

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA**

RODRIGO FIGUEIREDO ALMEIDA

**Efeitos de diferentes larguras na estrutura e funcionamento de florestas
ripárias em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí - SP**

Piracicaba

2023

RODRIGO FIGUEIREDO ALMEIDA

**Efeitos de diferentes larguras na estrutura e funcionamento de florestas
ripárias em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí - SP**

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

**Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear
na Agricultura da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências**

**Área de Concentração: Química na Agricultura e
no Ambiente**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Martinelli

Piracicaba

2023

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Técnica de Biblioteca - CENA/USP**

Almeida, Rodrigo Figueiredo

Efeitos de diferentes larguras na estrutura e funcionamento de florestas ripárias em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí - SP / Rodrigo Figueiredo Almeida; Luiz Antonio Martinelli. - - Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2023.

173 p.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2023.

1. Bacia hidrográfica 2. Biologia florestal 3. Biomassa 4. Código Florestal 5. Ecologia florestal - Mata Atlântica 6. Matas ciliares 7. Matéria orgânica do solo I. Título.

CDU 630*18 : 631.461

Elaborada por:

Marilia Ribeiro Garcia Henyei

CRB-8/3631

Resolução CFB Nº 184 de 29 de setembro de 2017

DEDICATÓRIA

A toda minha família, em especial aos meu pais, Hamilton e Oldemira por terem me proporcionado uma base sólida e auxiliado em toda minha caminhada, por todo amor, carinho e compreensão. A minha querida irmã Rayssa, por todo carinho.

Aos meus avós paternos, Abel de Souza Almeida e Nila Pompeu Almeida (*In memorium*), e maternos, Fortunatos Soares Figueiredo e Belmira Soares Figueiredo (*In memorium*), os dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências-Energia Nuclear na Agricultura pela possibilidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa – Código de Financiamento 001;

À FEALQ pelo apoio financeiro nos últimos meses do doutorado.

Ao meu querido amigo e orientador, Professor Luiz Antonio Martinelli, mais conhecido como “Zebu”, pela orientação, paciência e dedicação ao longo desses anos de parceria científica. Pela presença constante em todas as etapas de realização do doutorado, desde a seleção das áreas de estudo, passando pelas incontáveis coletas de campo até a discussão dos resultados. Seu amor pela ciência motiva a todos que estão ao seu lado, e é esse amor que seguirei carregando comigo;

Aos Professores do Laboratório de Ecologia Isotópica, Plínio de Camargo e Marcelo Moreira, pelos ensinamentos e convivência.

A Siglea Sanna Freitas Chaves por todo incentivo, suporte e apoio desde o primeiro momento que cheguei em Piracicaba. Pelos momentos compartilhado juntos, dentro e fora do laboratório, pelo ombro amigo nas horas difíceis, pelos inúmeros momentos de desconfiança e sobretudo, por estar sempre pronta à ajudar da melhor forma possível.

A Sara, secretária do Laboratório de Ecologia Isotópica (LEI), por todo suporte e apoio durante a realização do Doutorado.

À equipe da Unidade de Pesquisa de Desenvolvimento de Brotas, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA): Érica, Nilson e Nave por todo apoio durante a realização das atividades. Ao Edson, da Fazenda Cristina, por ter disponibilizado algumas áreas da fazenda para a realização das coletas, bem como ao Sítio do “Seu Luizinho”, em nome do Alex.

Ao Gustavo Rossi Fiedler (D’-borah) pela identificação botânica dos indivíduos de todos os pontos de coleta.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Isotópica (LEI): Silvia Rafaela, Janaina Leite, Luciana Mulero, Thais Diniz, Leonardo Galera, Maristela Cavalcante, Gabriela Medeiros, Fernanda Gaudio, Taciana Gomes, Melissa Martinez, Maria Gabriela, Lucas Reis, Adibe Filho, Karina Gonçalves, Carla Simon, Ana Claudia Batista, Luiza Canisares, Carol Ferraz, Silvia Paiva, Juliana Emenes, Isabela Souza, Bruno Fonseca e Mario Naval.

Aos amigos do time de volêi da ESALQ: Inpata, Rassão, Barrero, K-bresto, Topi-Chef, Big big, Guinho, Alberto, François, Mãrfi, Tabule, Ktéter, Atrasada, Debutante, Gotinha, Istone, Rela-i-tomba, Luvre, Liber, Femili, Xarmi, Pampili, Leticia, Kelly, Carol, Paula, Bello-Zoio, IuSei, Mei-Dent, D-fesa, Atiradô, Câmbito, Chu, Gustavo, Kaskinha, Duas-Bolas, Marco-Veio, Sakódi, Por-C-lana, Bãndonada, Girafalis, Beicon, Thalles, Flipflop, Railux, Leonam, Miguel Chase, Breno Ferraz, Kindou, Meia-ná, Makiavéu, Klisman, Luana Rubia, Dom, Salvador, Ana, Manoel, Mateus, Bean, Adriano.

Aos meus irmãos e irmãs da República “Piracicasa” – Cleverson Freitas, Rodolfo Armando, Bruno Delarole, Mithsuhiko Reinaldo, Jordana Carvalho, Danilo Pinheiro, Jennifer de Paula, Angélica Pedroso, Rafael Roque, Brendo Louredo, Allison Vieira, Igor Alencar, Ana Claudia, Bruno Fonseca, Itallo Cristian e Wesller Batista pelos inúmeros momentos de descontração e alegria vividos.

A minha família de Rennes – Filipi Dias, Larissa Perreira, Bianca de Faro, Isbela Trigo “Isbeautiful”, Priscila Guerra, Carolina Sapienza, Julia Niemeyer, Valdilene Siqueira, Luiza Ribeiro, Txai Ferraz, Clarissa Nunes, Joana Wosgrau, Elise Cristine, Vini V, Fabiola Gomes, Noubar Sarkissian e Leonardo Oliveira pelos maravilhosos momentos vividos durante o intercâmbio.

Aos queridos amigos que a vida em Piracicaba me trouxe – Flavio Lorente, Ana Gofredo, Debora Perreira, Luiza Reis, Allan Vitti, Luis Merloti, Rubens Calegari, Marcos Pomini, Murilo Setten, Jeronimo Dalapicolla.

Aos técnicos do Laboratório de Ecologia Isotópica (LEI): Fabiana, Toninha, Isadora, Juliana, Geraldo, Edmar e Gustavo. Por todo apoio durante esses anos de doutorado, seja nas coletas de campo, no preparo das amostras, na realização das análises. Todos foram fundamentais para a concretização desse trabalho.

Ao Serviço de Pós-Graduação do CENA: Gilson, Cleide, Magali e Marcos por todo apoio durante a realização do doutorado.

A bibliotecária do CENA, Marília pela ajuda na formatação da tese.

Aos colegas de graduação Sabrina Benmuyal Vieira e Annícia Barata Silva Maciel Ferreira pela amizade verdadeira.

À minha família, por sempre me apoiar e ser um porto seguro pra mim.

Muito obrigado!

RESUMO

ALMEIDA, R. F. **Efeitos de diferentes larguras na estrutura e funcionamento de florestas ripárias em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí - SP.** 2023. 173 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

A Mata Atlântica merece destaque entre as formações florestais brasileiras por possuir grande diversidade e endemismo. Contudo, este bioma se encontra restrito a pequenos fragmentos florestais com elevado grau de alteração. Diversos fatores contribuem para a remoção dessa vegetação, dentre os quais destacam-se: a falta de conhecimento sobre a importância das suas funções básicas; ausência de uma política ambiental e agrícola integrada; e a falta de fiscalização do cumprimento da legislação ambiental vigente. Neste sentido, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes larguras de mata ripária na estrutura e funcionamento desses fragmentos florestais ao longo da bacia do rio Corumbataí –SP. O estudo foi conduzido na bacia do rio Corumbataí -SP. As florestas ripárias foram agrupadas em dois grupos ($\leq 30\text{m}$ e $>30\text{m}$), sendo selecionados 10 fragmentos (P10, P15, P20, P23, P25, P51, P60, P72, P120, P175) distribuídos dentro da bacia do ribeirão Monjolo Grande. Foram avaliados os seguintes itens: i) teor e estoque de C, N e P no solo e na serapilheira depositada ii) a decomposição da serapilheira iii) a composição isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da serapilheira e do solo iv) estimativa da biomassa acima do solo, assim como os estoques de C, N e P na biomassa v) estrutura florestal (DAP, Altura, Volume e Área Basal) e vi) fitossociologia. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades 0-10, 10-20 e 20-30 cm. A deposição mensal de folhas foi quantificada por meio da instalação de cinco coletores circulares (2800 cm^2) por *plot* amostral e os folhedos depositados dentro de cada coletor foram coletados a cada 15 dias, durante o período de 12 meses. A decomposição da serapilheira foi avaliada pela técnica dos “*Litter bags*” e a massa remanescente calculada após 365 dias de experimento. A biomassa acima do solo foi estimada por meio de uma equação alométrica Pantropical e os estoques de C, N e P foram obtidos através da multiplicação dos teores obtidos pela biomassa aérea. Os parâmetros fitossociológicos avaliados foram: Número de indivíduos (N), Densidade Relativa (DeR), Dominância Relativa (DoR), Frequência Relativa (FR), Índice de Valor de Importância (IVI), Valor de Importância (VI%), Índice de Valor de Cobertura (IVC) e Valor de Cobertura (VC%). De modo geral, os maiores estoques de C, N e P no solo foram obtidos nas florestas com largura $>30\text{m}$ (Carbono: P120 = $65,3\text{ Mg ha}^{-1}$; Nitrogênio e Fósforo: P72 = $5,6\text{ Mg ha}^{-1}$ e 17 kg ha^{-1}). A deposição de serapilheira foi maior no P51 ($14,1\text{ Mg ha}^{-1}$), tendo a fração folhas como a principal componente da serapilheira depositada em todos os pontos. Os estoques de C e P na serapilheira foram maiores no P51 (Carbono: $6,2\text{ Mg ha}^{-1}$ e Fósforo: 12 kg ha^{-1}) e N no P25 ($0,28\text{ Mg ha}^{-1}$). A decomposição foi superior no P10, apresentando menor massa remanescente (42,9%) após um ano. A biomassa acima do solo foi maior no P60 (98 Mg ha^{-1}) e menor no P10 (24 Mg ha^{-1}) e os estoques de C, N e P foram maiores nos pontos P60 (C = 82 Mg ha^{-1} , N = $0,6\text{ Mg ha}^{-1}$ e P = $30,6\text{ kg ha}^{-1}$). A distribuição diamétrica dos indivíduos seguiu o padrão exponencial negativo (“J” invertido) e a composição florística das áreas foi dominada por espécies pioneiras e secundárias iniciais, e em alguns pontos com baixo índice de diversidade (H').

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente (APP), Código florestal, Decomposição, Matéria orgânica do solo, Ecologia Isotópica, Biomassa florestal.

ABSTRACT

ALMEIDA, R. F. **Effects of different widths on the structure and functioning of riparian forests in watersheds located in the Corumbataí river basin - SP.** 2023. 173 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

The Atlantic Forest deserves to be highlighted among the Brazilian forest formations for its great diversity and endemism. However, this biome is restricted to small forest fragments with a high degree of alteration. Several factors contribute to the removal of this vegetation, among which stand out: the lack of knowledge about the importance of its basic functions; absence of an integrated environmental and agricultural policy; and the lack of inspection of compliance with current environmental legislation. In this sense, the objective of the research was to evaluate the effect of different widths of riparian forest on the structure and functioning of these forest fragments along the Corumbataí -SP river basin. The study was conducted in the Corumbataí -SP river basin. The riparian forests were grouped into two groups ($\leq 30\text{m}$ and $>30\text{m}$), with 10 fragments being selected (P10, P15, P20, P23, P25, P51, P60, P72, P120, P175) distributed within the Monjolo Grande stream basin. The following items were evaluated: i) content and stock of C, N and P in the soil and in the litterfall ii) the litter decomposition iii) $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotopic composition of litter and soil iv) estimation of aboveground biomass, as well as C, N and P stocks in the biomass v) forest structure (DBH, Height, Volume and Basal Area) and vi) phytosociology. Soil samples were collected at depths 0-10, 10-20 and 20-30 cm. The monthly deposition of leaves was quantified by installing five circular collectors (2800 cm^2) per sample plot and the leaf litter deposited inside each collector was collected every 15 days, during a period of 12 months. Litter decomposition was evaluated using the “Litter bags” technique and the remaining mass calculated after 365 days of experiment. The aboveground biomass was estimated using a Pantropical allometric equation and the C, N and P stocks were obtained by multiplying the nutrients concentrations obtained by the aboveground biomass. The phytosociological parameters evaluated were: Number of individuals (N), Relative Density (DeR), Relative Dominance (DoR), Relative Frequency (FR), Importance Value Index (IVI), Importance Value (VI%), Coverage Value (IVC) and Coverage Value (VC%). In general, the highest stocks of C, N and P in the soil were obtained in forests $>30\text{m}$ wide (Carbon: P120 = 65.3 Mg ha^{-1} ; Nitrogen and Phosphorus: P72 = 5.6 Mg ha^{-1} and 17 kg ha^{-1}). Litterfall was higher at P51 (14.1 Mg ha^{-1}), with the leaf fraction as the main litter component deposited at all points. Litter C and P stocks were higher in P51 (Carbon: 6.2 Mg ha^{-1} and Phosphorus: 12 kg ha^{-1}) and N in P25 (0.28 Mg ha^{-1}). Decomposition was higher in P10, with lower remaining mass (42.9%) after one year. Aboveground biomass was higher at P60 (98 Mg ha^{-1}) and lower at P10 (24 Mg ha^{-1}) and C, N and P stocks were higher at P60 points (C = 82 Mg ha^{-1} , N = 0.6 Mg ha^{-1} e P = 30.6 kg ha^{-1}). The diametric distribution of individuals followed the negative exponential pattern (“inverted J”), and the floristic composition of the areas was dominated by pioneer and early secondary species, and in some points with low diversity index (H').

Keywords: Permanent Preservation Area (PPA), Forestry code, Decomposition, Soil organic matter, Litter, Biomass.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demarcação da APP em relação a largura do curso d'água, de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa.....	33
Figura 2 - Esquema contendo os mais importantes serviços ecossistêmicos que dependem das florestas ripárias.....	36
Figura 3 - Principais processos pelos quais as zonas ripárias retêm o nitrogênio são: (1) absorção através das raízes para os tecidos vegetais, (2) desnitrificação microbiana aos gases de nitrogênio e (3) imobilização como matéria orgânica do solo.	39
Figura 4 - Distribuição espacial do teor de P total nativo (mg kg^{-1}) na camada superficial (0-30 cm) dos solos em todo o Brasil.....	41
Figura 5 - Mapa do Brasil mostrando a localização do Estado de São Paulo com enfoque na bacia do rio Corumbataí em laranja, seguindo por delineamento da bacia do ribeirão Monjolo Grande em amarelo, onde estão inseridas as áreas de estudo. Em vermelho na figura à direita encontram-se assinaladas as diversas florestas ripárias estudadas.	44
Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Monjolo Grande - SP	46
Figura 7 - Precipitação pluvial e temperatura média no município de Ipeúna - SP	47
Figura 8 - Mapa de solos do município de Ipeúna -SP.....	48
Figura 9 - Imagem de satélite do Google Earth Pro indicando os cinco fragmentos de florestas ripárias com largura menor que 30 m. Figura 9A = P10, 9B = P15, 9C = P20, 9D = P23 e 9E = P25.....	50
Figura 10 - Imagem de satélite do Google Earth Pro indicando os cinco fragmentos de florestas ripárias com largura maior que 30 m. Figura 10A = P51, 10B = P60, 10C = P72, 10D = P120, 11E = P175.	51
Figura 11 - Fotografias da coleta das folhas senescentes utilizadas no experimento (A), dos litter bags prontos, antes de serem instalados (B) e dos litter bags instalados nas áreas experimentais (C).....	58
Figura 12 - Coletor circular utilizado nas coletas de amostras de serapilheira	59
Figura 13 - Amostra de serapilheira separadas em suas diferentes frações.....	60
Figura 14 – Disposição dos pontos de coleta de solo das amostras deformadas e indeformadas	61
Figura 15 - Modelo dos gráficos de diferença entre as médias	65

Figura 16 - Gráfico do teor de carbono nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	67
Figura 17 - Gráfico do teor de nitrogênio nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	68
Figura 18 - Gráfico do teor de fósforo na profundidade 0-10 cm (A), e da diferença entre as médias (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	69
Figura 19 - Gráfico da relação CN do solo nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP.....	71
Figura 20 - Gráfico da relação CP do solo na profundidade 0-10 cm (A), e da diferença entre as médias (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	72
Figura 21 - Gráfico da densidade do solo (g cm^3) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	73
Figura 22 - Gráfico do estoque de carbono (A), nitrogênio (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) na camada 0–30 cm em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	75
Figura 23 - Gráfico do estoque de fósforo (A) e da diferença entre as médias (B) na camada 0–10 cm em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	76
Figura 24 - Distribuição de $\delta^{13}\text{C}$ (A) e teor de carbono (B) no perfil do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	78

- Figura 25 - Distribuição de $\delta^{15}\text{N}$ (A) e teor de nitrogênio (B) no perfil do solo florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP..... 79
- Figura 26 - Gráfico da produção anual de serapilheira nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 81
- Figura 27 - Gráfico da produção anual de serapilheira nos períodos seco (A), chuvoso (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 82
- Figura 28 - Gráfico do teor médio de carbono (A), nitrogênio (B), fósforo (C), relação C/N (D), relação C/P (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 84
- Figura 29 - Gráfico do estoque de carbono nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 86
- Figura 30 - Gráfico do estoque de nitrogênio nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 87
- Figura 31 - Gráfico do estoque de fósforo nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP..... 89

Figura 32 - Gráfico do $\delta^{13}\text{C}$ (A), $\delta^{15}\text{N}$ (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	91
Figura 33 - Massa remanescente de material vegetal nos litter bags após 365 dias de experimento em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	92
Figura 34 – Número de indivíduos inventariados em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	93
Figura 35 - Área Basal em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	94
Figura 36 - Biomassa Viva Acima do Solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	95
Figura 37 - Gráfico do estoque de Carbono (A), Nitrogênio (B), Fósforo (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) na biomassa acima do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	96
Figura 38 - Curva Espécie- Área de florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	97
Figura 39 – Distribuição das dez principais famílias botânicas em termos de número de indivíduos (A) e área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	98
Figura 40 – Distribuição das dez principais espécies em termos de número de indivíduos (A) e área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$) (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Denominações utilizadas por diferentes autores para se referir às zonas ripárias...	30
Tabela 2 - Grupamentos de florestas ripárias com respectivas coordenadas geográficas e largura das áreas selecionadas em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí e em Brotas - SP.....	52
Tabela 3 - Análise granulométrica do solo de oito florestas ripárias analisadas.....	53
Tabela 4 - Densidade média do solo (g cm ³) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP	73
Tabela 5 - Estimativa do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP.....	101

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Teor médio de C no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	131
Apêndice B - Teor médio de N no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	131
Apêndice C - Teor médio de P no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	132
Apêndice D - Relação C/N e C/P do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	132
Apêndice E - Estoque de C no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	133
Apêndice F - Estoque de N e P no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP	134
Apêndice G – $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP	135
Apêndice H – Produção de serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP	136
Apêndice I – Produção de serapilheira no período seco e chuvoso em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	137
Apêndice J - Teor médio de C, N e P e relação C/N e C/P na serapilheira total em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP.....	138

Apêndice K - Estoque de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	139
Apêndice L - $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	140
Apêndice M - Biomassa acima do solo por classe de diâmetro em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	141
Apêndice N - Tabela das diferenças entre as estimativas para os teores de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	142
Apêndice O - Tabela das diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	143
Apêndice P - Tabela das diferenças entre as estimativas para o $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no Solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	144
Apêndice Q - Tabela das diferenças entre as estimativas para a relação C/N e C/P no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	145
Apêndice R - Tabela das diferenças entre as estimativas para o teor e estoque de fósforo no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	146
Apêndice S - Tabela das diferenças entre as estimativas para o $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da Serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	146
Apêndice T - Tabela das diferenças entre as estimativas para a deposição das frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	147
Apêndice U - Tabela das diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono e nitrogênio nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	148

Apêndice V - Tabela das diferenças entre as estimativas para o estoque de fósforo nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.....	150
Apêndice W - Tabela de diferenças entre as estimativas para a relação C/N e C/P da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	151
Apêndice X - Tabela de diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo na biomassa acima do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	152
Apêndice Y - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os teores de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.....	153
Apêndice Z - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.....	154
Apêndice AA - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	155
Apêndice AB - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para relação C/N e C/P do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	156
Apêndice AC - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da Serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	157
Apêndice AD - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para o teor e estoque de fósforo no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	157
Apêndice AE - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para deposição das frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.....	158
Apêndice AF - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a deposição total de serapilheira nos períodos seco e chuvoso utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	159

Apêndice AG - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono e nitrogênio nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	160
Apêndice AH - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para o estoque de fósforo nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	162
Apêndice AI - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a relação C/N e C/P na serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	163
Apêndice AJ - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo na biomassa acima do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	163
Apêndice AK - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a decomposição da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.	164
Apêndice AL - Distribuição diamétrica dos indivíduos localizados em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP	165
Apêndice AM - Biomassa percentual em função das classes de diâmetro em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP	167
Apêndice AN - Parâmetros fitossociológicos das espécies com maior índice de valor de importância de onze fragmentos de florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes a bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP	168

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP's: Áreas de Preservação Permanente

C: Carbono

CAR: Cadastro Ambiental Rural

d: Distância de Cohen

DAP: Diâmetro a Altura do Peito

DeR: Densidade Relativa

DoR: Dominância Relativa

FrA: Frequência Absoluta

FrR: Frequência Relativa

IC: Intervalo de Confiança

IVC: Índice de Valor de Cobertura

IVI: Índice de Valor de Importância

MF's: Módulos Fiscais

N: Nitrogênio

P: Fósforo

RL: Reserva Legal

TFSA: Terra Fina Seca ao Ar

VC%: Valor de Cobertura Percentual

VI%: Valor de Importância Percentual

VPDB: Vienna Pee Dee Belemnite

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. OBJETIVO GERAL.....	27
2.1. Etapas.....	27
3. HIPÓTESES	28
4. REVISÃO DA LITERATURA	29
4.1. As Zonas Ripárias.....	29
4.2. Legislação Brasileira Aplicada as Florestas Ripárias	30
4.3. Florestas Ripárias e Seus Serviços Ecológicos.....	35
4.4. Dinâmica de Carbono e Nitrogênio em Ambientes Florestais	37
4.5. Dinâmica de fósforo em ambientes florestais	40
4.6. Uso de Isótopos Estáveis (¹³C e ¹⁵N) em Estudos Ambientais.....	42
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
5.1. Localização da área experimental	44
5.2. Caracterização da área experimental.....	45
5.3 Delineamento Experimental.....	48
5.4 Estrutura Florestal	54
5.5 Decomposição da serapilheira.....	57
5.6 Coleta de amostras de serapilheira e do solo	59
5.7 Análises	61
5.7.1 Concentração elementar e composição isotópica de C e N na serapilheira e no solo	61
5.7.2 Concentração de fósforo na serapilheira e no solo	62
5.7.3 Estimativa dos estoques de C, N e P na serapilheira.....	62
5.7.4 Densidade e estimativas dos estoques de C e N no solo	63
5.8 Análises estatísticas.....	63
6. RESULTADOS.....	66
6.1 Solo	66
6.1.1 Concentração de carbono, nitrogênio e fósforo no solo	66
6.1.2 Relação C/N e C/P do solo	70
6.1.3 Densidade do solo	73
6.1.4 Estoque de carbono, nitrogênio e fósforo no solo	74
6.1.5 Composição isotópica de C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) no solo	77
6.2 Serapilheira	80

6.2.1	Deposição de Serapilheira	80
6.2.2	Concentração de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira	83
6.2.3	Estoque de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira	85
6.2.4	Composição isotópicas de C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) na serapilheira	90
6.2.5	Decomposição da serapilheira	92
6.3	Estrutura Florestal	93
6.3.1	Distribuição Diamétrica e Área Basal	93
6.3.2	Estimativa da Biomassa Viva Acima do Solo	94
6.3.3	Estoque de C, N e P na Biomassa Viva Acima do Solo	95
6.3.4	Análise Fitossociológica dos Fragmentos	97
7	DISCUSSÃO	102
7.1	Estoques de Carbono, Nitrogênio e Fósforo no solo	102
7.2	Deposição, Decomposição e Estoque de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na serapilheira	106
7.3	Estrutura Florestal, Fitossociologia e Estimativa de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na Biomassa Acima do solo	108
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
	REFERÊNCIAS	115
	APÊNDICES	129

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas que se destaca não só por apresentar alta biodiversidade e endemismo, como também pelo elevado ritmo de degradação ambiental (KLIPPEL et al., 2015). Pode ser encontrada por quase toda a costa atlântica do Brasil, estendendo-se em direção ao interior do país, principalmente na região sudeste brasileira. Tal bioma é considerado a segunda maior floresta pluvial tropical das Américas. Estendendo-se por mais de 27 graus de latitude e apresentando as mais diversas tipologias de relevo, constitui-se em um exuberante aglomerado de formações vegetais e ecossistemas (MORELLATO; HADDAD, 2000; CÂMARA, 2003). Na atualidade, estima-se que pouco mais de 28% da sua extensão original ainda exista, fato que reforça ainda mais a importância de ações mais assertivas de conservação e restauração dessas áreas (KLIPPEL et al., 2015; REZENDE et al., 2018).

