015); Ribeiro *et al.*, (2010); Sanquetta *et al.*, (2003, 2019) e Torres *et al.*, (2017) apresentam estimativas de estoque de carbono em diferentes florestas estacionais. No trabalho de Meira *et al.*, (2020), realizado em Laranjeiras, no Oeste de Sergipe (SE), a quantificação da biomassa e do teor de carbono foi estimado pelo método indireto, aumentando dos anos de 2014 e 2015 para o ano de 2016, sendo respectivamente 15,64 t.ha⁻¹ e 6,44 t.ha⁻¹, 18,44 t.ha⁻¹ e 7,59 t.ha⁻¹ e 21,13 t.ha⁻¹ e 8,70 t.ha⁻¹. Como resultado do estudo, o incremento periódico anual (IPA) obtido foi de 2,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para a biomassa e 1,1 t.ha⁻¹.ano⁻¹ para o carbono. Em Gaspar *et al.*, (2014)

2. JUSTIFICATIVA

Apesar da diversidade de estudos realizados em fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais (FES), ainda há uma significativa lacuna de informações sobre a estrutura da vegetação arbórea e os parâmetros fitossociológicos dessas áreas. Essa carência dificulta a compreensão de seu papel ecológico, especialmente considerando que as FES são fundamentais para o estoque de carbono, mesmo que muitas delas existam apenas em fragmentos. Nesse contexto, torna-se essencial a realização de estudos que relacionem a estrutura florestal com a quantificação de carbono em indivíduos locais. Esses dados podem subsidiar estratégias de conservação e recuperação, fortalecendo ações que garantam a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados por essas áreas.

3. OBJETIVO GERAIS E ESPECÍFICOS

Este trabalho tem como objetivo geral: analisar e estimar os teores de carbono armazenados localmente pela comunidade do estrato arbóreo de um fragmento florestal pertencente à Floresta Estacional Semidecidual. E como objetivos específicos:

- Realizar o levantamento florístico e estrutural do componente arbóreo de um fragmento florestal;
- Calcular a biomassa do fragmento florestal a partir de métodos não destrutivos;
- Estimar os teores de carbono estocado na comunidade arbórea do fragmento florestal a partir de métodos não destrutivos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS (METODOLOGIA)

4.1 Área de estudo

O Parque Estadual de Amaporã está localizado no município de Amaporã, na porção noroeste do estado do Paraná, situada geograficamente entre as coordenadas 23° 03' 45" de latitude sul e 52° 48' 45" de longitude oeste (Figura 1) (Governo do Estado do Paraná, 1996). Compreende uma área de 204,56 ha e dispõe de trilhas para caminhadas, áreas de camping, lagos e outras infra-estruturas. Tem como principal via de acesso a rodovia PR-218, Na região em 1956 foi criada uma unidade florestal que foi incluída para a proteção de matas e

vegetação entre os municípios de Cascavel e Paranaíba. O Parque Estadual (PE) de Amaporã, anteriormente denominado Reserva Florestal de Jurema, é uma das poucas áreas de proteção que foram criadas e implantadas, sendo transformada em PE em 2011 pelo Decreto Estadual nº 280.



Figura 1. Mapa adaptado de GeoPR - Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado do Paraná. Disponível em: <<https://geopr.iat.pr.gov.br/portal/home/webmap/viewer.html?layers=ad8e339c4ca9416b9abda1c08e15a4be>>. 1a. Município de Amaporã; 1b. Parque Estadual de Amaporã.

4.2 Levantamento florístico e Estrutura da Vegetação

Para realizar o levantamento florístico será realizado previamente uma revisão de amostras coletadas e depositadas no JABOT e SpeciesLink, por meio de uma consulta online. Em complemento, serão realizadas coletas pelo método de busca ativa de amostras de indivíduos arbóreos, preferivelmente em estágio reprodutivo. As amostras coletadas serão herborizadas e incorporadas ao Herbário da Universidade Estadual de Maringá (HUEM), bem como serão identificadas em nível de espécie, quando possível, por meio de consultas bibliográficas, consulta a especialistas e com o auxílio de acervos digitais. O nome das espécies, bem como família e demais abreviaturas e citações serão consultadas através do Flora do Brasil 2020 (2022).