O modelo atual de desenvolvimento, principalmente, a expansão agrícola, exerce forte pressão sobre os ecossistemas florestais. A maior parte da vegetação natural da Mata Atlântica foi removida em virtude da expansão de áreas urbanas e agrícolas incluindo-se uma significativa parcela das florestas ripárias, responsáveis por inúmeros serviços ecossistêmicos (DIAS et al., 2014). Uma série de fatores contribuíram para a remoção dessa vegetação, dentre os quais destacam-se: a falta de conhecimento sobre a importância das suas funções básicas; a ausência de uma política ambiental e agrícola integrada; e a falta de fiscalização no cumprimento da legislação ambiental vigente.

As florestas ripárias do bioma mata atlântica foram significativamente afetadas, totalmente ausentes em algumas áreas, ou em elevado estágio de degradação em outras (BRANCALION et al., 2012). Em função dos vários serviços ambientais prestados, as áreas ripárias foram consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sua supressão foi considerada crime ambiental pela legislação vigente, tornando sua preservação obrigatória e, mais recentemente, a sua recomposição passou também a ser obrigatória.

Apesar da obrigatoriedade de recomposição das florestas ripárias que foram suprimidas, observa-se atualmente que a recomposição desses ambientes só é feita a partir de fortes pressões de caráter legal. Tais pressões resultaram em um movimento expressivo com o intuito de flexibilizar a legislação e com isso diminuir as obrigações de recomposição dessas florestas. Esta flexibilização feita no Código Florestal (Lei 12.651 de 2012) acabou por diminuir a proteção dos fragmentos remanescentes e a restauração de áreas degradadas (BRANCALION; RODRIGUES, 2010; METZGER, 2010).

Considerando-se o papel ecológico fundamental exercido pelas florestas e, especialmente, pelas florestas ripárias, as alterações realizadas no Código Florestal têm a capacidade de alterar consideravelmente a estrutura e a funcionalidade destas florestas. Mediante o novo código, florestas ripárias que antes deveriam ocupar uma faixa mínima de 30 metros em relação ao máximo nível d'água de um corpo hídrico, passariam a ocupar uma faixa consideravelmente mais estreita, uma vez que será considerado o nível médio e não mais o nível máximo do nível d'água, levando-se em consideração o tamanho do módulo fiscal.

Consequentemente, com essa diminuição na largura os efeitos de borda podem se acentuar consideravelmente. Uma das principais consequências do efeito de borda é o aumento da turbulência do vento próximo na interface da floresta, expondo as raízes das árvores (D'ANGELO et al., 2004); seguindo-se modificações microclimáticas, como aumento da intensidade luminosa, evaporação, e consequente estresse fisiológico (LAURANCE, 2000; NASCIMENTO; LAURANCE, 2004). Adicionalmente, a maior penetração de luz aumentaria a presença de lianas, que em grande quantidade interferem na sobrevivência de outros indivíduos (LAURANCE, 1998; LAURANCE, 2000; NASCIMENTO; LAURANCE, 2004).

Neste sentido, torna-se necessário uma melhor compreensão da relação entre a largura das florestas ripárias e a estrutura desses fragmentos (número de indivíduos, diâmetro e altura), buscando investigar como a largura desses fragmentos interfere nos processos biogeoquímicos relativos ao carbono, nitrogênio e fósforo, para assim propor estratégias efetivas que resguardem a funcionalidade ecológica desses fragmentos.

2. OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como principal objetivo investigar como a largura da mata ripária situada ao longo de riachos de primeira e segunda ordem afeta a estrutura da floresta, os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo acima e abaixo do solo, a transferência de nutrientes pela queda de folhas e, finalmente, o processo de decomposição da serapilheira.

2.1. Etapas

Para atingir o objetivo uma série de procedimentos em campo foram realizados, os quais são brevemente descritos abaixo.

- Medir o diâmetro a altura do peito (DAP) e altura da copa de todos os indivíduos vivos que tiveram $DAP \geq 5$ cm na data da medida, visando a determinação da área basal e biomassa viva acima do solo;
- Estimar mensalmente a queda da serapilheira
- Determinar a concentração de carbono, nitrogênio e fósforo em amostras de serapilheira e troncos (incluindo-se troncos caídos) de todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm, visando quantificar o estoque desses elementos na biomassa viva e morta acima do solo;
- Estimar a deposição e decomposição mensal de serapilheira nas áreas de estudo;
- Determinar a concentração de carbono, nitrogênio e fósforo em amostras de solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm visando quantificar os estoques desses elementos no solo;
- Determinar a composição isotópica de C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) na serapilheira e no solo; com o intuito de investigar a invasão desses fragmentos por gramíneas forrageiras ou uso pretéritos dos solos como pastagens no caso da composição isotópica do carbono; e com o intuito de utilizar a composição isotópica do nitrogênio como um integrador da dinâmica do nitrogênio em cada fragmento.

3. HIPÓTESES

As hipóteses formuladas abaixo assumem como variável preditiva a largura da floresta ripária em relação à margem dos riachos e as variáveis dependentes, métricas sobre a estrutura e o funcionamento dessas florestas ripárias. Obviamente, para que essas comparações sejam possíveis, a largura da faixa ocupada pela floresta ripária deverá necessariamente ser variável, mas não a área amostral; portanto, o comprimento em relação à margem dos riachos será também variável. Neste sentido, propõe-se as seguintes hipóteses:

1. A biomassa de serapilheira será diretamente proporcional à largura da mata ripária.
2. A decomposição da serapilheira será diretamente proporcional à largura da floresta ripária.
3. Os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo do solo serão diretamente proporcionais à largura da floresta ripária.
4. Os fragmentos com menores largura terão sofrido uma ação mais agressiva por parte de gramíneas forrageiras ou por serem, na verdade, florestas secundárias em estado inicial de recuperação. Portanto, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do solo serão menos negativos nos fragmentos de menor largura.
5. A disponibilidade de nitrogênio será maior nos fragmentos com maior largura, portanto, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ serão maiores nesses fragmentos.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. As Zonas Ripárias

Na literatura científica existem diversas terminologias relacionadas à vegetação que pode ser encontrada dentro das zonas ripárias, tais termos podem levar em consideração a fisionomia da paisagem nas quais estão imersas. Floresta ripária é o nome dado a vegetação que está localizada próximo ao rio. Segundo Gregory e Ashkenas (1990), o termo “ripária” é derivado da palavra latina, para banco de areia ou de terra depositada próximo à margem dos rios e/ou terra perto da água, referindo-se à área associada a corpos d’água. De acordo com suas características, tanto estruturais como também da sua região de ocorrência, essa vegetação pode receber inúmeras denominações (Tabela 1).

Apesar de toda essa diversidade de nomenclaturas e definições, de uma forma prática, referindo-se tanto a legislação quanto a restauração, a terminologia mata/floresta ripária vem sendo comumente utilizada para se referir às diversas tipologias florestais que ocorrem ao longo dos cursos d’água, de forma independente do regime de cheia do rio ou do lençol freático, bem como do tipo de vegetação do interflúvio (MARTINS, 2014).

Tabela 1 - Denominações utilizadas por diferentes autores para se referir às florestas ripárias

Autor(es)	Termo utilizado	Definição
Gregory et al. (1991)	Zona ripária	Interface entre ecossistemas terrestre e aquático. É ecótono. Estende horizontalmente até o limite que a inundação alcança e, verticalmente até o topo da copa da vegetação. É reconhecida como corredor para movimento de animais dentro do sistema de drenagem.
NRCS (1997)	Armazenamento florestal ripário (Riparian Forest Buffer)	Área de árvores e arbustos, localizada próxima de rios, lagos, lagoas e banhados.
Salvador (1987)	Floresta ripícola ou ciliar	Vegetação arbórea das margens dos rios, que desempenha funções ecológicas e hidrológicas importantes em uma bacia hidrográfica.
Mantovani (1989)	Floresta ripária	Formações com particularidade florística, em função das cheias periódicas, variáveis em intensidade, duração e frequência, e da flutuação do lençol freático.
Rodrigues (1991)	Floresta ripária	Faixa de vegetação sob as interferências diretas da presença de água e algum período do ano.
Rodrigues (1991)	Mata ciliar	Qualquer formação às margens de cursos de água, incluindo as florestas ripárias, de galeria e até de brejo, quando se tem um curso de água bem definido.
Schiavini (1997)	Floresta de galeria	Florestas situadas nas faixas marginais dos cursos da água, formando uma galeria. Dessa maneira, é um caso especial da floresta ciliar.
Rodrigues (2000)	Formação ribeirinha	Formação vegetal e fitogeográfica em áreas de entorno de cursos de água, definindo uma condição ecotonal (ecótono ciliar).
Selles et al. (2001)	Mata ciliar	Faixa de mata na margem da água.
Dias (2001)	Áreas de preservação permanente ciliares	Áreas com qualquer formação às margens de cursos da água legalmente protegidas de acordo com o Código Florestal.

4.2. Legislação Brasileira Aplicada as Florestas Ripárias

A Constituição Federal de 1988, trouxe grandes inovações no que diz respeito ao tratamento das questões ambientais, delegando ao Poder Público a responsabilidade sobre a preservação e a restauração dos processos ecológicos essenciais, com vistas a promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas, bem como a proteção das florestas e inúmeras outras formas de vegetação, sendo portanto proibido quaisquer ações que ponham em risco suas funções ecológicas ou que possam provocar a extinção de determinadas espécies (FAVERO, 2017; BRASIL, 1988, art. 225, §1º, I e VII).

Neste sentido, inúmeras leis federais foram editadas a fim de promover uma maior proteção ambiental, bem como a recuperação da vegetação nativa que porventura tenha sido degradada. De modo geral, as leis que tratam de políticas públicas voltadas ao meio ambiente anseiam por uma maior proteção da área ambiental, assim como pela recuperação das áreas de vegetação nativa previamente desmatadas. Tem-se, portanto, as Leis n.º 6.938/1981, n.º 8.171/1991, n.º 11.428/2006, n.º 12.187/2009, n.º 12.805/2013 que tratam, respectivamente, sobre a política nacional de meio ambiente, a política agrícola brasileira; sobre a proteção da mata atlântica, sobre a política nacional de mudanças climáticas e sobre a política nacional de integração-pecuária-floresta (BRASIL, 1981, 1991, 2006, 2009, 2013a).

Em 1965, com a publicação do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal n.º 4.771/1965), as florestas presentes no território brasileiro, bem como as inúmeras outras formas de vegetação natural, foram consideradas como bens comuns a todos os habitantes do país, e seus direitos de propriedade foram atrelados às limitações estabelecidas pela lei (BRASIL, 1965). Conseqüentemente, o Código Florestal de 1965 trouxe parâmetros que nortearam a proteção dos recursos florestais do Brasil. Com isso, o referido código instituiu a ideia de Reserva Legal – RL e de Área de Preservação Permanente – APP, definidos como:

Área de Preservação Permanente: área protegida [...], coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 1965, art. 1º, § 2º, II).

Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a área de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (BRASIL, 1965, art. 1º, § 2º, III).

Após a promulgação do Código Florestal de 1965, todas as florestas e demais tipologias de vegetação natural, próximas às margens de cursos hídricos, foram consideradas como áreas de preservação permanente. Portanto, sua preservação passou a ser determinada pela referida lei, sendo que sua proteção seria obtida em função da largura dos cursos hídricos. O referido código obrigava, ainda, a recuperação da vegetação que eventualmente tenha sido eliminada. Contudo, como as restrições impostas pela lei para a utilização das áreas naturais foram ano

após ano sendo negligenciadas, isto acabou contribuindo de forma significativa para a elevação do passivo ambiental ao longo dos cursos hídricos no bioma mata atlântica (IPEA, 2014).

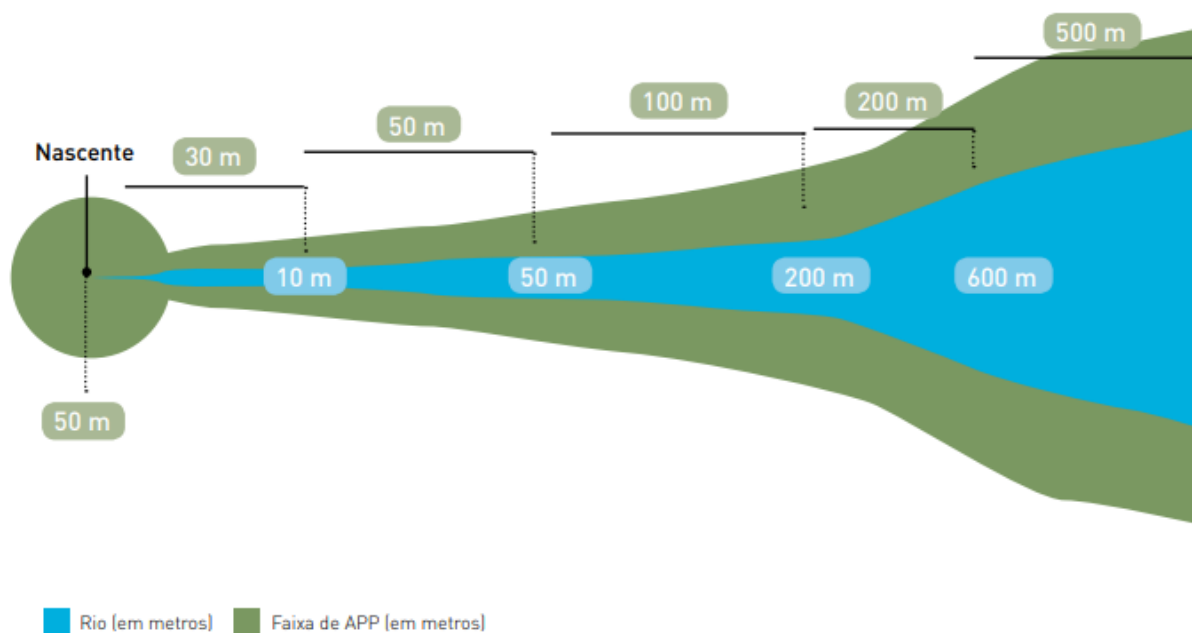
Déficit ou passivo ambiental nada mais é que a diferença entre a vegetação que deveria ser preservada e/ou recuperada nos termos da Lei, em relação à vegetação que ainda está presente em uma determinada área (IPEA, 2014). Por mais protetiva que essa legislação pudesse ser, ela ainda não dispunha de formas de garantir a sua real aplicação. No entanto, em 2008, foi publicado o Decreto Federal n.º 6.515/2008 que trouxe inúmeros instrumentos efetivos para a aplicação das penalidades legais aos proprietários de terra que estivessem em desacordo com a legislação florestal. Tal possibilidade culminou em fortes pressões pela alteração das atuais regras, resultando na substituição do Código Florestal de 1965 pela nova lei de proteção das vegetações nativas (SILVA et al., 2014).

A nova Lei (n.º 12.651 / 2012), que tomou o lugar do antigo código, representa o mais importante mecanismo de caráter legal que norteia as regras de proteção e conservação da vegetação natural do Brasil. No que diz respeito às suas disposições gerais, a referida Lei conservou a ideia de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, contudo, em suas disposições transitórias, acabou flexibilizando as normas para a regularização das propriedades que apresentavam déficits ambientais. Segundo Soares-Filho (2013), os atrasos advindos com a Lei n.º 12.651/2012 acabaram por reduzir em cerca de 58% o total das áreas que deveriam ser recuperadas em APP's e RL's, passando de 50 ± 6 para $21 \pm 0,6$ M ha.

No que tange a demarcação das Áreas de Preservação Permanentes -APP's situadas ao longo dos cursos d'água a Lei n.º 12.651/2012 determina que qualquer curso hídrico natural, seja ele perene ou intermitente, com exceção dos efêmeros, e levando-se em consideração o leito regular possuam largura mínima de:

- a) trinta metros, para aqueles cursos hídricos com largura inferior a dez metros;
- b) cinquenta metros, para aqueles cursos hídricos com largura entre dez e cinquenta metros;
- c) cem metros, para aqueles cursos hídricos com largura entre cinquenta e duzentos metros;
- d) duzentos metros, para aqueles cursos hídricos com largura entre duzentos e seiscentos metros;
- e) quinhentos metros, para aqueles cursos hídricos com largura superior a seiscentos metros (Figura 1).

Figura 1 - Demarcação da APP em relação a largura do curso d'água, de acordo com a Lei de Proteção da Vegetação Nativa.



Fonte: Iniciativa Verde (2015)

Em se tratando da restauração dos déficits ambientais nas APP's ao longo dos rios, o atraso que a nova lei gerou pode ser observado no art. 61-A da Lei n.º 12.651/2012. Em linha gerais, o artigo supracitado acabou permitindo que propriedades rurais com até 4 módulos fiscais¹ (MF's), e que tenham áreas consolidadas² as margens dos rios, possam se regularizar a partir da restauração de uma pequena parcela de seus déficits nas APP's.

Para tais imóveis, o artigo 61-A da nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa determina o quantitativo das áreas que deverão ser restauradas nas APP's, de forma independente da largura do curso hídrico, o que pode variar entre cinco metros, para aquelas propriedades com até 1 MF, oito metros para aquelas com mais de 1 e até 2 MF's, e finalmente, de quinze metros para as com área superior a 2 e no máximo 4 MF's. No tocante aos imóveis rurais superiores a 4 MF's, a Lei n.º 12.651/2012 obriga que as APP's sejam totalmente recuperadas.

¹ Unidade de medida agrária usada no Brasil, instituída pela Lei n.º 6.746, de 10 de dezembro de 1979. É expressa em hectares e é variável, sendo fixada em função do município.

² Área do imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pouso.

Para isso, a própria lei apresenta as técnicas e os métodos que podem ser utilizadas para a recuperação das áreas degradadas nas APP's (independentemente do bioma):

A recomposição de que trata este artigo poderá ser feita, isolada ou conjuntamente, pelos seguintes métodos:

I - Condução de regeneração natural de espécies nativas;

II - Plantio de espécies nativas;

III - Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas;

IV - Plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, exóticas com nativas de ocorrência regional, em até 50% (cinquenta por cento) da área total a ser recomposta, no caso dos imóveis a que se refere o inciso V do caput do art. 38 (Brasil, 2012a, art. 61-A. § 13).

A nova Lei de Proteção da Vegetação Nativa trouxe algumas inovações, dentre as quais destaca-se um conjunto de instrumentos e legislações secundárias, com vistas a garantir a sua efetiva aplicação. A Lei n.º 12.651/2012 criou o Cadastro Ambiental Rural (CAR): que consiste em um registro público, de caráter eletrônico, e de abrangência nacional que todos os imóveis rurais devem possuir. Tal cadastro tem por objetivo acompanhar o processo de adequação ambiental das propriedades rurais, com o intuito de comprovar, entre outras coisas, sua efetiva proteção, assim como a recuperação da vegetação em RL's e APP's. Todos aqueles que possuíam imóveis rurais tiveram inicialmente até o dia 31 de dezembro de 2017 para aderir ao CAR, porém o Decreto 9.395/2018 prorrogou a data para o dia 31 de dezembro de 2018 e mais recentemente, o projeto de Lei 36/2021 previa a prorrogação desse prazo para o dia 31 de dezembro de 2024. Caso não realizem o CAR, os agricultores não teriam acesso a créditos e eventuais auxílios em bancos oficiais (FAVERO, 2017).

Após devidamente registrado no CAR, os proprietários ou posseiros rurais com passivos ambientais em RL's e APP's deverão aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), que consiste em um planejamento de ações a serem desenvolvidos para a regularização ambiental desses passivos (BRASIL, 2012a, 2012b).

É importante ressaltar que a preservação das florestas bem como das mais variadas formas de vegetação nativa é um dever cívico legal, e que a sua violação pode acarretar a responsabilização dos infratores. Aliado a isso, alguns fatores contribuem de sobremaneira para a continuidade do desmatamento e conseqüente aumento do passivo ambiental. Pode-se citar, por exemplo: os custos elevados para a restauração florestal, a ausência de incentivos

econômicos com vistas à preservação, sem falar na baixa eficiência dos órgãos de controle e fiscalização (SPAROVEK et al., 2011).

Neste sentido, tornou-se imperativo a criação de mecanismos legais que incentivassem os proprietários de imóveis rurais a adequarem ambientalmente seus imóveis, de forma voluntária, sem necessidade de judicialização. A partir da aprovação do novo Código Florestal, conforme disposto no art. 59, § 5º, possibilitou-se, então, a suspensão das multas ambientais aplicadas por remoção irregular de vegetação realizadas em APP's, RL's, e em áreas de uso restrito realizadas até 22/07/2008. Para isso, o proprietário do imóvel deve: (1) inscrevê-lo no Cadastro Ambiental Rural (CAR) dentro do prazo legal; (2) informar a sua intenção em aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA); e, finalmente (3) firmar um termo de compromisso com o órgão ambiental competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), se comprometendo a regularizar o seu imóvel em respeito a legislação vigente. Uma vez cumpridas às obrigações estabelecidas no termo de compromisso, as multas serão consideradas convertidas em serviços de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente, regularizando o uso de áreas rurais consolidadas (BRASIL, 2012a, 2012b, 2014a, 2014b).

4.3. Florestas Ripárias e Seus Serviços Ecosistêmicos

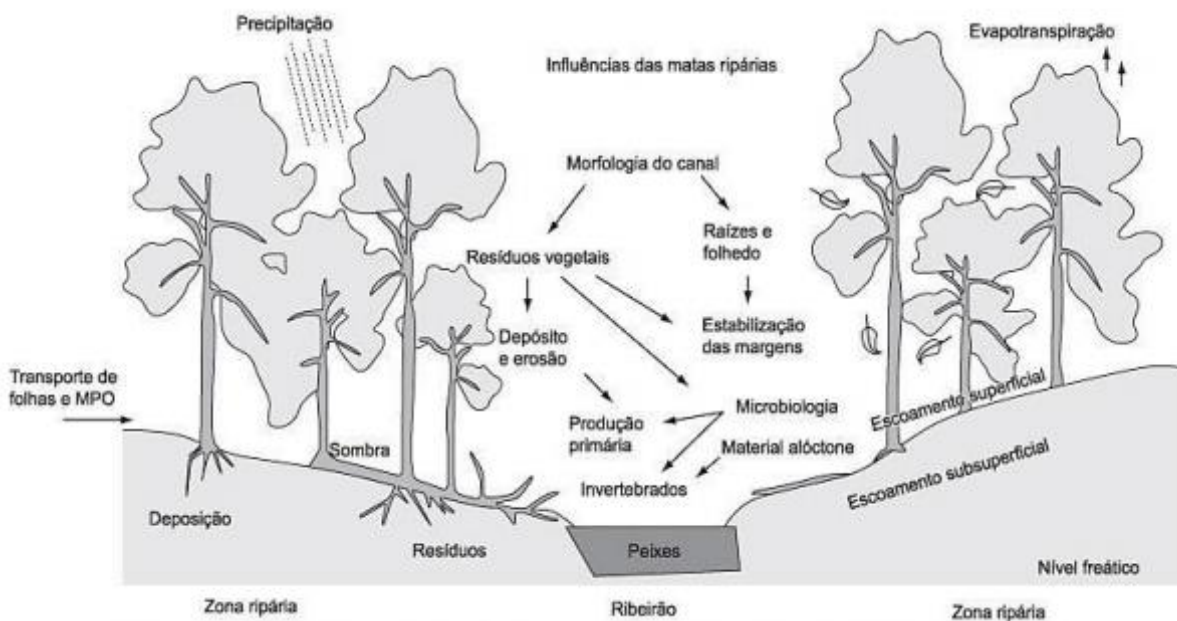
Compreende-se por serviços ecosistêmicos uma gama de resultados, advindos das atividades ecológicas, que propiciam benefícios para a humanidade, como por exemplo: os serviços de provisão, tais como água e alimento; os de regulação, tais como a regulação do clima, a melhoria da qualidade do ar, o controle dos processos erosivos; os serviços de suporte, como a formação dos solos e a ciclagem de nutrientes; e serviços culturais, como de lazer, espiritual, religioso, e outros benefícios não materiais (MEA, 2005).

As zonas ripárias são reconhecidas como áreas de interações biológicas, físicas e químicas entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e são caracterizadas pela alta biodiversidade e produtividade (GREGORY et al., 1991; NAIMAN; DÉCAMPS, 1997; MCCLAIN et al., 2003). Essas formações florestais são extremamente importantes pois apresentam funções hidrológicas, geomorfológicas e biológicas em maior grau do que as áreas de terra firme, considerando a área proporcional que elas cobrem dentro de uma bacia hidrográfica (NRC, 2002).

As zonas ripárias fornecem inúmeros serviços ecosistêmicos uma vez que contribuem para a manutenção da qualidade da água dos rios, servem como abrigo para a fauna, sobretudo em áreas agrícolas. Podem, a depender de sua zona de influência, atuar como corredores

ecológicos, conectando fragmentos florestais, contribuindo para o fluxo gênico entre as áreas (BARRELA et al. 2009; METZGER, 2010). Além disso, auxiliam na retenção de sedimentos e de elementos químicos potencialmente tóxicos para os corpos hídricos, além de interceptar e absorver a luz do sol e a água da chuva, contribuindo para o reabastecimento dos lençóis subterrâneos que, por sua vez, acabam abastecendo as nascentes (Figura 2). Essas zonas podem, ainda, atuar na regulação do clima, atenuando a amplitude térmica, e como zona tampão (PRIMAK; RODRIGUES, 2001). Essa zona tampão propicia uma maior infiltração de água, bem como a retenção dos sedimentos oriundos da erosão do solo (NORDSTROM; HOTTA, 2004). Tal zona, se mantida adequadamente, é capaz de retirar até 97% de todo sedimento de solo erodido antes que cheguem aos cursos hídricos por meio do escoamento superficial (LEE et al., 2003; LOWRANCE et al., 2002, MAYER et al., 2005, HOLANDA et al., 2005).