Para analisar a estrutura do estrato arbóreo do Parque Estadual de Amaporã, serão

estabelecidos vinte transectos radiais paralelos uns aos outros com uma distância de 100m. Em cada um desses transectos serão distribuídos de quatro a cinco parcelas de 10 m x 10 m, totalizando 100 m², a uma distância de 50 metros. Em cada parcela serão amostrados os indivíduos arbóreos com o perímetro à altura do peito (PAP) \geq 15 cm. A altura total (Ht) será mensurada com o uso do hiposômetro digital unido ao uso de uma trena laser, para que a distância entre o observador e a árvore seja precisa. Com relação a diversidade do Parque Estadual de Amaporã para outras áreas, será calculado o índice de Shannon-Weaver (H') e o valor de equabilidade de Pielou (J), considerando as proposições de Magurran (1988). O software UTM GeoMap será utilizado para marcar as coordenadas, a localização e a metragem tanto das parcelas quanto dos transectos. O FITOPAC versão 2.1 (Shepherd, 2010) será utilizado para analisar os dados de estrutura, obtendo dados e parâmetros fitossociológicos referentes à densidade relativa (RelDe), densidade absoluta (AbsDe), dominância relativa (RelDo), dominância absoluta (AbsDo), frequência relativa (RelFr), frequência absoluta (AbsFr) e índice de valor de importância (IVI).

4.3 Densidade de Madeira

A densidade básica da madeira será obtida através da literatura e do banco de dados *Tree functional attributes and ecological database* (2023), juntamente com o Inventário Florestal de Santa Catarina (Carvalho, 2003). Para as espécies que não possuem dados publicados, espera-se ter dados para realizar uma média entre o gênero ou família para utilizar como referência de densidade. Os dados de densidade da madeira serão tratados conforme os estudos de: Ferreira (2014); Da Silva *et al.* (2015); Silveira *et al.* (2013); Melo *et al.* (1990) e Vale *et al.* (2002). A classificação da densidade será através de Densidade do Tipo Leve para aqueles com densidade $< 0,500$ g/cm³; Densidade do Tipo Intermediário para aqueles com densidade entre $> 0,500$ até $0,700$ g/cm³ e Densidade do Tipo Dura para aqueles com densidade $> 0,700$ g/cm³. O diâmetro acima do peito (DAP) será agrupado em classes diamétricas de 10 em 10 centímetros até ≥ 50 cm.

4.4 Biomassa e Estoque de Carbono

Com relação a quantificação da biomassa aérea do estrato arbóreo será obtida através de modelagem alométrica proposta por Chaves *et al.* (2014) feita para florestas pantropicais, onde essa modelagem consiste em um método não destrutivo de mensuração da biomassa obtido através da seguinte fórmula:

$$BAS = 0,0673 * (\rho * DAP^2 * Ht)^{0,976}$$

Na fórmula “BAS” corresponde a biomassa acima do solo em quilogramas; “ ρ ” corresponde a densidade da madeira em g/cm³; “DAP” corresponde ao diâmetro acima do peito (1,30 m do solo) em centímetros; e “Ht” corresponde a altura total do indivíduo em metros. Por fim, a mensuração do carbono estocado nos indivíduos arbóreos será feita por meio da multiplicação do valor da biomassa pelo fator 0,47 de acordo com o IPCC (2006). Para que se tenha valores de toneladas por hectare, será necessário dividir os valores obtidos da mensuração do carbono pelo número de parcelas.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Período	2025												2026												2027												2028			
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J			
Coletas no Parque Estadual de Amaporã	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Elaboração do relatório de resultados parciais													x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
Apresentação do relatório de resultados parciais																																								
Elaboração do relatório de resultados finais																																								
Apresentação do relatório de resultados finais																																						x	x	x

6. REFERÊNCIAS

Ab'SABER, A. N. Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo; Ateliê, 2003.

Almeida, C. M. S. *et al.* Composição florística e análise fitossociológica de uma floresta secundária da RPPN Santa Fé, Alagoas. 2022.

Alves L.F. *et al.* Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology and Management*, v. 260(5), p. 679-691, 2010

Amaro, Marco Antonio *et al.* Estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 37, p. 849-857, 2013.

Bencke, G. A. *et al.* Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil: Parte 1 – Estados do Domínio da Mata Atlântica. São Paulo: Save Brasil, 2006, p. 494

Boddey, R. M. *et al.* Potential of carbon sequestration in soils of the Atlantic Region of Brazil. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, p.305-347, 2006.

Boina, A. Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em floresta estacional semidecidual. Tese de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Viçosa. Vale do Rio Doce, Minas Gerais. 2008.

Bolund, P. & Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, v. 29, n. 2, p. 293–301.

Borges, K. C. A. S., *et al.* 2016. Identificação botânica e lâminas histológicas. [livro eletrônico] Volta Redonda: FOA, 72 p. il. ISBN: 978-85-5964-007-6

- Câmara, I.G. 1991. Plano de Ação para a Mata Atlântica. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica.
- Campanili, M.; Prochnow, M. (org). Rede de ONGs da Mata Atlântica. Mata Atlântica: uma rede pela floresta. Brasília: RMA, p. 332, 2006.
- Cano, A.& Stevenson, P. R. (2009) Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Caparú, Vaupés. *Colombia Forestal*.12, 63-80.
- Carvalho, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.
- Carvalho, P. E. R. (2003). Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas.
- Change, I. P. O. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Kanagawa, Japan.
- Chaves, A.C.G. *et al.* A importância dos levantamentos florístico e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas. *ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.
- Chaves, J. *et al.* (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190.
- Chazdon, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.
- Costanza, R., *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (15), 253–260.

Cunha, G. M. *et al.* Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da mata atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 1175-1185, 2009.

Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, v. 31, n. 3, p. 434-455, 1950.

Da Silva, C. J.; Do Vale, A. T.; Miguel, E. P. (2015). Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de Cerradão no estado de Tocantins. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 35(82), 63-75.

Da Silva, J. M. *et al.* Conservação da Mata Atlântica brasileira—um balanço dos últimos dez anos. de Carvalho Cabral, D., Bustamante, AG (Eds.), 2016.

Dietzsch, L. *et al.* Caracterização da flora arbórea de dois fragmentos de mata de galeria do Parque Canjerana, DF. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 3, p. 201-210, 2006.

de Abreu Vilela, E. *et al.* Caracterização estrutural de floresta ripária do Alto Rio Grande, em Madre de Deus de Minas, MG. *Cerne*, Lavras, v. 6, p. 41–54. 2000.

De Carvalho Cabral, D.; Bustamante, A. G. (Ed.). *Metamorfoses florestais: culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica*. Editora Prismas, 2016.

Dixon, R.K.; Browns, S.; Houghton, R.A.; Solomon, A.M.; Trexler, M.C. & Wisniewski, J. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, 263:185-190, 1994.

Eken, G. *et al.* Key biodiversity areas as site conservation targets. *BioScience*, vol.54, 2004, pp. 1110-1118.

Eltink, M. *et al.* 2011. Chave de identificação de espécies do estrato arbóreo da Mata Atlântica em Ubatuba (SP), com base em caracteres vegetativos. *Biota Neotropica* [online], v. 11, n. 2 [Acessado 22 Setembro 2022], pp. 393-405. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200037>>. Epub 19 Ago 2011. ISSN 1676-0611.
<https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200037>.

Fearnside, P. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazônica*, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

Ferreira, M. L. (2014). Incremento diamétrico arbóreo em diferentes grupos funcionais e produção de serapilheira em duas florestas tropicais brasileiras (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Forster, H. W.; Melo, A. C. G. de. Biomassa aérea e de raízes em árvores de reflorestamentos heterogêneos no Vale do Paranapanema, SP. *IF Série Registros*, n. 31, p. 153-157, 2007

Gaspar, R. O. *et al.* Análise fitossociológica e do estoque de carbono no estrato arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. *Ciência Florestal*, v. 24, p. 313-324, 2014.

Gentry, A. H.; Herrera-macbride, O.; Huber, O.; Nelson, B. W. & Villamil, C. B. 1997. Regional overview: South America. In: WWF & IUCN. *Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation*. Cambridge, IUCN Publications Unit, v. 3, p. 269-307.