Figura 2 - Esquema contendo os mais importantes serviços ecossistêmicos que dependem das florestas ripárias.



Fonte: Zakia et al. (2006).

Embora a eficiência das florestas ripárias tenha sido amplamente investigada (HOULD-GOSSELIN et al., 2016; ZHANG et al., 2010; ABU-ZREIG et al., 2004), estudos demonstraram que em condições de campo, as funções de contenção e de filtro dessas áreas podem ser consideravelmente menores do que o preconizado (STEHLE et al., 2016; TANIWAKI et al., 2017). O principal motivo é que, frequentemente, canais preferenciais,

ligando as áreas cultivadas aos cursos d'água, formam-se nas áreas ripárias, reduzindo severamente sua eficiência quanto à proteção desses mananciais. De acordo com TUNDISI et al. (2010) ações de restauração devem ter papel prioritário em áreas com passivo ambiental. Sem a presença dessa vegetação ao longo dos rios a água vai se tornando cada vez mais turva, contaminada (sobretudo com agrotóxicos e fertilizantes), e por consequência o rio se torna mais assoreado, com uma quantidade cada vez menor de peixes e suscetível a enchentes em períodos de chuvas fortes.

4.4. Dinâmica de Carbono e Nitrogênio em Ambientes Florestais

O compartimento solo-floresta é um dos principais reservatórios de carbono da Terra (LAL, 2008). Neste sentido, o equilíbrio entre as entradas e saídas de carbono orgânico do solo tem uma crítica influência sobre a concentração de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico (PRIMIERY et al., 2017). Ano após ano, grande quantidade de carbono sob a forma de CO₂ e outros gases de efeito estufa é liberada para a atmosfera. As emissões de GEE's aumentaram substancialmente durante a última década, atingindo aproximadamente 59 Gt de CO₂ equivalente em 2019, 12% a mais que em 2010 e 54% a mais que em 1990 (IPCC, 2022). O solo pode atuar como fonte e como um grande sumidouro de CO₂ atmosférico. A estimativa no Globo terrestre é que os solos acumulam 2500 Pg de carbono, sendo quatro vezes maior que a quantidade de carbono armazenado na biomassa das plantas (560 Pg C) ou na atmosfera (760 Pg C) (LAL, 2008).

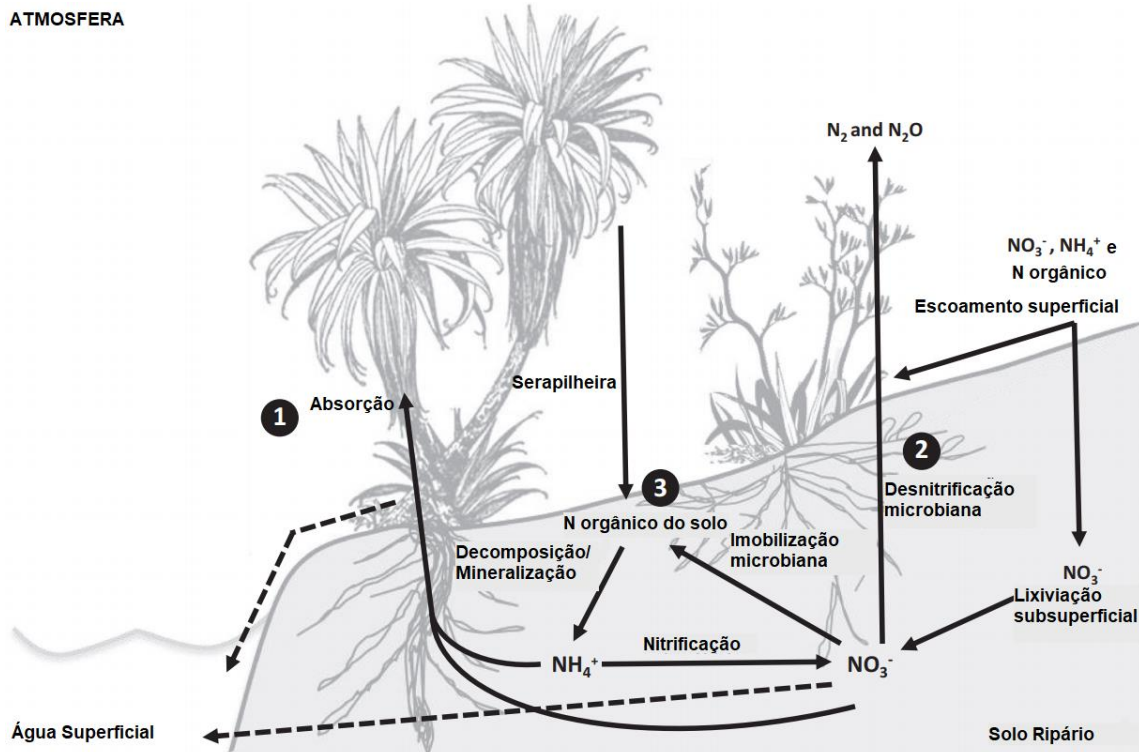
A matéria orgânica do solo contribui para os ciclos do C e do N na atmosfera. Por este motivo, infere-se que mudanças no uso do solo podem alterar consideravelmente a dinâmica da matéria orgânica (ASSAD et al., 2013), e com isso interferir nas condições climáticas (LAPOLA et al., 2014), principalmente no entorno da área em questão. Assim, ações que contribuam com maior aporte de matéria orgânica no solo e que diminuam sua mineralização devem ser constantemente incentivadas (LEITE, et al., 2003). Os solos tropicais armazenam cerca de 506 Pg C (BATJES; DIJKSHOORN, 1999). Ao avaliar os estoques totais de C em todo o território brasileiro, os maiores valores encontrados estão relacionados à umidade do solo, temperatura e umidade relativa do ar (BERNOUX et al., 2002). Visto que o acúmulo de carbono no solo é fruto das adições de materiais orgânicos, a serapilheira é a principal responsável pelo acúmulo de MOS (SELLER, 2007), assim como pela ciclagem de carbono e nitrogênio nos ambientes florestais (COLE; RAPP, 1980). Em solos de baixa fertilidade, a deposição de serapilheira torna-se a principal fonte de carbono orgânico e nutrientes para o crescimento da planta (CALDEIRA et al., 2008).

Além do carbono, a maior parte do nitrogênio do solo se encontra na forma orgânica (BORTOLON et al., 2009). O nitrogênio é o nutriente mais alterado no processo de degradação do solo (AITA, 1997), pois aproximadamente 95% do N do solo encontra-se ligado a matéria orgânica, embora em quantidades bem menores o N também pode estar presente na forma de NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ (SILVA et al., 2004). O decréscimo no estoque de N orgânico, somada às inúmeras transformações de natureza bioquímica a que o N está sujeito (mineralização, imobilização, desnitrificação, entre outros) e à grande quantidade exigida pela maioria das culturas, tornam-no o nutriente mais limitante ao desenvolvimento das plantas, razão pela qual o seu manejo é bastante complexo (BORTOLON et al., 2009).

As zonas ripárias têm sido um foco importante de pesquisa nas últimas décadas, particularmente no que diz respeito ao seu papel na remoção de nitrato das águas subterrâneas em paisagens agrícolas (HILL, 1996; RANALLI; MACALADY, 2010). Diversos estudos mostraram que as zonas ripárias são altamente eficazes na remoção de nitrato, particularmente em paisagens onde os tempos de residências são suficientes para permitir que a água subterrânea interaja com os locais de retenção biótica nos poucos metros superiores a zona ripária (LOWRANCE et al., 1984; PETERJOHN; CORRELL, 1984; HAYCOCK; PINAY, 1993). No entanto, estes estudos geralmente envolvem um período de observação de apenas 1-2 anos e a informação sobre o número de anos que estas zonas ribeirinhas receberam uma alta carga de nitratos antes do estudo é muitas vezes inexistente (HILL et al., 2014).

O nitrogênio (N) é um elemento invasivo (GALLOWAY et al., 2008). De acordo com Franklin et al. (2019), na forma de nitrato, o N é pouco retido nos solos e rapidamente se desloca das terras agrícolas para as águas subterrâneas e superficiais, enquanto o escoamento superficial pode transportar mais amônio e N orgânico (Figura 3). A vegetação e o solo na zona ripária, na interface entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, têm o potencial de interceptar e transformar efetivamente o N que se move para rios e lagos (HILL, 1996; SABATER et al., 2003; MAYER et al., 2007). A lixiviação de nitrato através dos solos ripários pode ser retida através da incorporação na biomassa vegetal (HEFTING et al., 2005) ou removida por desnitrificação, a transformação de nitrato a N gasoso mediada por microrganismos (GIFT et al., 2010; Figura 3).

Figura 3 - Principais processos pelos quais as zonas ripárias retêm o nitrogênio são: (1) absorção através das raízes para os tecidos vegetais, (2) desnitrificação microbiana aos gases de nitrogênio e (3) imobilização como matéria orgânica do solo.



Fonte: Adaptado de FRANKLIN et al, 2019.

As concentrações de nitrato podem ser drasticamente reduzidas em uma zona tampão antes de chegar aos rios, podendo variar entre 40 e 94%. Contudo, em estudos mais atuais, acredita-se que taxas mais próximas a 50% são mais coerentes (KOVACIC et al., 2000; LOWRANCE et al., 2002; STONE et al., 2004). A eficácia na diminuição de nitrato nas águas subterrâneas, que atravessam a zona ripária, varia em função da largura da zona ripária. Mayer et al. (2005) descobriram que as eficiências de remoção de 50%, 75% e 90% ocorrem em tampões com aproximadamente 3 m, 28 m e 112 m de largura, respectivamente. Essa variabilidade é devida a dois fatores: variação na posição da zona ribeirinha em relação aos sistemas de fluxo subterrâneo local, intermediário e regional, e variação das propriedades hidrogeológicas entre as zonas ripárias.

A importância da absorção pelas plantas e da desnitrificação na retenção de N varia em função dos caminhos de fluxo hídrico, clima e entradas de nitrato no sistema (SABATER et al., 2003; HEFTING et al. 2005). A desnitrificação é tipicamente o mecanismo dominante de remoção de N em solos úmidos e orgânicos (SCHADE et al., 2001; MITCHELL et al., 2015). A absorção pelas plantas representa uma remoção de N a curto prazo, pois eventualmente algum

N é disponibilizado para a lixiviação novamente por meio da queda de folhas e decomposição, ou rizodeposição (MAYER et al., 2007). A absorção pelas plantas pode representar a remoção líquida de N durante períodos de rápido crescimento da vegetação com baixa re-deposição de folhas, que é a fase de estabelecimento da vegetação ou após chuvas periódicas em solos secos (SABATER et al., 2003; HEFTING et al., 2005).

Algumas características das plantas provavelmente mediam processos de remoção de N através de variações na forma da raiz, no caráter de crescimento, na produção de folhagens (quantidade, qualidade e taxa de retorno ao solo) e na alteração das condições do solo da rizosfera. Franklin et al. (2019), propuseram um modelo esquemático para selecionar espécies de plantas com probabilidade de influenciar a dinâmica de N nas florestas ripárias. Este modelo baseia-se nas diferenças interespecíficas nas principais características das plantas conhecidas por influenciar os processos de remoção e retenção de N. Estes autores utilizaram como estudo de caso dez espécies características de florestas ripárias, nativas da Nova Zelândia, contudo acredita-se que esse modelo proposto pode ser aplicado em outras regiões, por se tratar de características gerais das plantas, como forma da raiz, quantidade e qualidade da serapilheira, características de crescimento e da rizosfera.

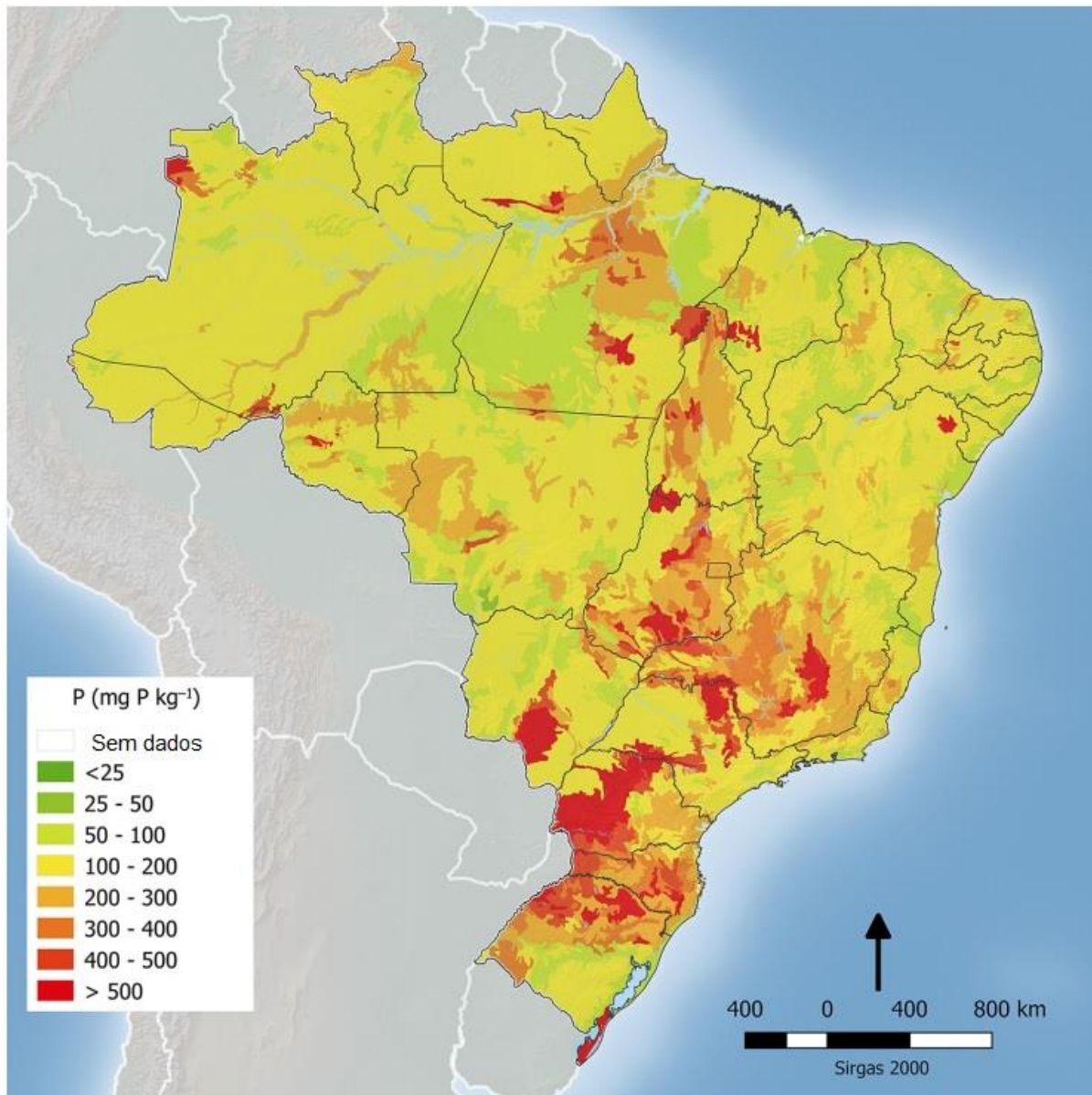
4.5. Dinâmica de fósforo em ambientes florestais

O fósforo (P) é um macronutriente primário essencial, importante para o desenvolvimento inicial da planta, pois estimula o crescimento radicular, além de ser componente das membranas celulares (fosfolipídios), dos fosfatos-açúcares intermediários da respiração, da fotossíntese e dos polímeros de nucleotídeos (DNA e RNA) (MARSCHNER, 2012). Neste sentido, a baixa disponibilidade desse nutriente é a limitação nutricional mais generalizada em solos tropicais (SANCHES; SALINAS, 1981; MARSCHNER, 2012).

De modo geral, o teor total de P nos solos brasileiros varia de 50 a mais de 1800 mg kg⁻¹ (média de 300-350 mg kg⁻¹); contudo, apenas uma quantidade muito pequena deste P está prontamente disponível para as plantas. Aliado a isso, uma fração considerável do P total, cerca de 30 a 65%, está presente em compostos orgânicos que variam de prontamente disponíveis (lábeis) a não disponíveis (não lábeis) para as plantas (TURNER et al., 2002; CONDRON et al., 2005; SHEN et al., 2011). Pavinato et al. (2021) elaboraram um mapa contendo a distribuição espacial do teor total de P nativo na camada superficial (0-30cm) nos solos brasileiros (Figura 4). Nota-se que o território nacional apresenta grande variabilidade espacial no teor de P total nos solos. Valores elevados foram observados

no sul do Brasil, precisamente no oeste do Paraná, Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul em comparação com a maior parte do resto do país.

Figura 4 - Distribuição espacial do teor de P total nativo (mg kg^{-1}) na camada superficial (0-30 cm) dos solos em todo o Brasil.



Fonte: Adaptado de PAVINATO et al, 2021.

Na maioria das regiões do Brasil, há predominância de solos altamente intemperizados (SANTOS et al., 2018), caracterizados como solos de alta fixação de P, devido à forte adsorção de P de minerais de argila 1:1 (por exemplo, caulinita) e ferro (Fe) e óxidos de alumínio (Al) (NOVAIS; SMYTH, 1999). Portanto, espera-se que o teor de P total esteja intimamente

relacionado com os teores de argila, óxidos (Fe e Al) e matéria orgânica (MO) nos solos (PAVINATO et al., 2021).

Embora existam algumas evidências de que o P ocluso possa ser utilizado pelas plantas em condições de restrição de P (GATIBONI et al., 2007) ou pela redução dos complexos de óxidos de ferro com fosfato durante condições anaeróbicas (RANNO et al., 2007; GONÇALVES; MEURER et al., 2009), ele é usualmente considerado ser de limitada disponibilidade às plantas e microrganismos do solo. Sendo assim, a principal fonte de P disponível nesses solos sob vegetação natural passa ser o turnover do P orgânico (JOHNSON et al., 2003), em um ciclo muito fechado de conservação do elemento, onde as perdas ou ganhos em curto tempo são pequenas (SOLOMON et al., 2002; REDEL et al., 2008), em virtude da rápida absorção do P, pelas raízes das plantas, logo após a decomposição da serapilheira. (VINCENT et al., 2010).

4.6. Uso de Isótopos Estáveis (^{13}C e ^{15}N) em Estudos Ambientais

Diversos elementos químicos ocorrem na natureza na forma de isótopos, os quais são espécies atômicas de um mesmo elemento, com a mesma quantidade de prótons em seu núcleo, porém com uma pequena diferença de massa devido à variação no número de nêutrons (MARTINELLI et al., 2009; LUTTGE, 2007). Em grande parte dos elementos, um dos isótopos predomina, enquanto outros apresentam abundância muito baixa (LUTTGE, 2007). Aliado a isso, conforme o elemento se move entre os diversos compartimentos de um ecossistema, a composição isotópica sofre variações e são elas que possibilitam o uso da técnica de isótopos estáveis em estudos ambientais (MARTINELLI et al., 2009). Isótopos estáveis são excelentes traçadores da matéria orgânica do solo, podendo rastrear, por exemplo, o destino de determinados nutrientes, oriundo dos resíduos culturais nos diferentes compartimentos do ecossistema florestal (VERSINI et al., 2014; PEGORARO et al., 2011; FAHEY et al., 2011). Segundo Pereira (2007), “os isótopos estáveis estão presentes nos ecossistemas e sua distribuição natural reflete, de forma integrada, a história dos processos físicos e metabólicos no ambiente”.

A partir das análises dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ é possível obter informações acerca das modificações da cobertura vegetal bem como a origem da matéria orgânica, pois em virtude da ação de diferentes enzimas utilizadas durante a fotossíntese (C_3 : enzima RuBisCO e C_4 : PEP-carboxilase) torna-se possível a diferenciação entre plantas C_3 e C_4 . Plantas de ciclo C_3 apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ entre -22 e -32‰ e as plantas do ciclo C_4 valores entre -9 e -17‰ (BOUTTON, 1991; HANDLEY; RAVEN, 1992; HOGBERG, 1997; SMITH; EPSTEIN,

1971). Maiores valores de $\delta^{13}\text{C}$ indicam menor discriminação contra o ^{13}C devido a menores valores de CO_2 intercelular e maior eficiência no uso da água (FARQUHAR et al., 1982; BUCHMANN; KAPLAN, 2001). Em função disso, informações sobre $\delta^{13}\text{C}$ no solo possibilitam determinar diferenças de estresse hídrico entre as comunidades (PARRON; BUSTAMANTE; CAMARGO, 2004).

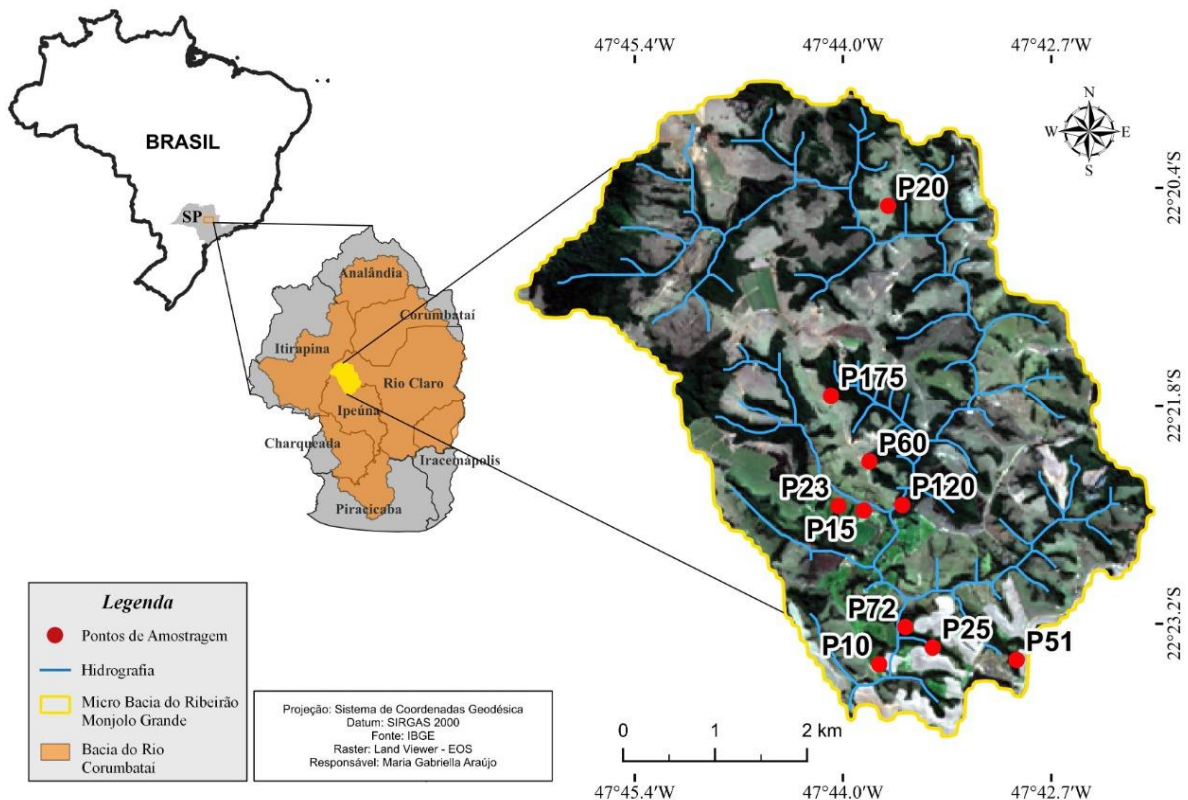
Outro isótopo bastante utilizado em estudos ambientais é o ^{15}N , através dele é possível avaliar as modificações de N no solo, estimando assim as taxas de transformação, fornecendo informações importantes sobre o sistema (SZPAK, 2014). Reações de mineralização, nitrificação, desnitrificação e volatilização, associadas às assimilações de N pelas plantas, propiciam maior decomposição do isótopo mais leve de N (^{14}N), deixando a matéria orgânica remanescente enriquecida em átomos de ^{15}N (BUSTAMANTE et al., 2004). Neste sentido, de acordo com Mendonça et al. (2010), menores valores de $\delta^{15}\text{N}$ estão associados à maior quantidade de MOS, enquanto em áreas onde se tem menores valores de carbono orgânico encontram-se os maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$, o que é indício da decomposição da matéria orgânica. De acordo com SZPAK (2014), o ^{15}N aumenta com a idade da matéria orgânica do solo e o grau de decomposição. LOSS et al. (2016) observaram, em profundidade, um enriquecimento isotópico com ^{15}N em área de floresta. Este enriquecimento com ^{15}N e a redução da concentração de nitrogênio com a profundidade do solo é um padrão clássico de ocorrência em solos (NADELHOFFER E FRY, 1994).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização da área experimental

O estudo foi realizado em dez fragmentos de florestas ripárias situadas ao longo de riachos de primeira e segunda ordem localizados em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, localizada na porção centro-oeste do estado de São Paulo, entre os paralelos $22^{\circ} 04' 46''$ S e $22^{\circ} 41' 28''$ S e os meridianos $47^{\circ} 26' 23''$ W e $47^{\circ} 56' 15''$ W (Figura 5). A altitude na bacia do Corumbataí varia de 470 m no encontro com o rio Piracicaba, em Santa Terezinha, a 1.058 m na Serra do Cuscuzeiro, próximo a Analândia.

Figura 5 - Mapa do Brasil mostrando a localização do Estado de São Paulo com enfoque na bacia do rio Corumbataí em laranja, seguindo por delineamento da bacia do ribeirão Monjolo Grande em amarelo, onde estão inseridas as áreas de estudo. Em vermelho na figura à direita encontram-se assinaladas as diversas florestas ripárias estudadas.



Fonte: Araújo, 2022.

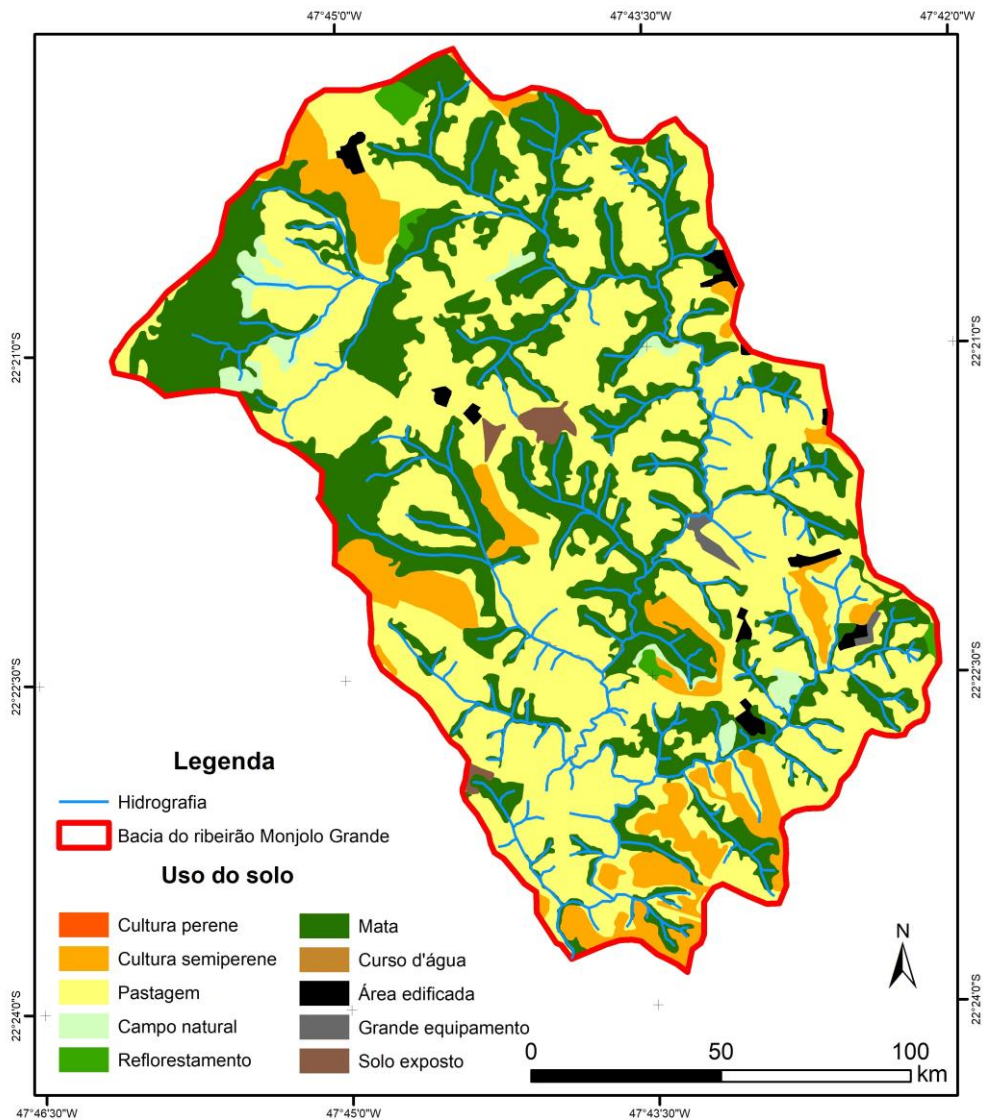
5.2. Caracterização da área experimental

A bacia do rio Corumbataí possui cerca de 1.708 km², sendo que a maior parte de suas terras se encontra na Depressão Periférica Paulista. Nela estão inseridos os municípios de Corumbataí, Ipeúna, Rio Claro e Santa Gertrudes; e parte dos municípios de Analândia, Charqueada, Itirapina e Piracicaba. A nascente do rio Corumbataí está localizada no município de Analândia e a sua foz no município de Piracicaba. Tradicionalmente, essa bacia é dividida nas seguintes sub-bacias: Alto Corumbataí (cerca de 318 km²), Passa-Cinco (cerca de 528 km²), Médio Corumbataí (cerca de 290 km²), Ribeirão Claro (cerca de 280 km²) e Baixo Corumbataí (287 km²) (VALENTE, 2001).

A bacia do rio Corumbataí era predominantemente dominada por formações vegetais naturais, como por exemplo as florestas estacionais decíduas, florestas estacionais semidecíduas, florestas ripárias, florestas paludosas e cerrado (KOFFLER, 1993; RODRIGUES, 1999). A implantação da cultura do café bem como de outras culturas de subsistência, no início do século XX, deu início ao processo de colonização da bacia. Tais culturas alavancaram o desenvolvimento econômico da região, sobretudo pela construção de ferrovias. Posteriormente, o café foi sendo substituído pelas pastagens e mais recentemente pela cultura da cana-de-açúcar, que juntos representam cerca de 71,8% da área da bacia (VALENTE; VETTORAZZI, 2003, 2005).

Por se tratar de uma área de intenso desenvolvimento econômico do estado, a bacia do rio Corumbataí possui elevado nível de fragmentação da vegetação nativa aliado a uma matriz de uso e cobertura do solo predominantemente agrícola (GRANDE; REZENDE; ROCHA, 2003). Em virtude do intenso processo de desmatamento e ocupação desordenada da bacia, a cobertura florestal remanescente ficou restrita a trechos isolados no entorno de corpos d'água (Figura 6).

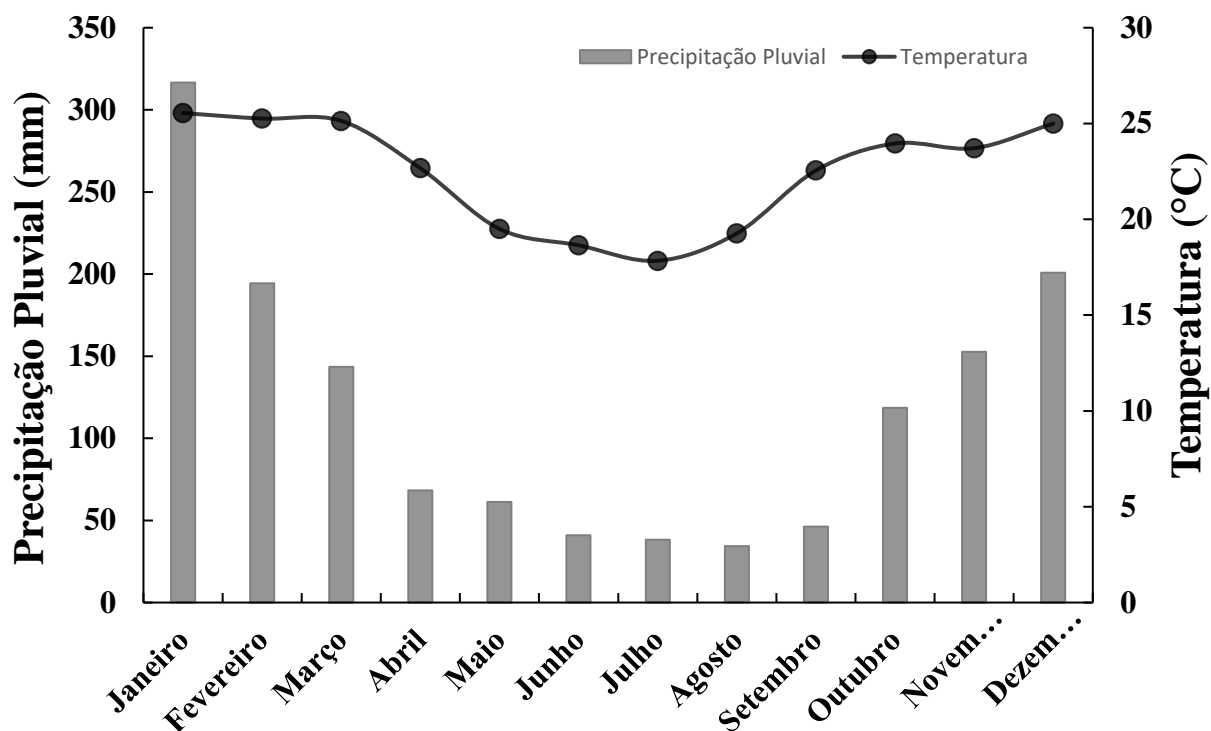
Figura 6 - Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do ribeirão Monjolo Grande - SP



Fonte: DataGEO - SMA/CPLA/DIA/CIGI, 2013

A região apresenta um clima do tipo Cwa (Köppen), ou seja, subtropical, com verões chuvosos e invernos secos. Cerca de 80% da precipitação anual ocorre no período de outubro a março e apenas 20% entre abril e setembro. As temperaturas mais altas ocorrem no período de dezembro a março e as mais baixas em junho e julho, com 17° C (Figura 7).

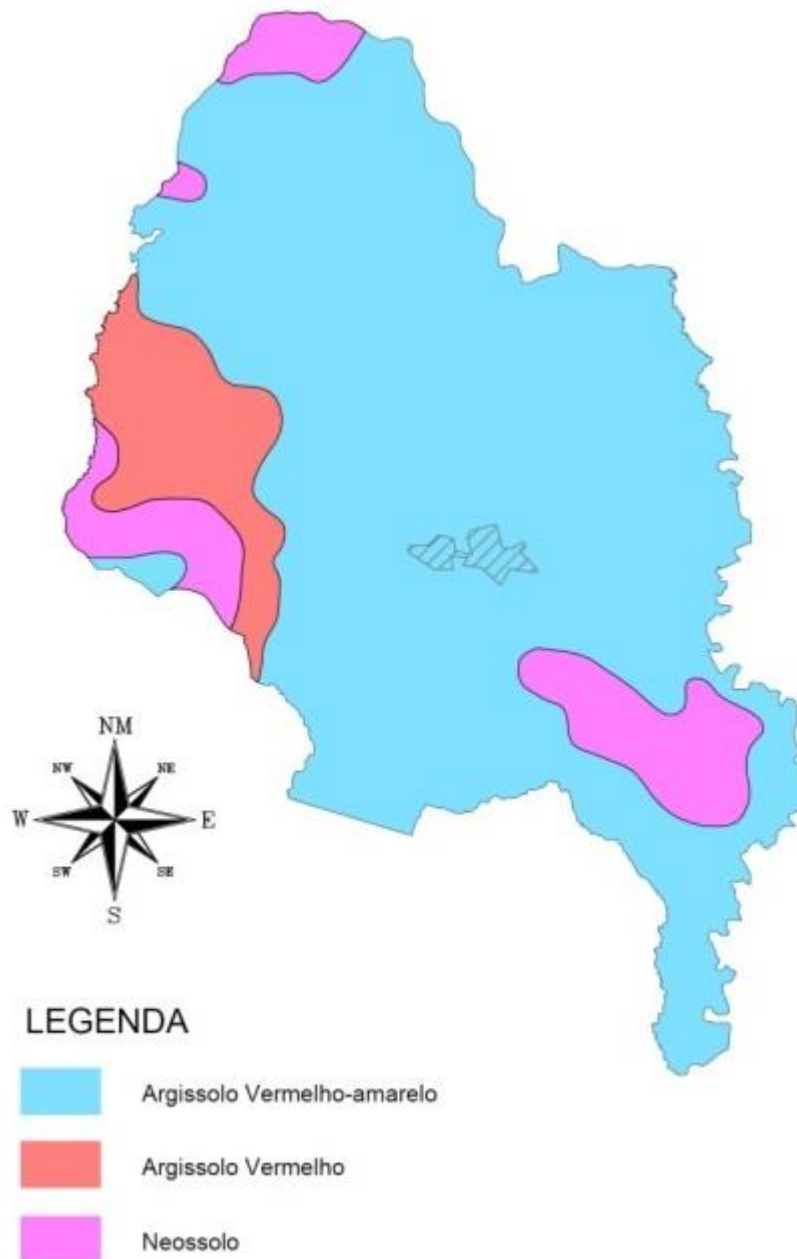
Figura 7 - Precipitação pluvial e temperatura média no município de Ipeúna - SP



Fonte: DAEE, 2023 (Precipitação Pluvial: 2001 – 2021); CHAGRO, 2023 (Temperatura: 2016 – 2022)

Na bacia do rio Corumbataí foram identificadas 54 unidades de solo pertencentes aos grandes grupos: Argissolos, Latossolos, Neossolo Quartzarênico e Neossolo Litólico. No município de Ipeúna, especificamente, predomina os Argissolos Vermelho - amarelo, Argissolos Vermelho e Neossolos (Figura 8). A declividade na bacia varia de plana a muito íngreme. Nas sub-bacias do rio Passa-Cinco e Corumbataí é que se encontra a maior porcentagem de áreas fortemente inclinadas e muito íngremes (PROJETO CORUMBATAÍ, 2001). O material geológico da área é característico dos períodos Cenozoico, Mesozoico e Paleozoico, de litologia arenítica, intrusivas básicas tabulares, pertencente às formações Rio Claro, Serra Geral, Piramboia, Corumbataí, Irati, Tatuí e Itararé.

Figura 8 - Mapa de solos do município de Ipeúna -SP



Fonte: PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico e PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2015

5.3 Delineamento Experimental

Para a seleção dos fragmentos primeiramente fez-se uma análise visual, com base em imagens de satélites (Figuras 9 e 10), para identificar as áreas florestais e o cálculo das larguras dos fragmentos foi feito no *software ArcGIS* versão 10.3. Assim, foram selecionados dez fragmentos de florestas ripárias, ao longo da bacia do rio Corumbataí (Tabela 2). É importante esclarecer que das dez florestas ripárias selecionadas, três delas (P15, P20 e P23) foram

incluídas posteriormente. Por isso, as análises referentes a esses três fragmentos serão apresentadas apenas na parte da estrutura florestal.

Os fragmentos estão distribuídos dentro da sub-bacia do Passa Cinco, mais precisamente na bacia do ribeirão Monjolo Grande. Para as avaliações foram consideradas parcelas de áreas iguais de acordo com as respectivas larguras dos fragmentos de mata ripária. O objetivo é que a área de cada *plot* amostral tenha 0.25 ha ou 2500m². Por exemplo, caso um fragmento tenha 11 metros de largura, o comprimento do segmento paralelo ao riacho deverá ter 227 m (2500 m² /11 m). Caso outro fragmento tenha 100 metros de largura o comprimento do segmento paralelo ao riacho deverá ter 25 m (2500 m² /100 m). Caso não seja possível obter em todos os plots de um determinado grupo uma área de 2500 m², propõe-se que seja eliminado o *plot* que não alcançar tal área. Em casos extremos em que sejam eliminados vários plots de um mesmo grupo, é necessário diminuir a área de 2500 m² para cada *plot*. No entanto, essa é a área mínima recomendada para estimativa de biomassa (CHAVE et al., 2015). Por outro lado, existem situações, principalmente em áreas tropicais que é logisticamente impossível a estimativa em plots com essa área. Vários autores têm defendido que devido a essa restrição, sejam aceitas estimativas de biomassa conduzidas em plots de no mínimo 1000 m², principalmente pelo fato que em paisagens fragmentadas como é o caso da bacia do Corumbataí, as grandes árvores com DAP > 70 cm que tem um peso desproporcional nas estimativas de biomassa não se encontram mais presentes. Por isso, todos os *plots* amostrais da presente pesquisa possuem 1000 m² de área experimental.

É interessante ressaltar que os fragmentos selecionados apresentam diferentes níveis de perturbação antrópica. O P10, por exemplo, é comumente utilizado como via de acesso do gado ao rio, além de ter sofrido com a derrubada de uma parte considerável da mata para facilitar o acesso a outra margem do rio. Outros pontos também são utilizados como passagem para o gado (P72, P60 e P175), sofreram com retirada de lenha e caça ilegal, além de estarem suscetíveis ao fogo. No P25 e P51, o manejo do solo no plantio de cana-de-açúcar a montante desses remanescentes ripários acabou contribuindo para a formação de canais preferencias de escoamento dentro das florestas, gerando em certos casos severas erosões. Apesar de todas essas perturbações, esses fragmentos não são considerados como florestas secundárias, como iremos abordar mais à frente com os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ no solo.

Figura 9 - Imagem de satélite do Google Earth Pro indicando os cinco fragmentos de florestas ripárias com largura menor que 30 m. Figura 9A = P10, 9B = P15, 9C = P20, 9D = P23 e 9E = P25.

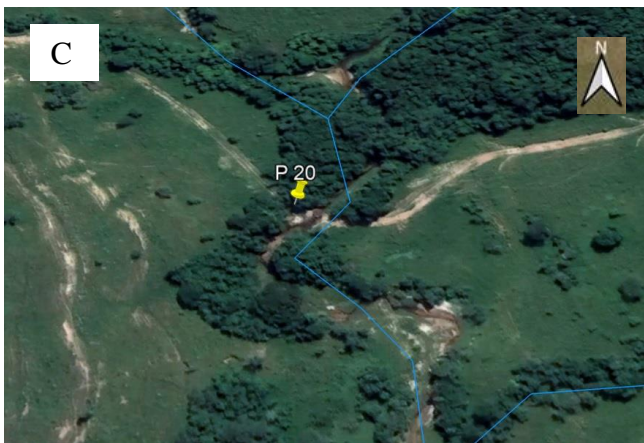
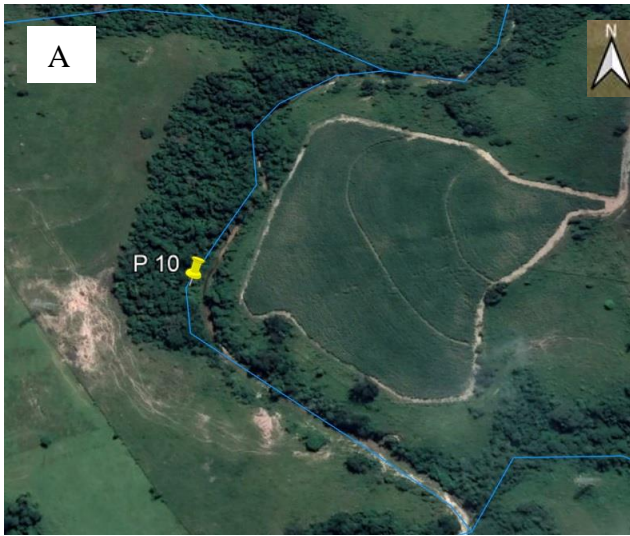


Figura 10 - Imagem de satélite do Google Earth Pro indicando os cinco fragmentos de florestas ripárias com largura maior que 30 m. Figura 10A = P51, 10B = P60, 10C = P72, 10D = P120, 11E = P175.

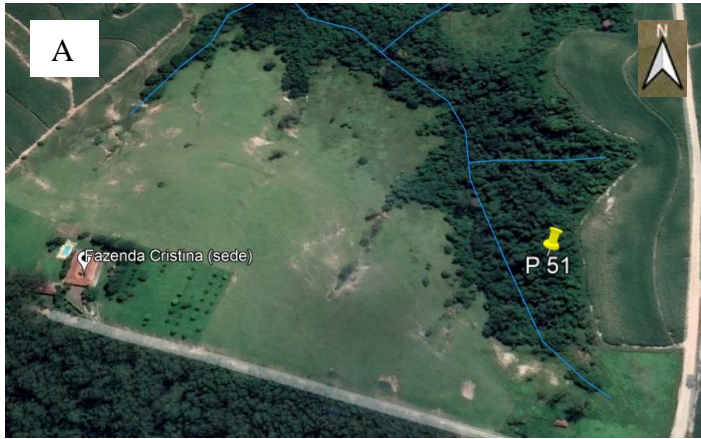


Tabela 2 - Grupamentos de florestas ripárias com respectivas coordenadas geográficas e largura das áreas selecionadas em microbacias localizadas na bacia do rio Corumbataí - SP.

Ponto	Latitude	Longitude	Largura (m)	Ponto	Latitude	Longitude	Largura (m)
P10	- 22°23'25,03"	- 47°43'48,61."	10	P51	- 22°23'23,40"	- 47°42'56,34"	51
P15	- 22°22'26,60"	- 47°43'54,45."	15	P60	- 22°22'07,94"	- 47°43'52,34"	60
P20	- 22°20'30,80"	- 47°43'45,20"	20	P72	- 22°23'10,88"	- 47°43'38,66"	72
P23	- 22°22'24,89"	- 47°44'04,08"	23	P120	- 22°22'24,50"	- 47°43'39,85"	120
P25	- 22°23'18,70"	- 47°43'28,27"	25	P175	- 22°21'43,05"	- 47°44'06,96"	175
P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros.							

Tabela 3 - Análise granulométrica do solo de sete florestas ripárias analisadas

Áreas de Estudo	Camada (cm)	Areia	Silte g kg ⁻¹	Argila	Classe de Textura
P10	0 – 10	890	35	75	Arenosa
	10 – 20	891	58	50	
	20 – 30	891	59	50	
P25	0 – 10	826	48	126	Arenosa
	10 – 20	798	76	126	
	20 – 30	833	67	101	
P72	0 – 10	799	100	101	Arenosa
	10 – 20	819	54	126	
	20 – 30	855	94	51	
P51	0 – 10	854	71	75	Arenosa
	10 – 20	861	64	75	
	20 – 30	855	70	75	
P120	0 – 10	809	65	126	Arenosa
	10 – 20	805	69	127	
	20 – 30	805	68	126	
P60	0 – 10	868	31	101	Arenosa
	10 – 20	862	38	100	
	20 – 30	861	13	125	
P175	0 – 10	899	51	50	Arenosa
	10 – 20	902	48	50	
	20 – 30	904	21	75	

P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros.

5.4 Estrutura Florestal

Para avaliação da estrutura da floresta, todos os indivíduos com o diâmetro a altura do peito (DAP) acima de 5 cm foram mensurados, com auxílio de uma fita diamétrica, em todos os plots experimentais. A estimativa da altura total dos indivíduos foi feita com o auxílio de um medidor baseado na emissão de laser “Impulse-200LR” (Laser Technology Inc., Englewood, Colorado).

Estimativa da biomassa acima do solo e estoque de carbono, nitrogênio e fósforo

Para a estimativa da biomassa acima do solo foi utilizada a equação alométrica Pantropical (CHAVE et al., 2015).

$$\text{BAS} = 0,0673 (\rho D^2 H)^{0,976}$$

Em que: BAS = biomassa acima do solo (kg);

D = diâmetro à altura do peito (cm);

H = altura (m)

ρ = densidade média da madeira (g cm^{-3}).

O valor de densidade média da madeira de cada espécie e gênero inventariada foi obtido a partir de um banco de dados global de densidade da madeira (ZANNE et al., 2009; disponível *online*), bem como de outras fontes de dados disponível na literatura científica. O uso do gênero fornece aproximações confiáveis dos valores das espécies (CHAVE et al., 2006) e não representa um problema, por também ter sido utilizada a média ponderada pela comunidade.

Para determinação dos estoques de carbono, nitrogênio e fósforo (C, N e P) na biomassa acima do solo foram coletadas amostras de tronco, em cerca de 10% do total de indivíduos inventariados por *plot* amostral. Ou seja, se em uma das áreas foram inventariados 100 indivíduos, em 10 destes foram coletadas amostras de tronco para realização das análises. As amostras de troncos foram coletadas com furadeira portátil movida a bateria. Os primeiros centímetros da amostra foram desprezados para evitar contaminação pela casca. Após a coleta, os furos foram fechados com cera de abelha para evitar a propagação de fungos.

Análise Fitossociológica dos Fragmentos

Para avaliar a vegetação nos fragmentos de florestas ripárias foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos.

Densidade Relativa

Indica a participação de cada espécie em relação ao número total de árvores/indivíduos.

$$DeR = \left(\frac{n}{N}\right) * 100$$

n = número de indivíduos de uma determinada espécie.

N = número total de indivíduos.

Dominância Relativa

Representa a porcentagem da área basal de uma determinada espécie (g_i) em relação a área basal de todas as espécies amostradas (G), o somatório das áreas basais individuais), ambas calculadas por unidade de área.

$$DoR = \left(\frac{g_i}{G}\right) * 100$$

A dominância pode ser definida como a projeção da área basal à superfície do solo, fornecendo deste modo uma medida mais eficaz da biomassa do que simplesmente o número de indivíduos.

Frequência Absoluta

Indica a porcentagem (ou proporção) de ocorrência de uma espécie em uma determinada área.

$$FA = \left(\frac{p_i}{P}\right) * 100$$

p_i = número de parcelas (unidades amostrais) com ocorrência da espécie i .

P = número total de parcelas (unidades amostrais) na amostra.

Frequência Relativa

É a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

$$FR = \left(\frac{FAi}{\sum FA} \right) * 100$$

FAi = Frequência absoluta de uma determinada espécie.

$\sum FA$ = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

A frequência fornece uma informação a respeito da dispersão das espécies. Espécies com um elevado número de indivíduos podem apresentar baixos valores de frequência em função de seus indivíduos estarem agrupados, ao passo que outras espécies podem apresentar 100% de frequência por seus indivíduos encontrarem-se distribuídos em todas as parcelas amostradas.