Guedes-Bruni, R.R., Pessoa, S.V.A.; Kurtz, B.C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H.C. de; GUEDES-BRUNI, R.R. (Eds.). *Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica*. Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. p. 27-145. 1997.

Hassler, M. L. A importância das Unidades de Conservação no Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 17, n. 33, 2005.

Höfling, E.; Lencioni, F. Avifauna da floresta atlântica, região de Salesópolis, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*. São Paulo: *Revista Brasileira de Biologia*, v.52 p.361-378. 1992.

Houghton, R. A.; Byers, B.; Nassikas, A. A. (2015). A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO₂. *Nature Climate Change*, 5(12), 1022-1023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual de classificação da vegetação brasileira. Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p.

Joly, C. A.; Leitão-filho, H. F. & Silva, S. M. 1991. O patrimônio florístico. In: Cecchi, J.C. & Soares, M.S.M. (coords.) *Mata Atlântica/Atlantic Rain Forest*. Ed. Index, Fundação SOS Mata Atlântica, p. 95-125.

Lamb, D.; Erskine, P. D.; Parrotta, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005.

Magurran, A. E. Population differentiation without speciation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 353, n. 1366, p. 275-286, 1998.

Maracajá, P. B.; Batista, C. H. F.; Sousa, A. H.; Vasconcelos, W. E. Levantamento florístico e fitossociológico do extrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 3, p. 20-33, 2003.

Martinelli, G. et al. Avaliações de risco de extinção de espécies da flora brasileira. In: Martinelli, G.; Moraes, M.A. (orgs.), *Livro vermelho da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013, pp. 60-103.

Myers, N. Threatened biotas: hotspots in tropical forests. *The environmentalist*. Springer: University of Technology p. 178 – 208. 1988.

Meira, A. C. S., Ferreira, R. A., Sanquetta, C. R., & Mello, A. A. (2020). Estimativas de biomassa e carbono em área de mata atlântica, implantada por meio de reflorestamento misto. *BIOFIX Scientific Journal*, 5(1).

Meira-Neto, J. A. A., & Martins, F. R. (2002). Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. *Revista Árvore*, 26, 437-446.

Mello, A. A., Meira, A. C. S., Sanquetta, C. R., & Ferreira, R. A. (2019). Estimativas de biomassa e carbono em área de mata atlântica, implantada por meio de reflorestamento misto. *Biofix Scientific Journal*, 5(1), 130-134.

Melo, A. C. G.; Durigan, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 71, p. 149-154, 2006.

Melo, J. E. de; Coradin, V. T. R.; Mendes, J. C. (1990). Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: *Anais do Congresso Florestal Brasileiro*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 695-699.

Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystem and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005. 145 p.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). *Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata 3 Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília: MMA/ SBF, 2003.

Morellato, L. P.; Haddad, C. F. B. Introduction: the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v. 32, p. 786–792, 2000.

Mori, S. A. 1989. Eastern, extra-Amazonian Brazil. In: Campbell, D.G. & Hammond, H.D. (eds.) *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York, The New York Botanical Garden, p. 427-454.

Newman, E. I. Conservation and management of wild species. In: _____. *Applied Ecology*. Oxford: Blackwell Science. p. 241 – 288. 1996

Nicoletti, M. F.; Silva, E.; Floriani, M. M. P. Metodologia não destrutiva para quantificação do volume e biomassa do fuste em remanescente florestal. *Nativa*, v. 3, n. 4, p. 287-291, 2015.

Nossack, F.A. et al. Definição de áreas prioritárias para a recuperação florestal visando 92 conectividade entre fragmentos: Análise Multicriterial. 15º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, p.4062-4069, 2011.

Oliveira, R. J.; Mantovani, W. & Melo, M. M. R. F. Estrutura do componente arbóreo-arbustivo da floresta atlântica de encosta, Peruíbe, SP. Acta Botanica Brasilica 15:391-412, 2001.

Pan, Y. et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. science, v. 333, n. 6045, p. 988-993, 2011.

Parron, L. M. *et al.* Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. 2015.