Índice de Valor de Importância

É o índice que caracteriza a importância de cada espécie na comunidade (sob a perspectiva horizontal), reunindo os critérios de análise dos três parâmetros (DeR, FR, DoR). É a soma da abundância, da frequência e da dominância relativas de cada espécie da associação vegetal.

$$IVI = DeR + FR + DoR$$

Teoricamente, a espécie mais importante em termos de IVI é aquela que apresenta o maior sucesso em explorar os recursos de seu habitat. A partir da análise de cada parâmetro que compõe o IVI pode-se compreender se a espécie é abundante ou não, se apresenta distribuição agrupada ou dispersa e se ela possui grande área basal ou não, dando uma ideia sobre densidade, distribuição espacial e a dimensão alcançada pela população de uma espécie em relação à demais.

Índice de Valor de Cobertura

$$IVC = DeR + DoR$$

Índice de Diversidade de Shannon-Wiener

O índice de diversidade de Shannon (H') assume que os indivíduos são amostrados de forma aleatória de uma população infinitamente grande, assumindo também que todas as

espécies estão representadas na amostra. É um índice baseado na abundância proporcional das espécies na comunidade:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i * \log_n p_i$$

s = é o número de espécies na amostra.

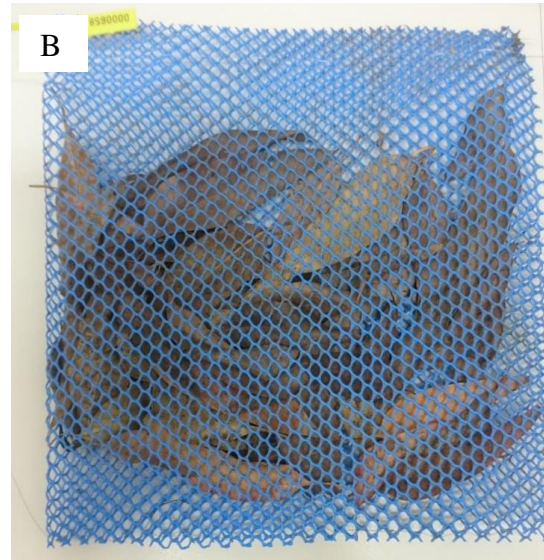
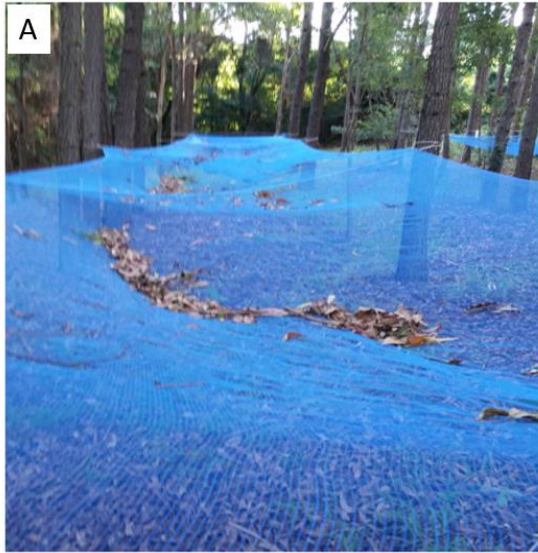
p_i = a proporção de indivíduos de cada espécie em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies, ou seja, a densidade relativa de cada espécie.

ln = é logaritmo neperiano.

5.5 Decomposição da serapilheira

A decomposição do material vegetal foi avaliada pela técnica dos *litter bags*, que consiste no confinamento de amostras de serapilheira em bolsas. Este método avalia a perda de massa de forma direta, na qual uma quantidade conhecida de material é confinada no interior das bolsas, e dispostas na superfície do solo por determinado período (BARLOCHER; GRAÇA, 2005). Para isso, folhas senescentes de *Eucalyptus urograndis* foram coletadas no período de janeiro a abril de 2018 (Figura 11-A) e posteriormente secas em temperatura ambiente. A escolha por folhas da espécie de eucalipto foi com o intuito de minimizar a questão da qualidade do material vegetal em cada *litterbag*, fornecendo aos organismos decompositores um material com as mesmas características nutricionais. A confecção das bolsas foi feita em telas de náilon (40 x 40 cm), com malha de 2 mm permitindo o acesso da microfauna (< 0,1 mm) e mesofauna (0,1 – 2,0 mm), segundo a classificação de Swift et al. (1979). Preencheu-se os *litter bags* com aproximadamente 12 g de folhas (Figura 11-B). A instalação dos *litter bags* nos *plots* amostrais, bem como dos coletores de deposição de folhas senescentes (Figura 11-C), ocorreu no dia 08 de agosto de 2019. As coletas dos *litter bags* foram realizadas 365 dias após a implantação do experimento. Os detritos foliares remanescentes dentro dos *litter bags* foram limpos, secos e pesados. A decomposição do material foi obtida através da porcentagem de massa remanescente após esse período.

Figura 11 - Fotografias da coleta das folhas senescentes utilizadas no experimento (A), dos litter bags prontos, antes de serem instalados (B) e dos litter bags instalados nas áreas experimentais (C).



5.6 Coleta de amostras de serapilheira e do solo

5.6.1 Serapilheira

A deposição mensal de folhas foi quantificada por meio da instalação de coletores circulares, com área de 2800 cm² (Figura 12). Os folhedos depositados dentro de cada coletor foram coletados a cada 15 dias durante o período de 12 meses. As amostras coletadas passaram por um processo de secagem em estufa de circulação de ar, a uma temperatura de 55° C, por um período de dois dias. Posteriormente, as amostras de serapilheira foram separadas em quatro frações: folhas, galhos, flores/frutos e miscelânea (Figura 13), pesadas, moídas e posteriormente enviadas aos laboratórios para a realização das análises.

Figura 12 - Coletor circular utilizado nas coletas de amostras de serapilheira



Fonte: O Autor

Figura 13 - Amostra de serapilheira separadas em suas diferentes frações



Fonte: O Autor

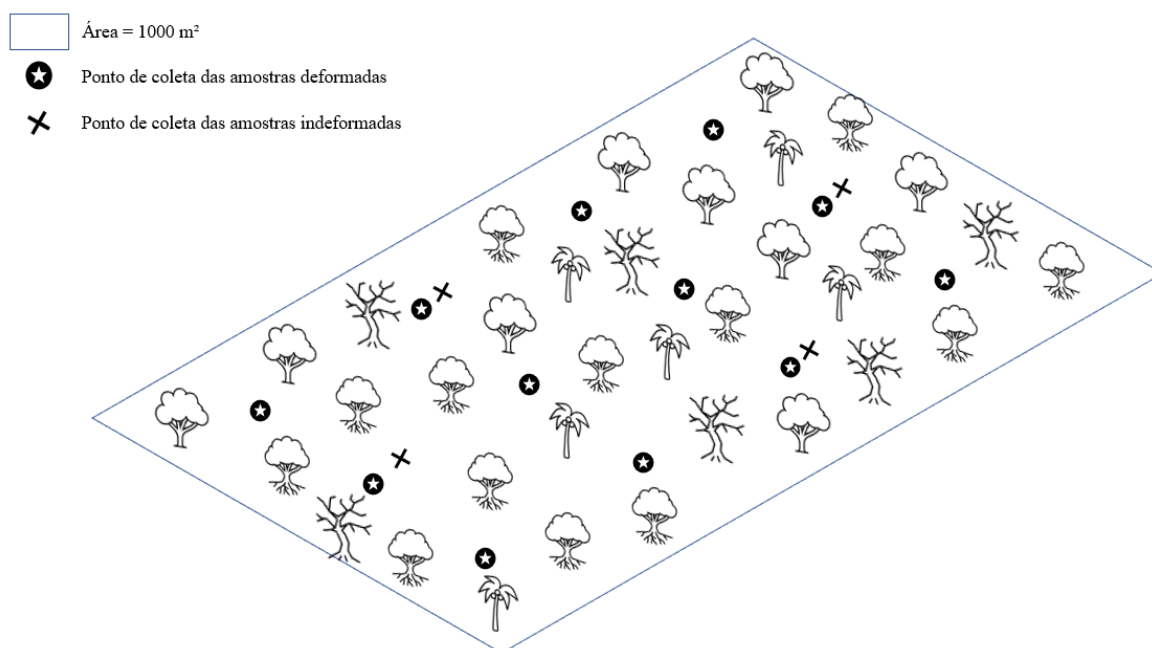
5.6.2 Coleta de amostras de solo

As amostras deformadas e indeformadas foram coletadas nas camadas 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Para a obtenção das amostras indeformadas foi utilizado um trado específico para esse tipo de coleta, com o auxílio de um anel volumétrico. No total, coletou-se quatro pontos por tratamento, nas profundidades mencionadas acima (Figura 14).

As amostras deformadas foram coletadas com auxílio de um trado holandês, sendo que os pontos de coleta das amostras estavam dispostos em quatro linhas, com três pontos de coleta em cada linha, totalizando doze amostras simples em cada uma das áreas (Figura 14). Com o intuito de reduzir a quantidade de amostras para preparo e análise, as doze amostras simples formaram quatro amostras compostas por tratamento. Tais amostras seguiram para o Laboratório de Ecologia Isotópica – CENA/USP, onde foram secas em estufa de circulação

forçada de ar a 45°C, em seguida homogeneizadas e passadas em peneira de 2 mm (TFSA). Após o preparo da TFSA, sub-amostras de 20 a 40 mg foram maceradas e peneiradas a 100 mesh, para posterior análise elementar de C, N, e isotópica ^{13}C : ^{12}C e ^{15}N : ^{14}N .

Figura 14 – Disposição dos pontos de coleta de solo das amostras deformadas e indeformadas



Fonte: O autor

5.7 Análises

5.7.1 Concentração elementar e composição isotópica de C e N na serapilheira e no solo

As concentrações de C e N totais foram quantificadas com o auxílio de um analisador elementar “Carlo Erba / CHN-1110” por combustão a seco e as determinações das variações isotópicas ^{13}C / ^{12}C e do ^{15}N / ^{14}N por espectrometria de massa (Thermo Scientific / Delta Plus), realizadas no Laboratório de Ecologia Isotópica do CENA/USP.

Neste equipamento, as amostras são convertidas em gases através da combustão a seco, em um forno a 1030°C, sob a ação de reagentes oxidantes e de um pulso de oxigênio ultrapuro, gerando gases de N_2 e CO_2 , com o nitrogênio e carbono da amostra, respectivamente. Esses gases são purificados no analisador elementar para eliminação de subprodutos da combustão, tais como óxidos de enxofre, de nitrogênio e água, e separados em uma coluna cromatográfica, sob uma atmosfera inerte de hélio ultrapuro (gás de arraste). A determinação

das razões isotópicas é feita de acordo com suas massas isotópicas por meio da separação das moléculas em um campo magnético (BARRIE; PROSSER, 1996).

Os resultados são expressos em massa para os teores elementares, e para os teores isotópicos na forma de desvios ($\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰)) em relação ao padrão internacional VPDB e à composição atmosférica, respectivamente, conforme Equação 1. Para as análises de carbono e nitrogênio na serapilheira foi adotado o padrão interno vegetal (C = 43,8 %, N = 0,88%) e para as análises de solo o padrão interno de solo do laboratório de Ecologia Isotópica (C = 1,63 %, N = 0,15%).

É importante ressaltar que o erro analítico aceitável para os teores de carbono e nitrogênio é de 0,3 e 0,1%, respectivamente. Já para a razão isotópica, aceita-se um erro analítico de no máximo 0,2 ‰.

$$\delta^n X = [(R \text{ amostra}) / (R \text{ padrão}) - 1] * 10^3$$

Onde:

X: Isótopo de Carbono ou Nitrogênio (‰)

R_{amostra} : Razão isotópica da amostra ($^{13}\text{C}:^{12}\text{C}$ e $^{15}\text{N}:^{14}\text{N}$)

$R_{\text{padrão C}}$: Razão isotópica do padrão (V-PDB)

$R_{\text{padrão N}}$: Ar atmosférico

5.7.2 Concentração de fósforo na serapilheira e no solo

A análise do teor elementar de fósforo na serapilheira e no solo foi realizada nas mesmas condições de coleta e preparo descritas nos itens 3.6.1 e 3.6.2. O teor de P na serapilheira foi obtido pelo método de digestão nitroperclórica e sua determinação feita por colorimetria. Já para o teor de P disponível para as plantas no solo, a extração foi feita pelo método de resina trocadora de íons, ambas realizadas no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP.

5.7.3 Estimativa dos estoques de C, N e P na serapilheira

Os estoques de C, N e P na serapilheira foram calculados utilizando a massa seca (kg) das amostras multiplicada pela área do coletor, em hectare. Posteriormente, multiplicou-se pelos teores de C, N e P e os resultados foram expressos em Mg ha^{-1} .

5.7.4 Densidade e estimativas dos estoques de C e N no solo

A densidade do solo foi determinada a partir de amostras indeformadas coletadas em cada uma das camadas do solo, anteriormente descritas (BLAKE; HARTGE; 1986). As amostras foram secas em estufa a 105°C, durante 24 horas. Posteriormente, a massa de solo foi avaliada novamente para a realização do cálculo, conforme equação abaixo.

$$\rho = \frac{Ms}{Vt}$$

Onde:

ρ = densidade da amostra (g.cm⁻³)

Ms = massa do solo seca (g)

Vt = volume total do anel (cm³)

Para a obtenção dos estoques de C e N do solo usou-se os seus respectivos teores no solo, a densidade do solo e a espessura da camada amostrada do solo de acordo com equação abaixo (BERNOUX et al., 1998).

$$E = \frac{\rho \times h \times (C \text{ ou } N)}{10}$$

Onde:

E = estoque de carbono ou nitrogênio total do solo (Mg ha⁻¹);

ρ = densidade do solo (g cm⁻³);

h = espessura da camada amostrada (cm);

C ou N = teor de carbono ou nitrogênio total do solo (g kg⁻¹).

5.8 Análises estatísticas

Para testar as hipóteses formuladas inicialmente, foram comparadas as diversas métricas sobre estrutura e funcionamento das florestas ripárias em função da largura das florestas ripárias que, por sua vez, foram agrupadas em dois grupos distintos. Para se evitar o efeito de variáveis que possam interferir nos testes além da largura das florestas ripárias, estas foram incluídas como covariáveis no modelo estatístico utilizado. Por exemplo, sabe-se que a textura do solo

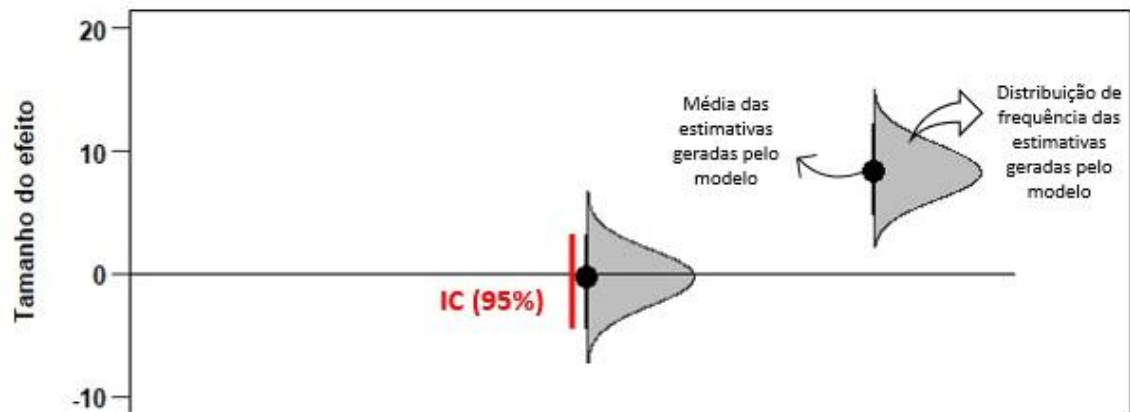
interfere no estoque de carbono e nutrientes no solo (ASSAD et al., 2013). Solos mais argilosos tendem a ter uma concentração maior de carbono e nitrogênio. Assim sendo, a granulometria do solo de cada *plot* experimental será também incluída como uma covariável.

Os testes estatísticos foram feitos adotando-se modelos lineares generalizados, que permitem uma maior flexibilização quanto à distribuição dos dados. As variáveis dependentes serão DAP, altura das árvores, área basal, biomassa viva acima do solo, biomassa morta acima do solo, queda de folhas, taxa de decomposição da serapilheira, estoques de nutrientes na vegetação e no solo. A variável explanatória foi composta pelas respectivas larguras das florestas ripárias analisadas (Tabela 2).

Há muito tempo a ciência utiliza o teste de significância de hipóteses como uma das principais formas de realizar análises estatísticas de dados. No entanto, nos últimos anos, o modo como são realizadas as análises estatísticas vêm mudando em virtude da preocupação com a veracidade das pesquisas realizadas (IOANNIDIS, 2005). As limitações do teste de hipótese vêm sendo discutidas, principalmente em função do pensamento dicotômico no qual essa análise se baseia, limitando-se apenas em aceitar ou rejeitar a hipótese nula ao invés de analisar o tamanho do efeito da distribuição dos dados, em função da dependência pelo *p* valor. O *p* valor é um parâmetro estatístico utilizado nos testes de hipótese para indicar a probabilidade da distribuição dos dados de dois ou mais grupos serem iguais (geralmente considerando um IC de 95%). Uma forma de evitar esse pensamento dicotômico que o valor *p* enseja seria substituí-lo por análises descritivas que levem em consideração o tamanho do efeito e seus respectivos intervalos de confiança (CUMMING, 2014).

Por isso, na presente pesquisa, os parâmetros químicos e estruturais das florestas ripárias foram comparados entre si, tendo como base de comparação o ponto P10, fragmento com a menor largura dentre os analisados (10 metros). Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o pacote “DABEST (*Data Analysis with Bootstrap-coupled Estimation*)” na plataforma *Rstudio*. Tal pacote estatístico utiliza uma ANOVA como modelo linear de comparações múltiplas, onde os grupos (por exemplo: P15, P20, P23, P25, P51, P60, P72, P120 e P175) são comparados com um grupo de referência (por exemplo: P10). Posteriormente, o pacote realiza milhares de vezes o cálculo das estimativas dos coeficientes do modelo, fazendo uso de uma técnica denominada de “*Bootstrapping Baesiano*” (EFRON; TIBSHIRANI, 1994). A partir dos coeficientes gerados pela técnica supracitada, é construída uma distribuição de frequência onde são estimados os intervalos de confiança, conforme Figura 15.

Figura 15 - Modelo dos gráficos de diferença entre as médias



A interpretação dos dados pode ser realizada tendo como base a “*Distância de Cohen*” (COHEN, 1992) que é obtida a partir da diferença dos coeficientes gerados pelo modelo estatístico entre os grupos a serem comparados, dividido pelo desvio padrão de toda população.

$$d = (Me - Mc)/s$$

Onde:

d = Distância de Cohen;

Me = Média do tratamento gerado pelo modelo;

Mc = Média do controle geradas pelo modelo;

s = Desvio padrão da população.

Cohen (1992) propôs que: Quando $d = 0.2$, o tamanho do efeito é considerado pequeno, ou seja, há pouca probabilidade que exista diferença estatística entre as médias. Se o $d = 0.5$, o tamanho do efeito é considerado médio, porém ainda não se pode afirmar com tanta certeza que exista diferença estatística; se o valor de $d \geq 0.8$ o tamanho do efeito é considerado alto, indicando uma diferença estatística entre as médias do respectivo tratamento e da área considerada como referência no gráfico. Esse valor, será apresentado como material suplementar na forma de tabelas que representarão o valor de d no seguinte formato:

$$d [-95\%IC ; +95\%IC]$$

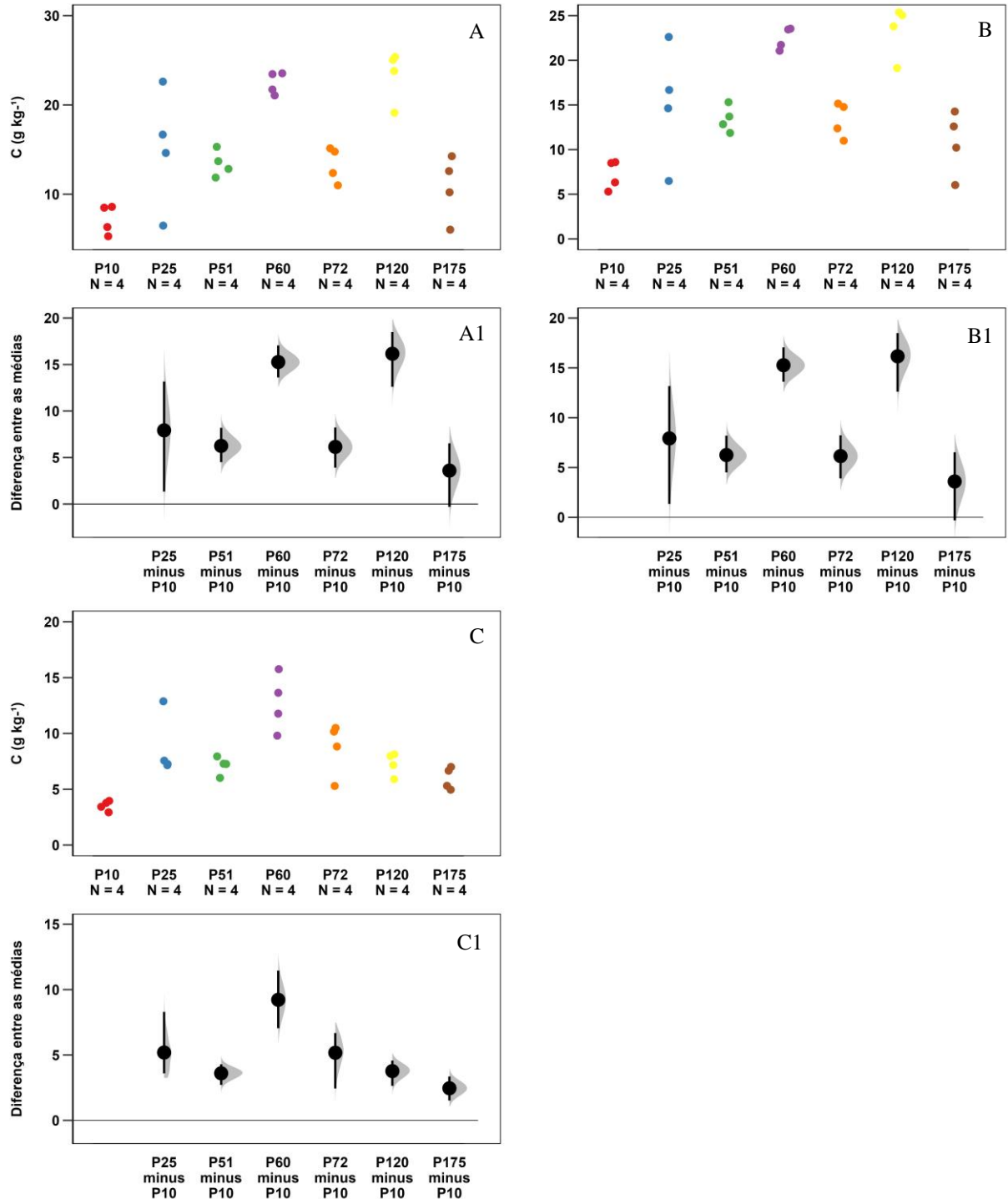
6. RESULTADOS

6.1 Solo

6.1.1 Concentração de carbono, nitrogênio e fósforo no solo

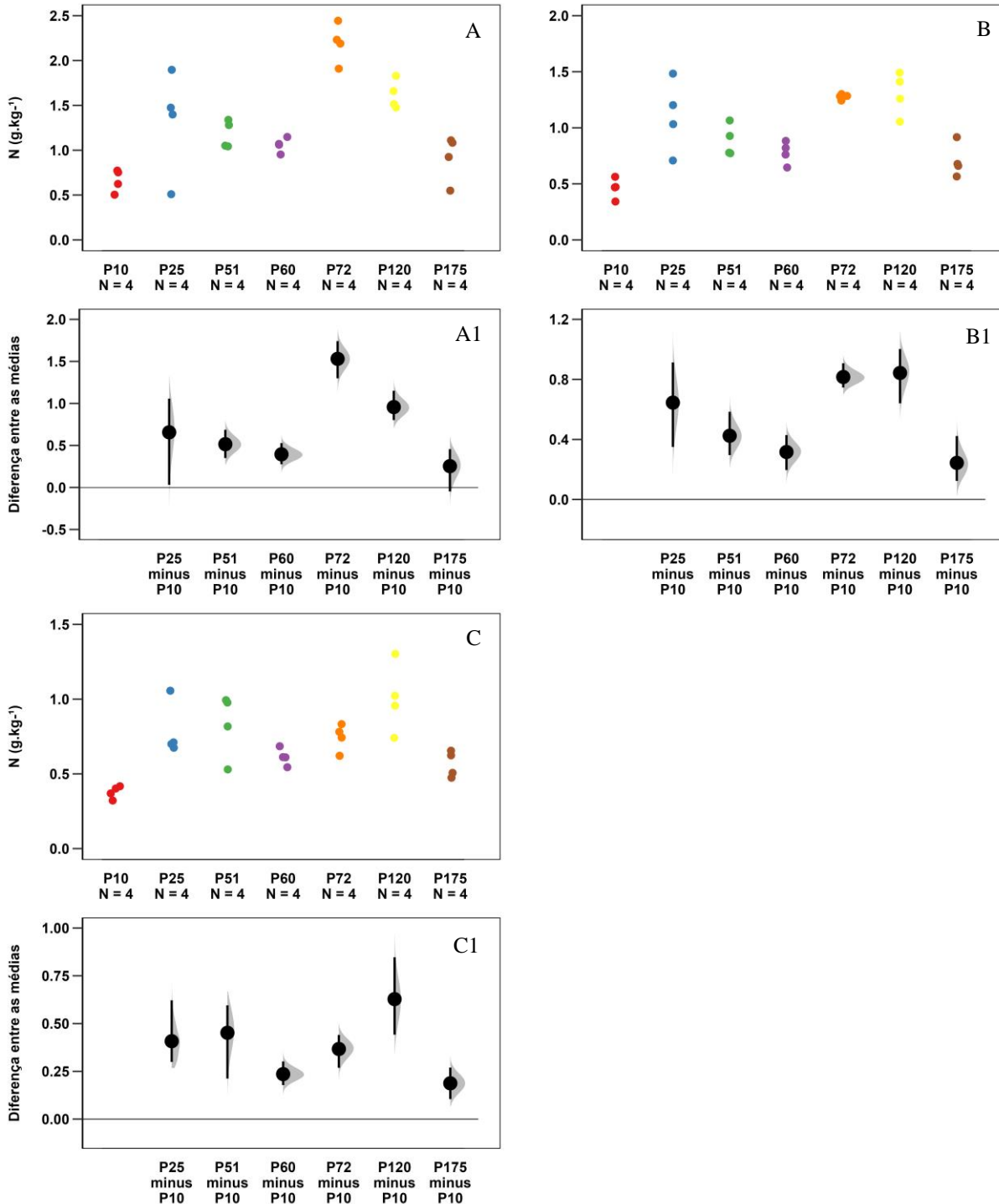
Nas profundidades avaliadas, os teores de carbono de todos os pontos diferiram significativamente do P10 pois os valores obtidos pela análise do “d de Cohen” foram superiores a 0.8 (Figura 16, Apêndice Y). Destaque para os pontos P60 (d = 10.5) e P120 (d = 6.9) na camada 0-10 cm, P120 (d = 9.5) e P60 (d = 7.1) na camada 10-20 cm e P51 (d = 5.5) na camada 20-30 cm. De forma similar ao carbono, houve diferenças significativas nos teores de nitrogênio em todos os pontos em relação ao P10 (Figura 17, Apêndice Y). O ponto P72 apresentou as maiores diferenças estatísticas em todas as camadas avaliadas em relação ao P10, com “d de Cohen” igual a 8.5, 12.3 e 5.2 nas camadas 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. No que diz respeito ao teor de fósforo na profundidade 0-10 cm, diferenças significativas só foram observadas nos pontos P25 (d = 1.9), P51 (d = 5.1), P72 (d = 7.7) e P120 (d = 2.2) em relação ao P10 (Figura 18, Apêndice DD).

Figura 16 - Gráfico da concentração de carbono nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



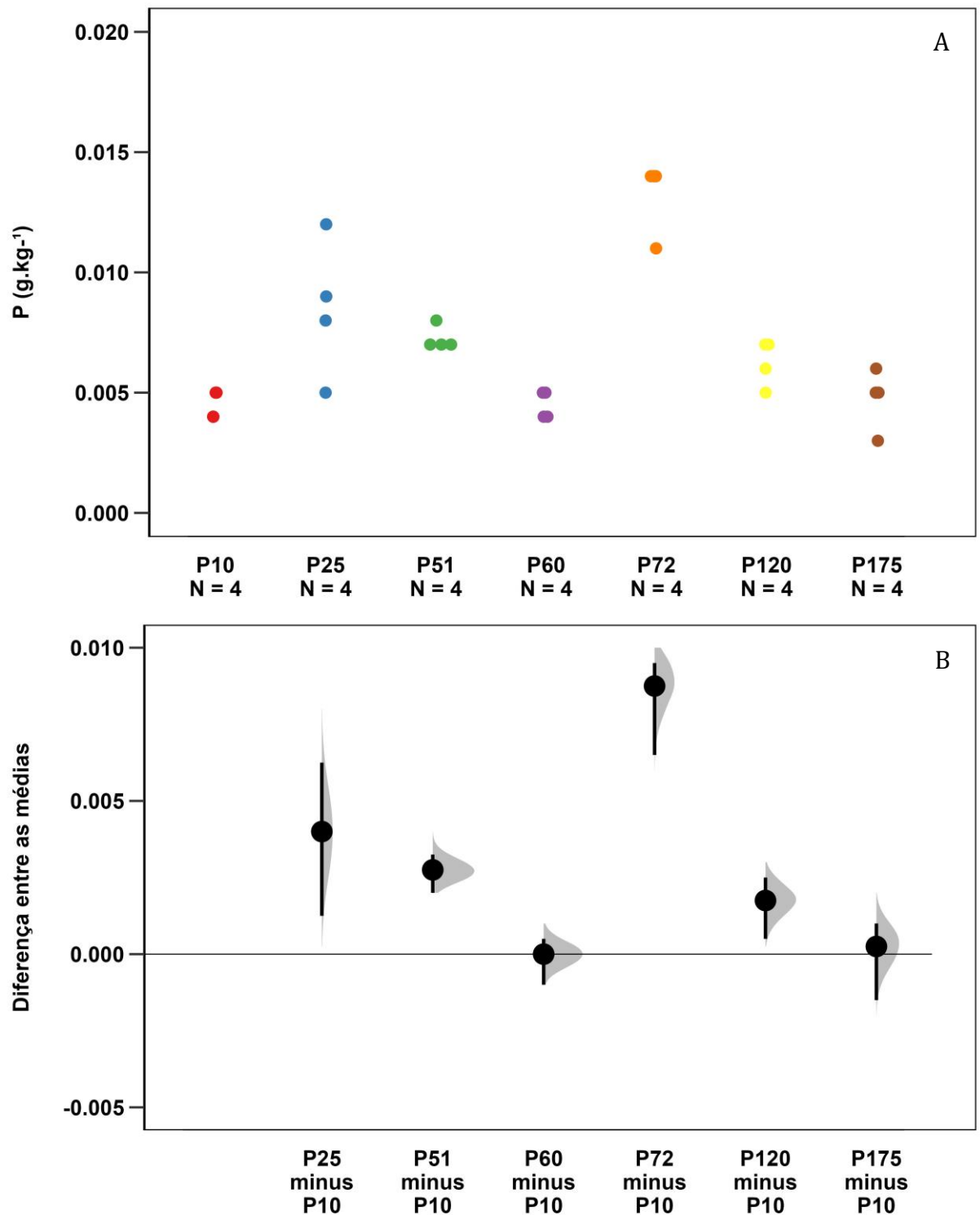
No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=4). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

Figura 17 - Gráfico da concentração de nitrogênio nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=4). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

Figura 18 - Gráfico da concentração de fósforo na profundidade 0-10 cm (A), e da diferença entre as médias (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



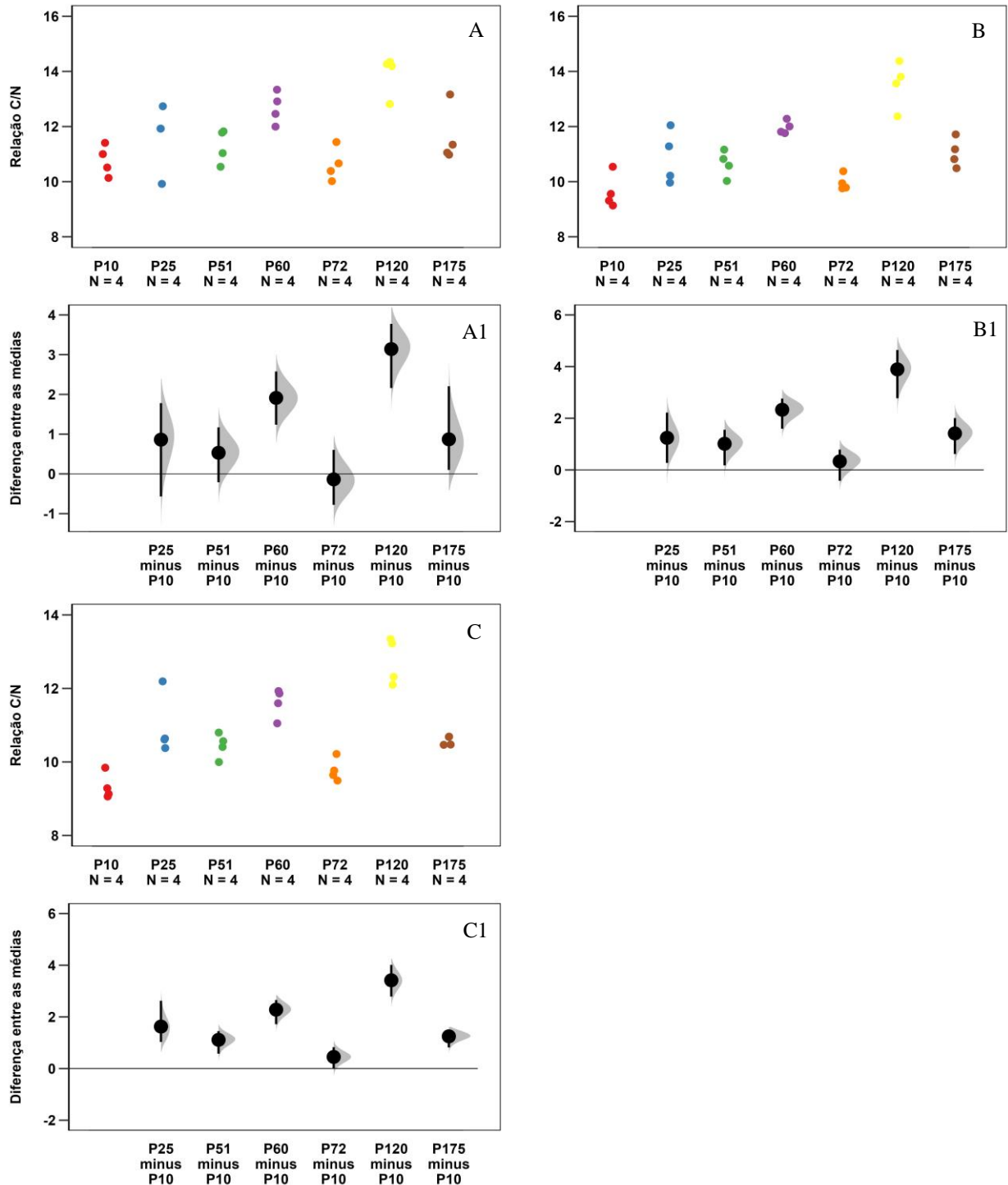
No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=4$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

6.1.2 Relação C/N e C/P do solo

A relação C/N do solo, na camada 0-10 cm, variou de 10,6 no P72 a 13,9 no P120. Já na camada 20-30 cm, o menor valor foi obtido no P10 (9,3) e o maior no P120 (12,7) (Apêndice D). Na camada 0-10 cm, o ponto P120 apresentou a maior diferença em relação ao P10, com $d = 4.8$. Nas camadas subsequentes, com exceção do P72 na 10-20 cm ($d = 0.6$), todos os demais diferiram estatisticamente do P10, com um destaque especial para o P120, com $d = 5.2$ (10-20 cm) e 6.7 (20-30 cm) (Figura 19, Apêndice BB).

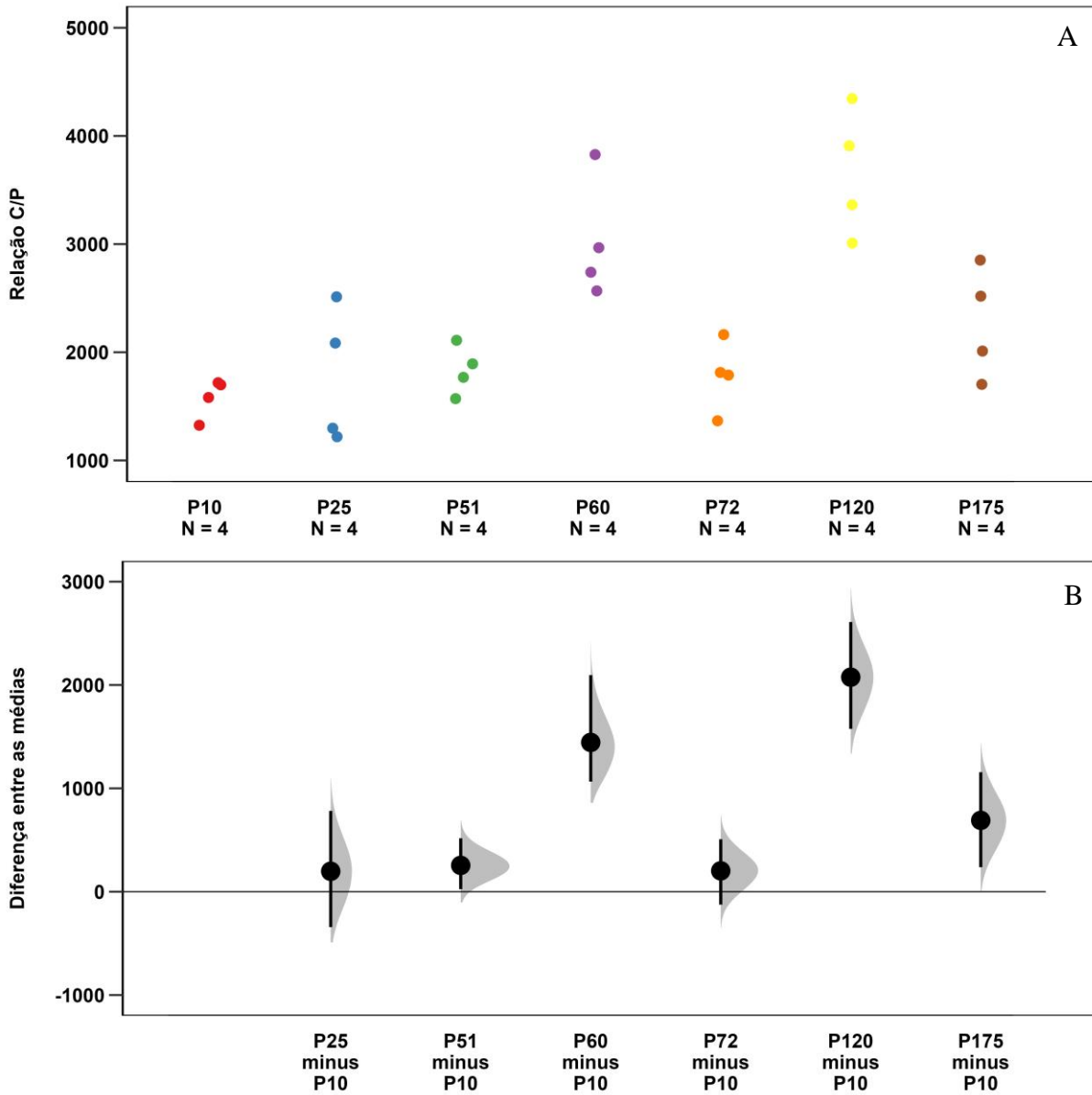
No que diz respeito à relação C/P do solo, o menor valor obtido foi no P10 (1581), enquanto o P120 apresentou o maior valor (3656). Diferenças significativas foram observadas nos pontos P51 ($d = 1.2$), P60 ($d = 3.5$), P120 ($d = 4.76$) e P175 ($d = 1.79$), conforme observado na Figura 20 e no Apêndice BB.

Figura 19 - Gráfico da relação CN do solo nas profundidades 0-10 cm (A), 10-20 cm (B), 20-30 cm (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=4$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

Figura 20 - Gráfico da relação CP do solo na profundidade 0-10 cm (A), e da diferença entre as médias (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=4$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

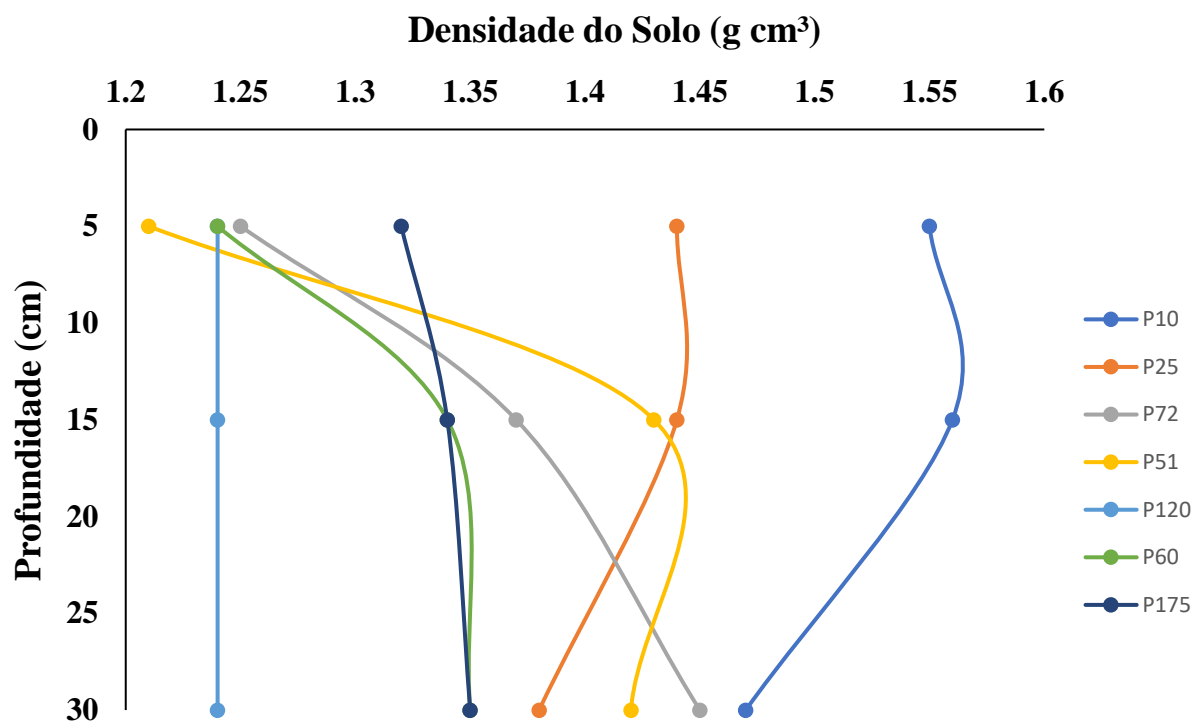
6.1.3 Densidade do solo

A densidade do solo não diferiu entre os fragmentos de florestas ripárias analisadas (Tabela 4 e Figura 21).

Tabela 4 - Densidade média do solo (g cm^3) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60	P72	P120	P175
0-10	1,55±0,04	1,44±0,03	1,21±0,04	1,24±0,08	1,25±0,06	1,24±0,09	1,32±0,01
10-20	1,56±0,05	1,44±0,03	1,43±0,06	1,34±0,04	1,37±0,08	1,24±0,09	1,34±0,04
20-30	1,47±0,04	1,38±0,09	1,42±0,06	1,35±0,07	1,45±0,06	1,24±0,02	1,40±0,02

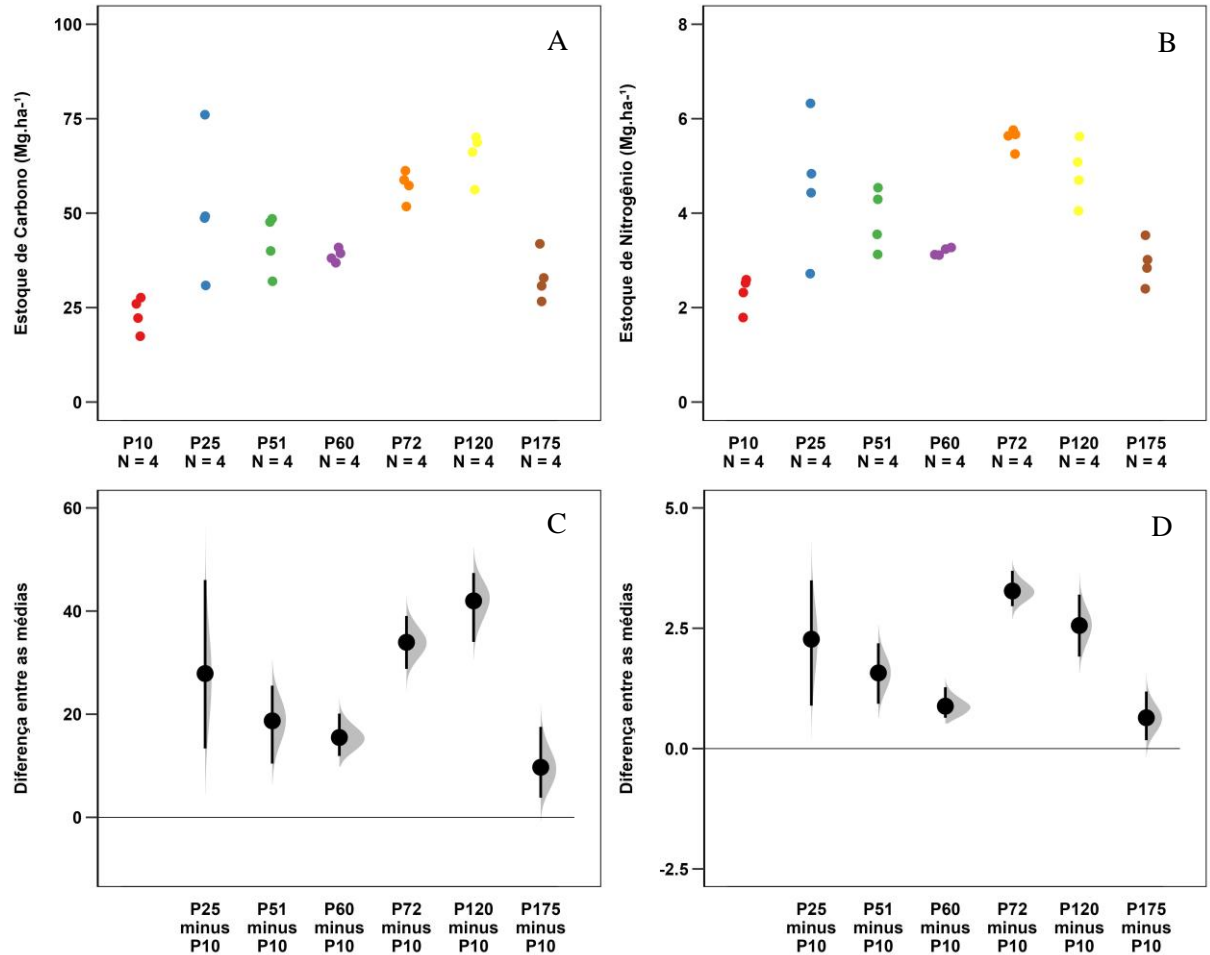
Figura 21 - Gráfico da densidade do solo (g cm^3) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



6.1.4 Estoque de carbono, nitrogênio e fósforo no solo

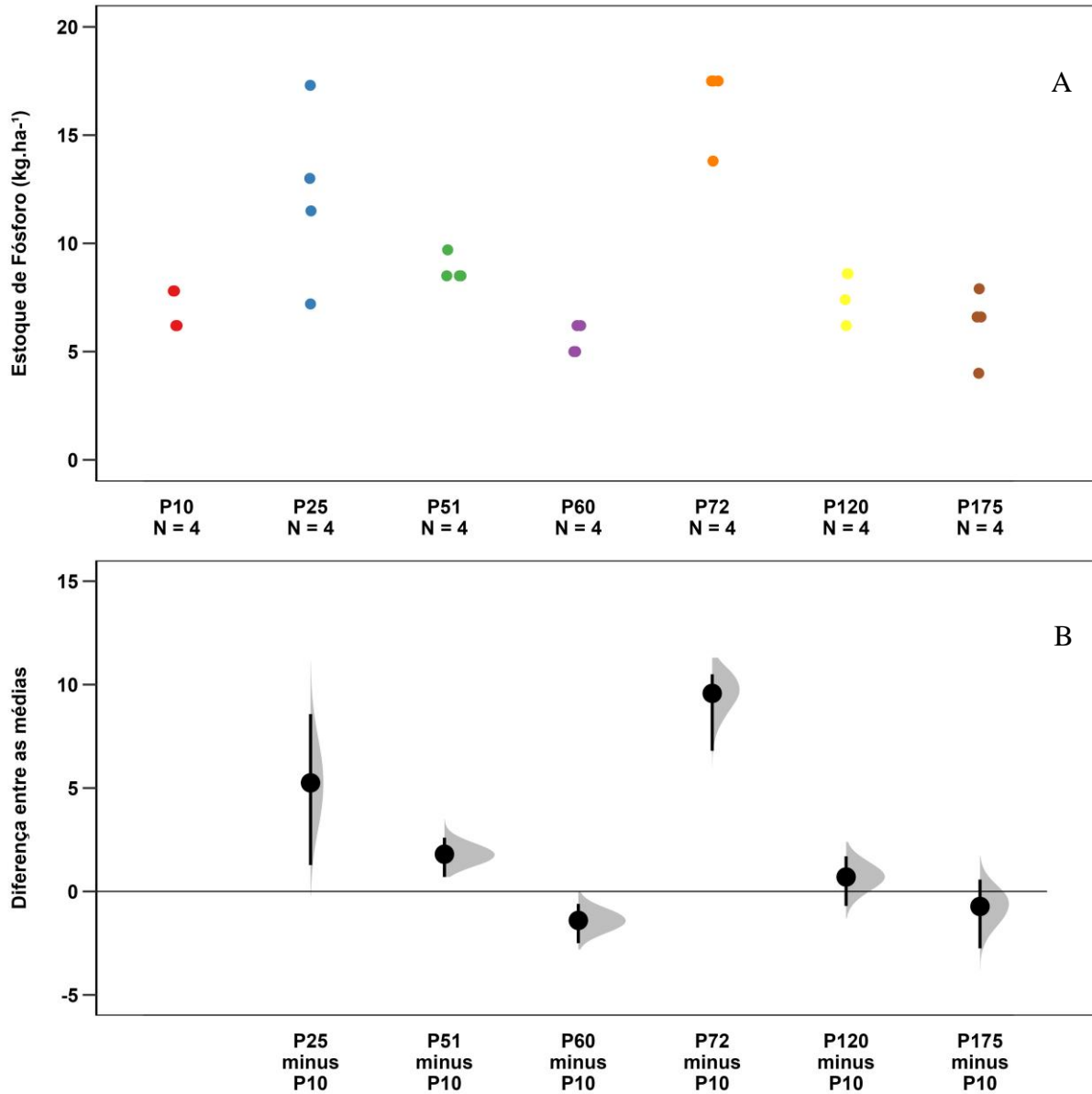
A partir da análise da distância de Cohen na camada 0 – 30 cm, observou-se que o estoque de carbono de todas as demais florestas ripárias diferiram significativamente do P10 (Figura 22A-C, Apêndice Z). Para o nitrogênio, todas as florestas ripárias diferiram significativamente do P10 (Figura 22B-D, Apêndice Z). Finalmente, em relação ao fósforo, os pontos P25, P51, P60 e P72 diferiram significativamente em relação ao P10, sendo que para o P60 a magnitude da diferença foi negativa, ou seja, a média dos estoques de fósforo no P10 foi maior que no P60 (Figura 23, Apêndice DD).