Peixoto, A. L. 1991/92. Vegetação da costa atlântica. In: Monteiro, S. & Kaz, L. (coords.) Floresta Atlântica. Rio de Janeiro, Edições Alumbramento, Livroarte Editora, p. 33-42.

Peixoto & Gentry, A. 1990. Diversidade e composição florística da mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). Revta brasil. Bot. 13: 19-25.

Ribeiro, M. C., et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological conservation, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

Ribeiro, S. C. et al. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. Revista Árvore, v. 34, p. 495-504, 2010

Rodal, M. J. N., Sampaio, E. V. S. B., Figueredo, M. A. (Orgs.). Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil - SBB, 2013

Saatchi, S. S., Harris, N. L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E. T., Salas, W., ... & Morel, A. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(24), 9899-9904.

Sanquetta, C. R. *et al.* Relações individuais de biomassa e conteúdo de carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do estado do Paraná, Brasil. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 1, n. 3, p. 33-40, 2003.

Sanquetta, C. R. *et al.* Métodos de quantificação do estoque de carbono na biomassa de *Nectandra grandiflora* Nees em remanescente de Floresta Ombrófila Mista. *Acta Iguazu*, v. 8, n. 1, p. 41-49, 2019.

Shepherd, G. J. (2010). FITOPAC. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Silva, L. C., Araújo, E. J. G. D., Curto, R. D. A., Nascimento, A. M., Ataíde, D. H. D. S., & Morais, V. A. Estoques de biomassa e carbono em unidade de conservação no Bioma Mata Atlântica. *BIOFIX Scientific Journal*, 3(2), 243-251, 2018.

Silveira, L. H. C.; Rezende, A. V.; Vale, A. T. do. (2013). Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazonica*, 43, 179-184.

SOS Mata Atlântica. Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2021. Disponível em:

Tabarelli, M., L.P. Pinto, J.M.C. Silva & C.M.R. Costa. The Atlantic Forest of Brazil: endangered species and conservation planning. In: C. Galindo-Leal & I.G. Câmara (eds.). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook*. pp. 86-94. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C, 2003.

Tabarelli, M., Pinto, L. P., Silva, J. M. C., Hirota, M. M., & Bedê, L. C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. *Megadiversidade*, 1(1), 132-138, 2005.

Torres, C. M. M. E. et al. Análise fitossociológica e valor de importância em carbono para uma Floresta Estacional Semidecidual. *Floresta e Ambiente*, v. 24, 2017.

Type Databases. (2023). Tree functional and ecological databases. Retrieved August 19, 2023, from World Agroforestry. Transforming Lives and Landscapes with Trees website: <<https://www.worldagroforestry.org/output/tree-functional-and-ecological-databases>>.

Vale, A. T. do; Brasil, M. A. M.; Leão, A. L. (2002). Quantificação e caracterização energética da madeira e casca de espécies do cerrado. *Ciência Florestal*, 12, 71-80.

Whitmore, T.C.; Sayer, J. A. Deforestation and species extinction in tropical moist forests. In: _____. *Tropical deforestation and species extinctions*. Londres: Chapman e Hall., p. 1 – 14. 1994.

Young, T. P. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, v. 92, n. 1, p. 73-83, 2000.

Ziemmer, J.K. et al. Quantificação da biomassa e dos teores de carbono de pteridófitas arbóreas em floresta Ombrófila Mista. *BIOFIX Scientific Journal*, v.1, n.1, p.60-73, 2016.

Zipparro, V. B.; Guilherme, F. A. G.; Almeida-Scabbia, R. J.; Morellato, L. P. C. Levantamento florístico de Mata Atlântica no sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. *Biota Neotrop*, Campinas, v. 5, p. 147- 170, 2005.



ePROCOLO



Documento: **ProjetoHeloisaRibeiro.docx.pdf**.

Assinatura Avançada realizada por: **Heloisa Ribeiro da Silva (XXX.796.589-XX)** em 20/01/2025 13:12 Local: CIDADAO.

Inserido ao protocolo **23.348.266-8** por: **Heloisa Ribeiro da Silva** em: 20/01/2025 13:12.



Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021.

A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código:
91a08180e6c48b36689c277430c5c005.