Figura 22 - Gráfico do estoque de carbono (A), nitrogênio (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) na camada 0–30 cm em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=4). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreado cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

Figura 23 - Gráfico do estoque de fósforo (A) e da diferença entre as médias (B) na camada 0–10 cm em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



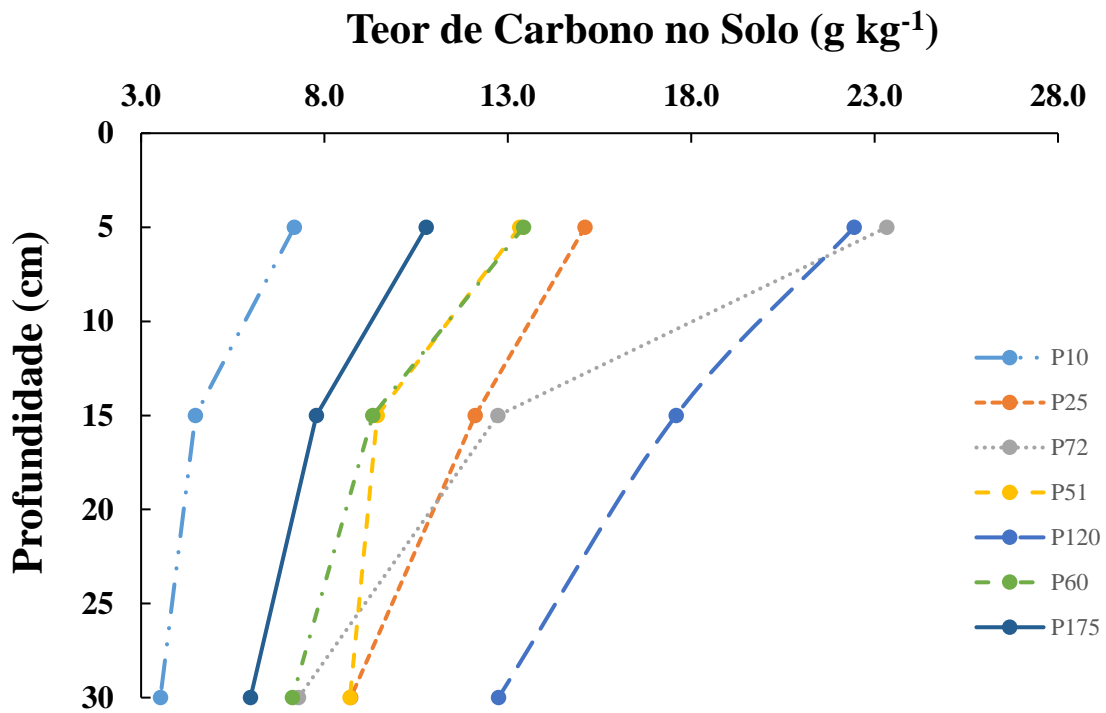
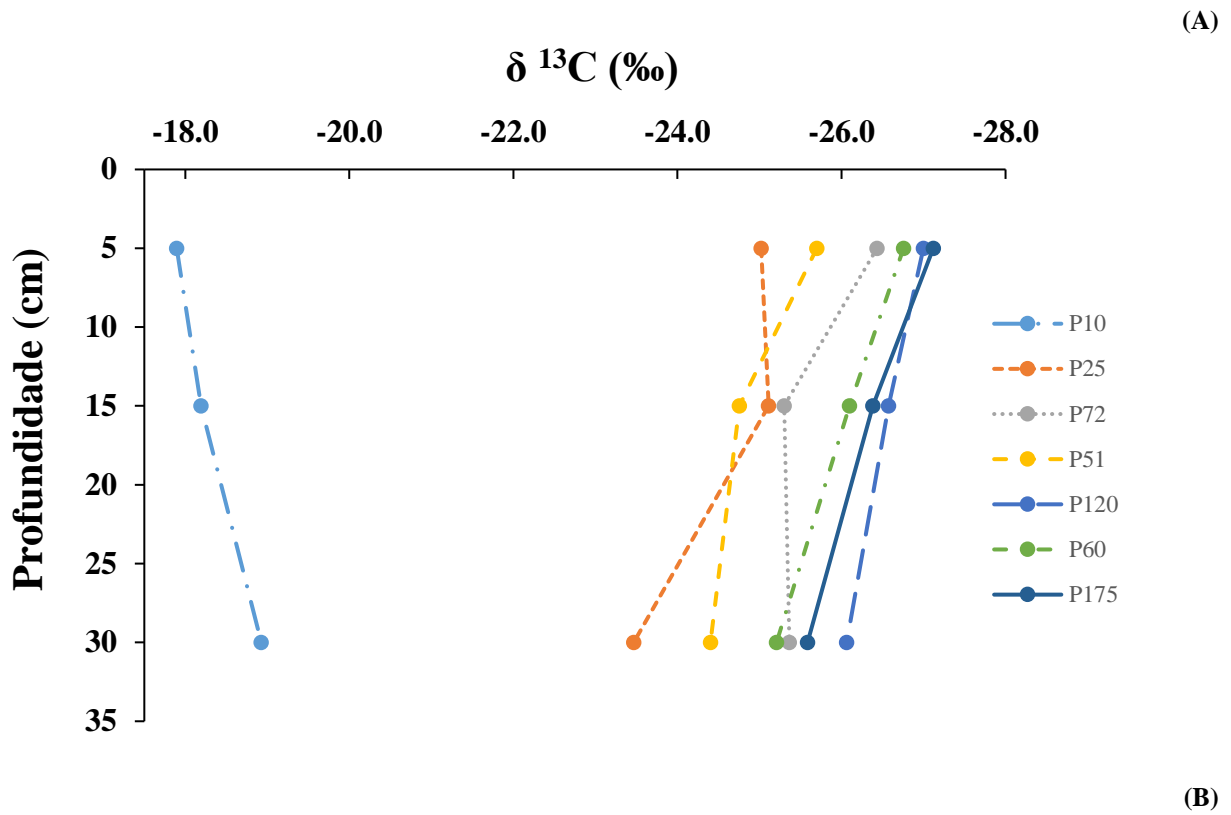
No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=4). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

6.1.5 Composição isotópica de C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) no solo

O valor de $\delta^{13}\text{C}$ na camada 0-10 variou de -17.9 no P10 à -27.1 no P175, enquanto na camada 10-20 variou de -18.2 no P10 à -26.6 no P120, já na 20-30 cm variou de -18.9 no P10 à -26.1 no P120 (Figura 24A, Apêndice G). Diferenças significativas foram observadas em todos os pontos, e nas três camadas analisadas, em relação ao P10 (Apêndice AA). Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do solo apresentaram relação inversa com o teor de carbono total (Figura 24B).

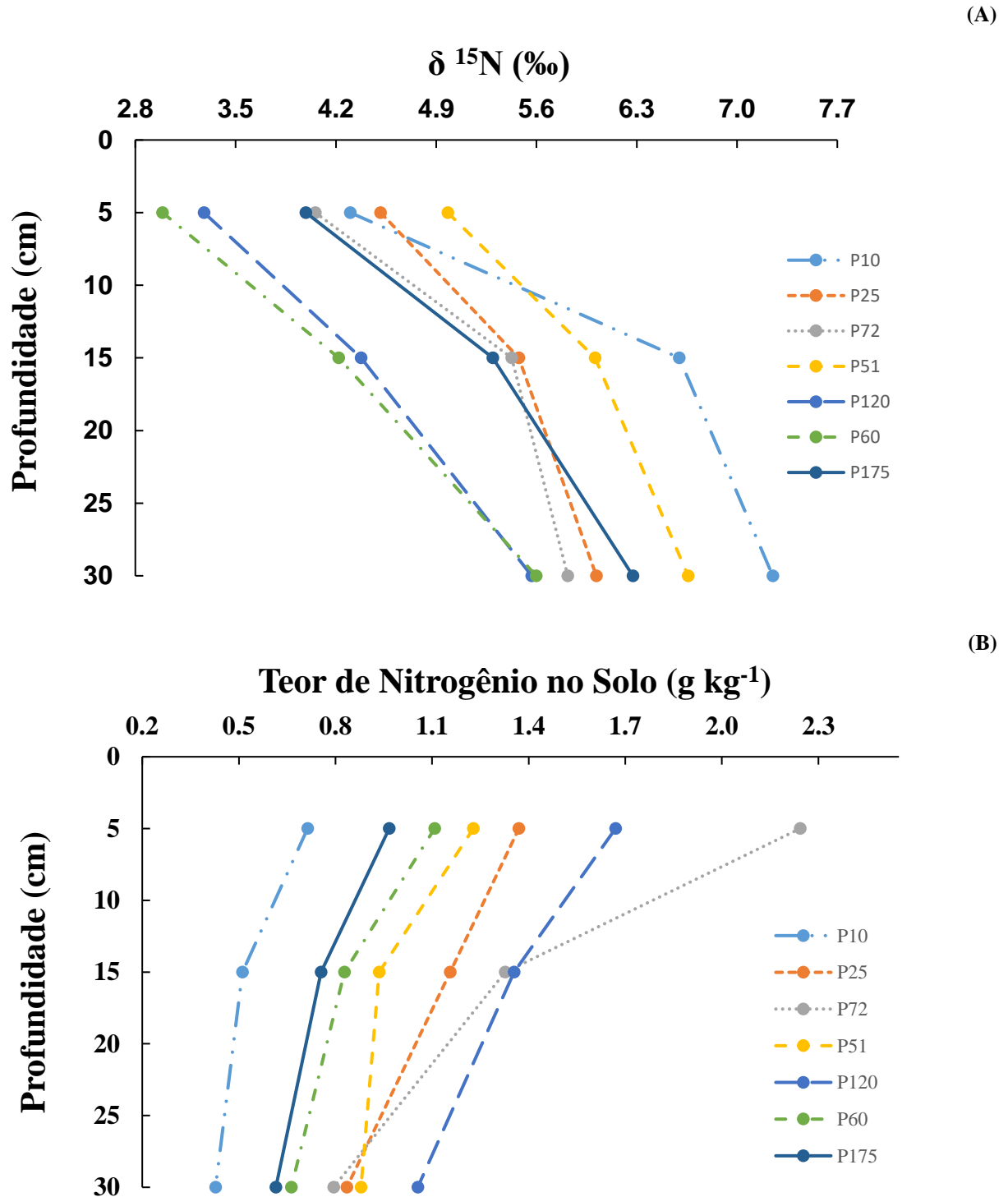
O valor de $\delta^{15}\text{N}$ na camada 0-10 cm variou entre 3,0 ‰ no ponto P60 e 5,0 ‰ no ponto P51. A abundância natural de ^{15}N aumentou em profundidade em todos os tratamentos. Na camada 20-30 cm o fracionamento chegou a valores de 7,2 ‰ no ponto P10 e 5,6 ‰ nos pontos P60 e P120 (Figura 25A, Apêndice G). Na camada 0-10 cm, apenas os pontos P51 ($d = 1.3$), P60 ($d = -2.5$), P120 ($d = -1.2$) diferiram significativamente do P10. Nas demais profundidades, todos os pontos diferiram do P10 (Apêndice AA). Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ do solo apresentaram relação inversa com a concentração de N total (Figura 25B). Menores valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados na superfície do solo em relação às camadas mais profundas estão relacionados a maiores concentrações de N.

Figura 24 - Distribuição de $\delta^{13}\text{C}$ (A) e teor de carbono (B) no perfil do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Figura 25 - Distribuição de $\delta^{15}\text{N}$ (A) e teor de nitrogênio (B) no perfil do solo florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

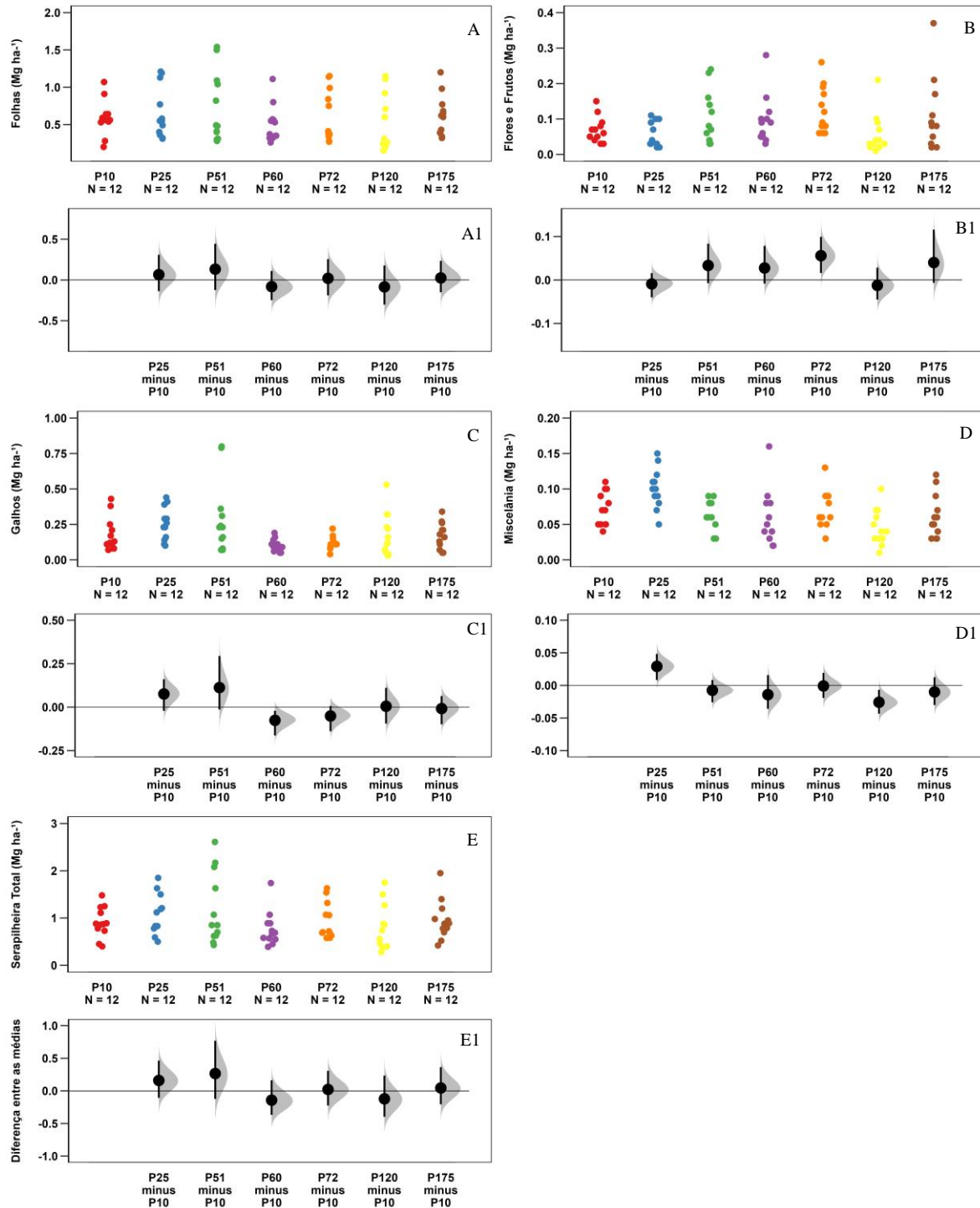
6.2 Serapilheira

6.2.1 Deposição de Serapilheira

Ao analisar as frações que compõem a serapilheira total, observou-se diferenças significativas pontuais na fração flores e frutos (P72 $d = 1.0$), galhos (P60 $d = -0.8$) e na fração miscelânea (P25 $d = 1.1$ e P120 $d = 1.0$) em relação ao P10 (Apêndice EE). No que tange a serapilheira total (Folhas, Flores e Frutos, Galhos e Miscelânea) não houve diferenças significativas entre os pontos em relação ao P10 (Figura 26 E – E1, Apêndice EE).

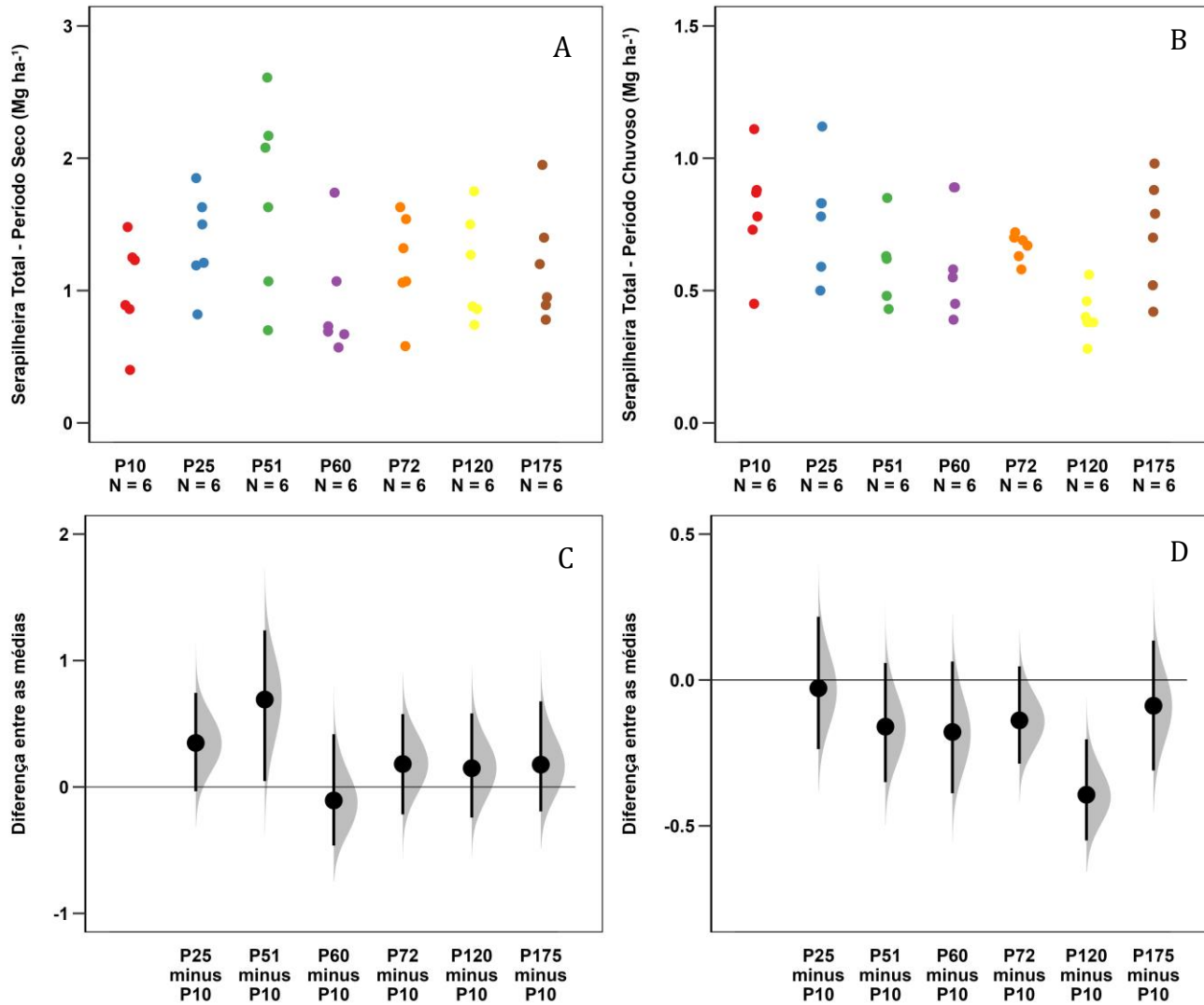
Paralelamente, analisando o acúmulo de serapilheira em função dos períodos, observou-se que durante o período seco o P60 apresentou cerca de 5.5 Mg ha^{-1} de serapilheira acumulada enquanto o P51 obteve 10.3 Mg ha^{-1} . Já no período chuvoso o acúmulo foi maior no P10 (4.8 Mg ha^{-1}) e menor no P120 (2.5 Mg ha^{-1}), conforme pode ser observado no Apêndice I. Diferenças estatísticas foram observadas, durante o período seco, apenas nos pontos P25 ($d = 0.9$) e P51 ($d = 1.2$). Em contrapartida, no período chuvoso, os pontos P72 ($d = -0.9$), P51 ($d = -0.8$), P120 ($d = -2.36$) e P60 ($d = -0.8$) apresentaram diferenças de magnitude negativa (Figura 27, Apêndice FF).

Figura 26 - Gráfico da produção anual de serapilheira nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=12$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreado cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana. A soma de cada um dos doze valores do gráfico de cada ponto resulta no total da produção anual de serapilheira, conforme valor apresentado no Apêndice H.

Figura 27 - Gráfico da produção anual de serapilheira nos períodos seco (A), chuvoso (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=6). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana. A soma de cada um dos seis valores de cada ponto resulta no total da produção anual de serapilheira no período seco e chuvoso, conforme apresentado no Apêndice I.

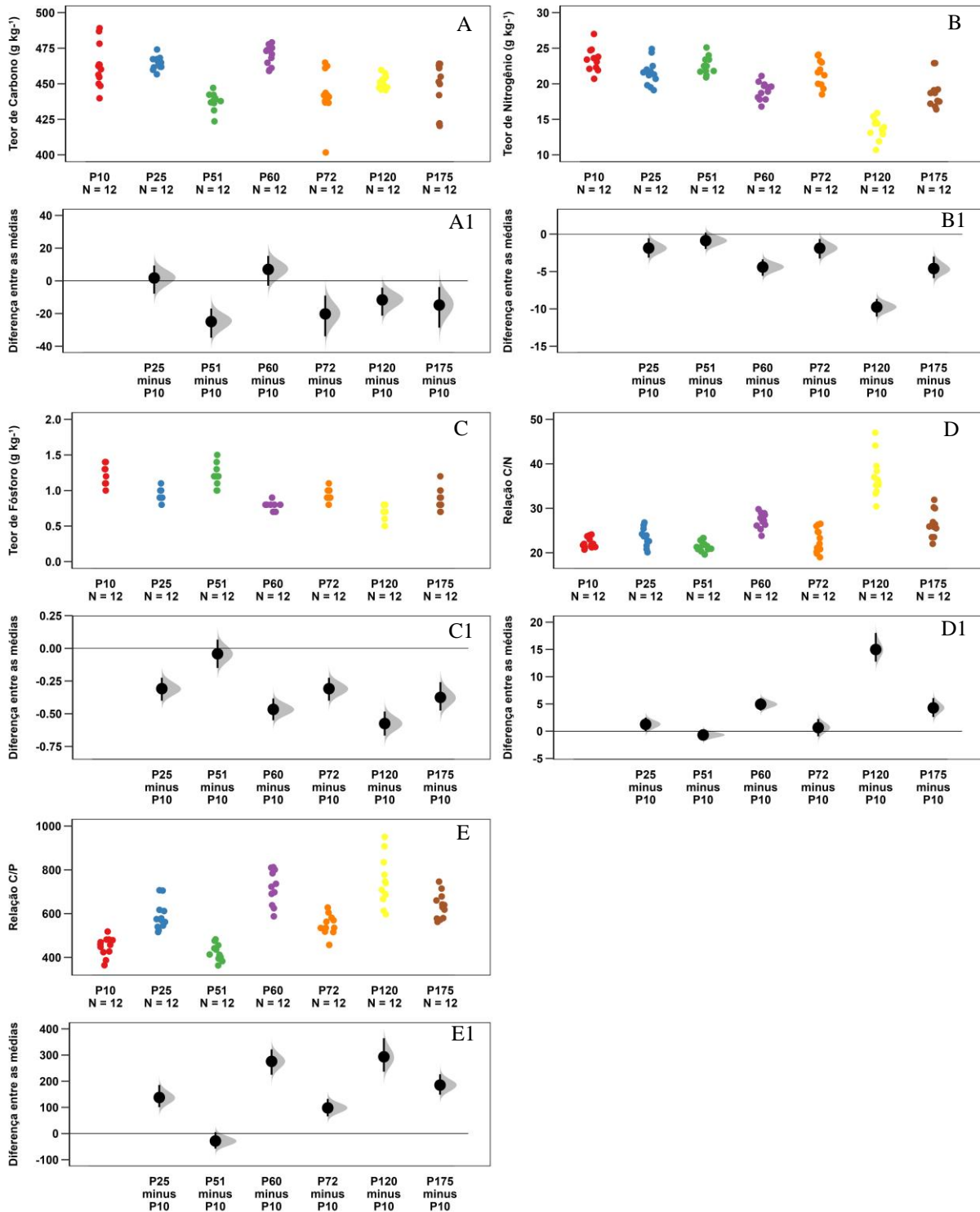
6.2.2 Concentração de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira

Para a concentração de carbono, diferenças estatísticas com magnitudes negativas foram observadas nos pontos P72 ($d = - 1.2$), P51 ($d = - 2.1$), P120 ($d = - 1.0$) e P175 ($d = - 0.9$) em relação ao P10. No P60 ($d = 0.6$), apesar de não poder afirmar com certeza que exista diferença estatística, pois o tamanho do efeito é considerado médio, foi outro ponto que apresentou magnitude positiva em relação ao P10 (Figura 28A-A1).

Para o nitrogênio, todos os pontos apresentaram magnitudes negativas em relação ao P10 (Figura 28B-B1), sendo que apenas no P51 ($d = - 0.6$) não é possível afirmar com certeza que exista diferenças entre as médias desses dois pontos. O fósforo seguiu a mesma tendência que o nitrogênio, com todos os pontos apresentando efeitos negativos em relação ao P10, e novamente o P51 ($d = 0.3$) não apresentou diferenças estatísticas significativas (Figura 28C-C1).

Diferenças significativas na relação C/N foram observadas nos pontos P120 ($d = 4.4$), P60 ($d = 3.3$) e P175 ($d = 1.9$), conforme Figura 28D-D1. Já a relação C/P diferiu em todos os pontos, com exceção do P51 ($d = - 0.7$), em relação ao P10 (Figura 28E-E1, Apêndice II).

Figura 28 - Gráfico da concentração média de carbono (A), nitrogênio (B), fósforo (C), relação C/N (D), relação C/P (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



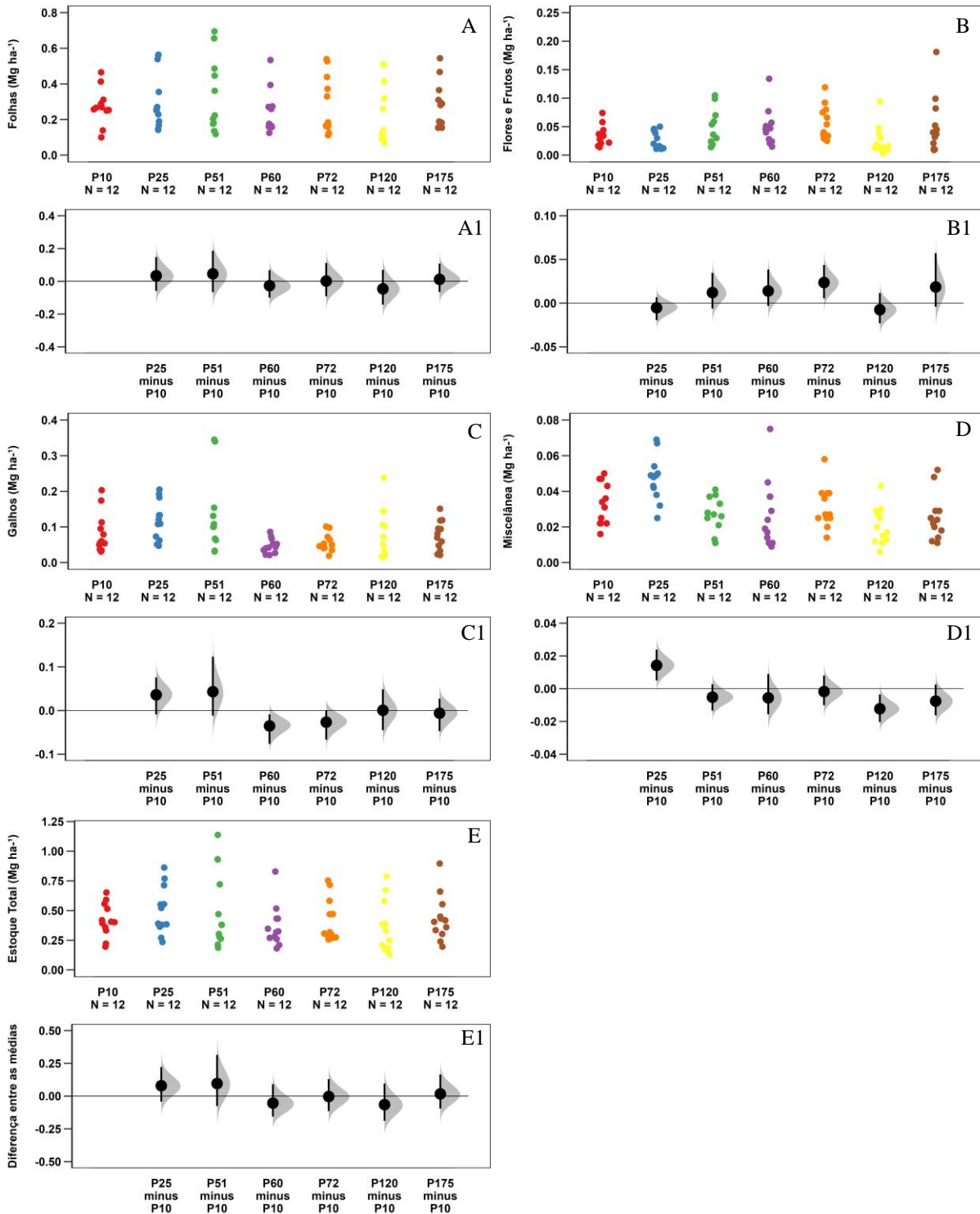
No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=12). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana.

6.2.3 Estoque de carbono, nitrogênio e fósforo na serapilheira

De maneira geral, o estoque de carbono foi maior na fração folhas, seguido pela fração galhos, flores/frutos e miscelânea, com exceção apenas no ponto P25, onde a fração miscelânea apresentou maior estoque de carbono que a fração flores/frutos ($0,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $0,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ respectivamente). Nota-se que, apesar de ser um ponto bastante antropizado em função da pressão que a área adjacente com cana-de-açúcar impõe a esse fragmento, aliado a outras perturbações como por exemplo o tráfego constante de bovinos que usam a mata ripária como via de acesso ao rio, o P10 apresentou um estoque de carbono superior ($5,04 \text{ Mg ha}^{-1}$) aos pontos P60, P120 e P72, (Apêndice K). De modo geral, não foi observado diferenças estatísticas no estoque de carbono na serapilheira total (Figura 29E-E1). Diferenças pontuais foram observadas nas frações flores e frutos (P72 $d = 0.9$ – Figura 29B-B1), galhos (P60 $d = - 0.8$ - Figura 29C-C1) e miscelânea (P25 $d = 1.1$; P120 $d = - 1.1$; Figura 29D-D1, Apêndice GG).

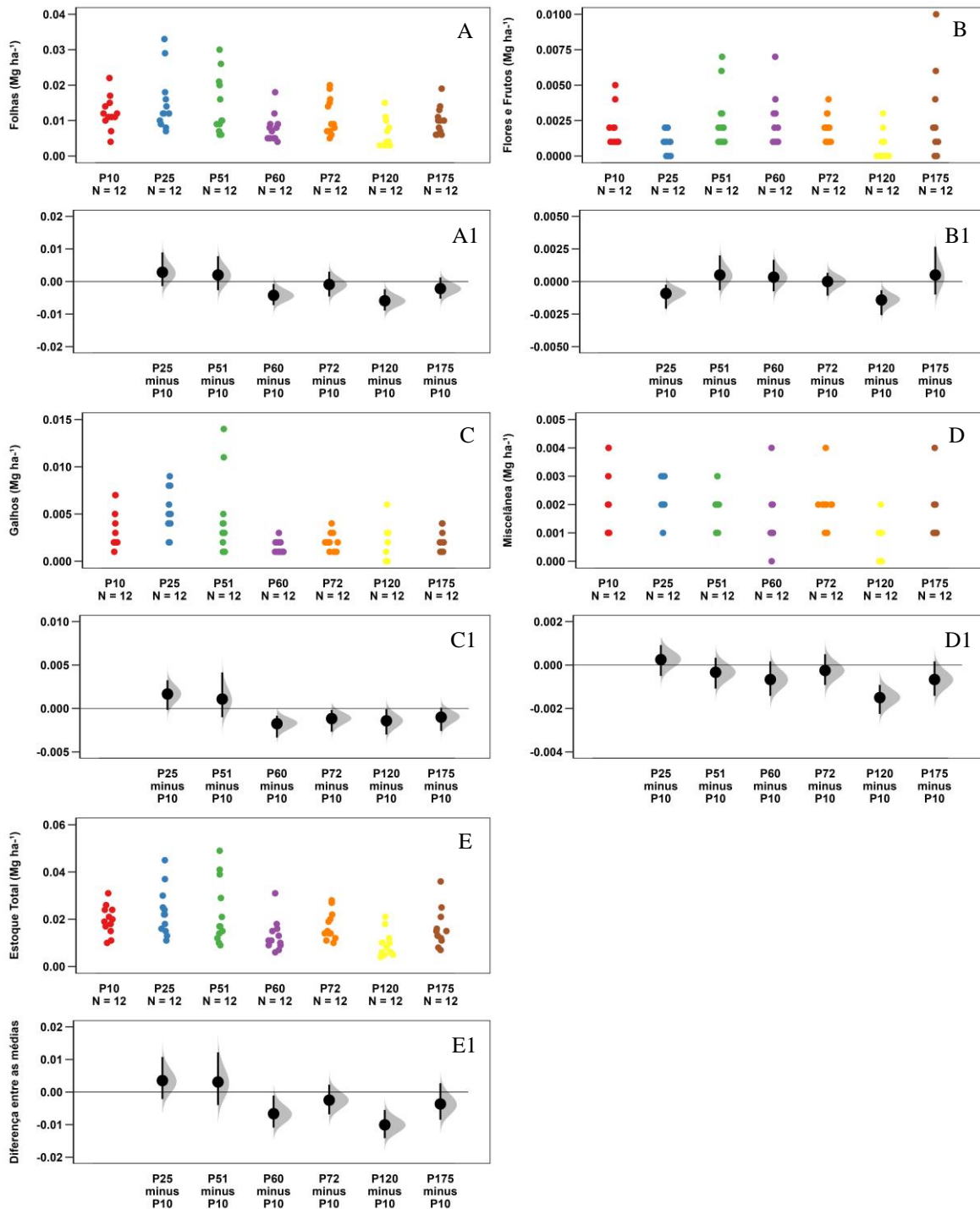
Novamente o P10 se destaca entre os demais, com cerca de $0,24 \text{ Mg ha}^{-1}$ de N, contra apenas $0,12 \text{ Mg ha}^{-1}$ do P120 e $0,16 \text{ Mg ha}^{-1}$ do P60 (Apêndice K). Diferenças estatísticas com magnitudes negativas foram observadas em todas as frações da serapilheira e ao analisar o estoque de nitrogênio na serapilheira total apenas os pontos P120 ($d = - 1.7$) e P60 ($d = - 1.0$) diferiram do P10 (Figura 30, Apêndice GG).

Figura 29 - Gráfico do estoque de carbono nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=12$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana. A soma de cada um dos doze valores do gráfico de cada ponto resulta no estoque total de carbono nas frações da serapilheira, conforme valor apresentado no Apêndice K.

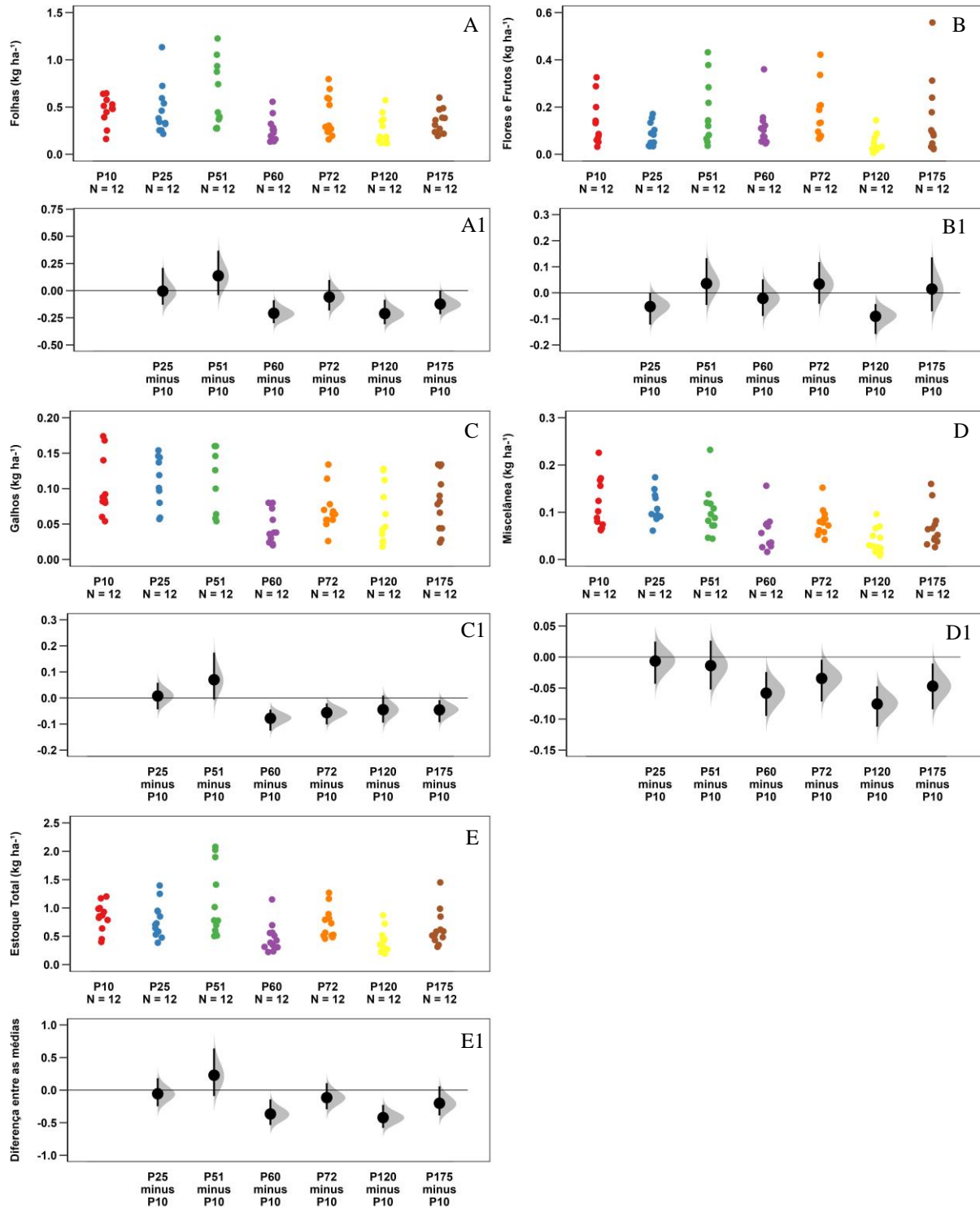
Figura 30 - Gráfico do estoque de nitrogênio nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=12). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreado cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana. A soma de cada um dos doze valores de cada ponto resulta no estoque total de nitrogênio nas frações da serapilheira, conforme valor apresentado no Apêndice K.

De maneira geral, o estoque de P na fração folhas representou cerca de 60% do total na serapilheira no P25 e 62% no P120. Diferenças significativas, nessa fração, foram observadas nos pontos P120 ($d = - 1.4$), P60 ($d = - 1.5$) e P175 ($d = - 0.9$), conforme representado nas Figuras 31A e A1. Na fração flores e frutos, apenas o P120 ($d = - 1.2$) diferiu estatisticamente do P10 (Figura 31B-B1). Nos galhos, o P72 ($d = - 1.1$), P60 ($d = - 1.5$), P175 ($d = - 0.8$) e na fração miscelânea, o P72 ($d = - 0.8$), P120 ($d = - 1.8$), P60 ($d = - 1.2$) e P175 ($d = - 0.9$) também apresentaram diferenças estatísticas em relação ao P10 (Figuras 31C-C1 e 30D-D1). Analisando o estoque de P na serapilheira total, apenas os pontos P120 ($d = - 1.8$) e P60 ($d = - 1.4$) foram significativamente diferentes do P10. Vale destacar que todas as diferenças observadas nos estoques de P na serapilheira foram com magnitudes negativas, indicando um maior estoque médio de P no ponto P10 em relação aos demais. Fato este que pode estar relacionado a presença de dejetos de animais, que constantemente utilizam o P10 como passagem para acessar o rio.

Figura 31 - Gráfico do estoque de fósforo nas frações folhas (A), flores e frutos (B), galhos (C), miscelânea (D), total (E) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1), (C1), (D1) e (E1) para cada fração em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP

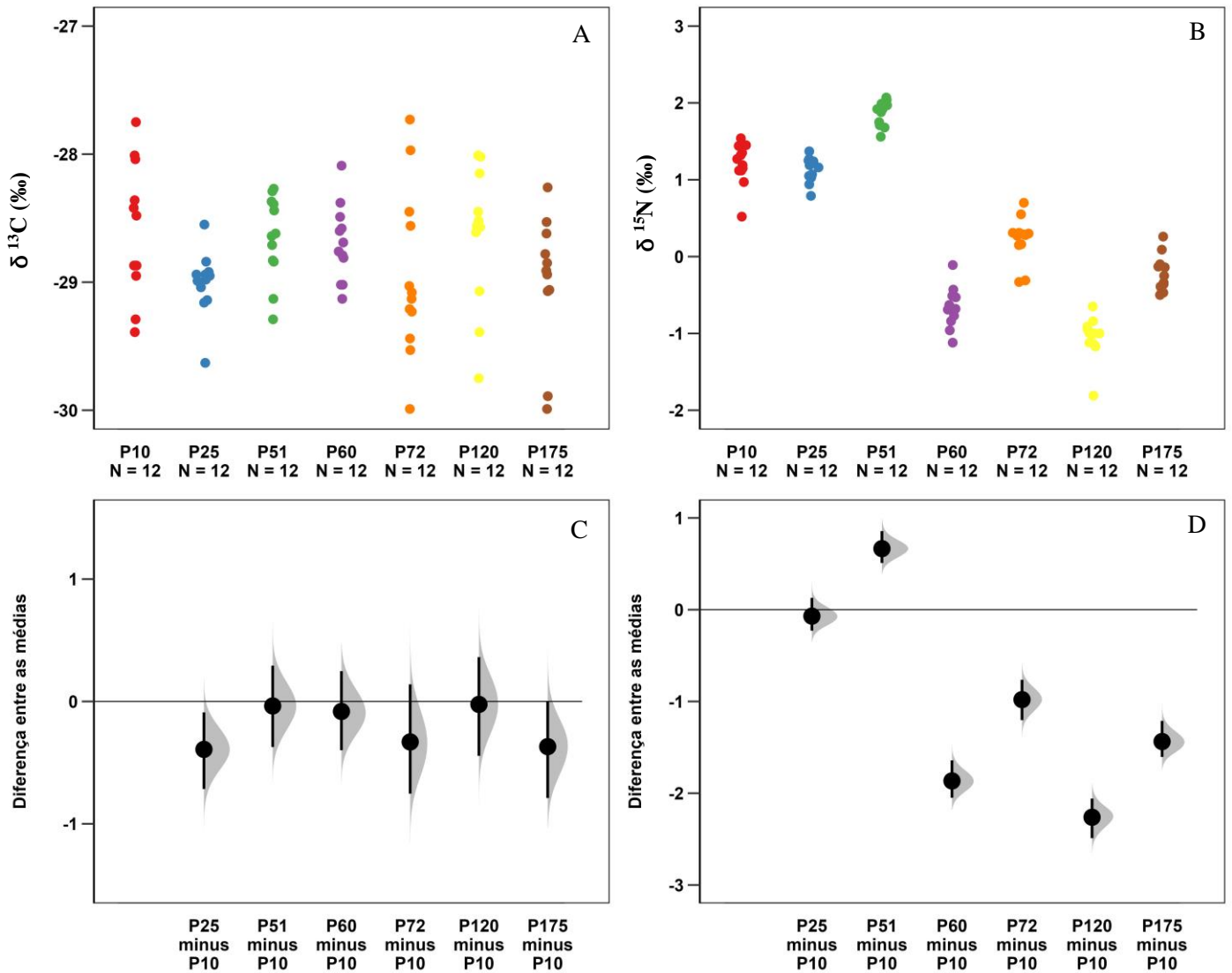


No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=12). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana. A soma de cada um dos doze valores do gráfico de cada ponto resulta no estoque total de fósforo nas frações da serapilheira, conforme valor apresentado no Apêndice K.

6.2.4 Composição isotópicas de C ($\delta^{13}\text{C}$) e N ($\delta^{15}\text{N}$) na serapilheira

O $\delta^{13}\text{C}$ da serapilheira variou de -28,6 ‰ à -29,0 ‰ (Apêndice L). Esses valores são característicos de espécies com ciclo fotossintético do tipo C3. Contudo, apesar dos valores obtidos serem relativamente próximos, por meio da análise da distância de Cohen observou-se que o ponto P25 ($d = -0.9$) diferiu do P10 (Figura 32A-C, Apêndice CC). A composição isotópica de N ($\delta^{15}\text{N}$) da serapilheira variou bastante, apresentando valores negativos, como no ponto P120 (-1,06 ‰), e valores positivos como no P51 (1,87 ‰), conforme pode ser observado no Apêndice L. Diferenças significativas foram observadas em todos os pontos, com exceção do P25 ($d = -0.3$), como apresentado na Figura 32B e 32D.

Figura 32 - Gráfico do $\delta^{13}\text{C}$ (A), $\delta^{15}\text{N}$ (B) e da diferença entre as médias (C) e (D) na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP

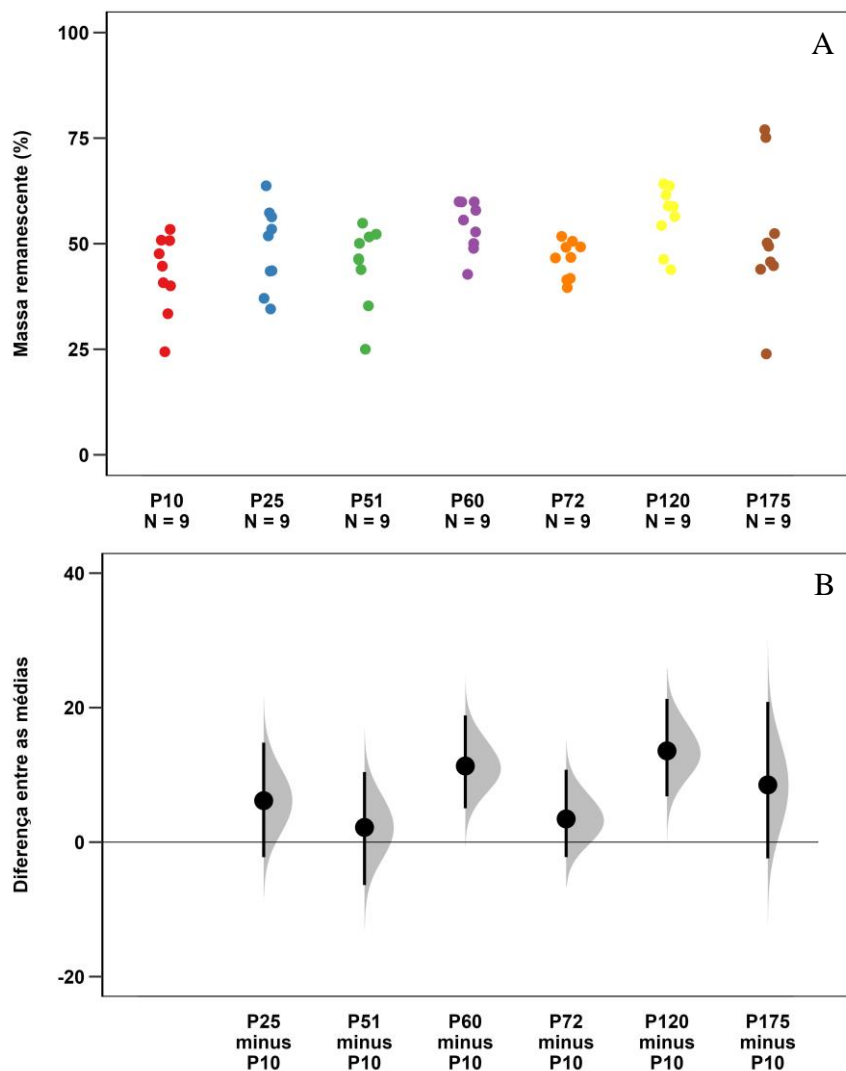


No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=12$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

6.2.5 Decomposição da serapilheira

Ao avaliar a decomposição da serapilheira, observou-se que a massa remanescente média dentro dos “*litter bags*” nos fragmentos analisados variou de 42,9 % no P10 à 56,4% no P120. Diferenças significativas na decomposição do material vegetal sob o piso florestal só foram observadas nos pontos P60 ($d = 1.4$) e P120 ($d = 1.6$) em relação ao P10. Nos pontos P25 e P175 ($d = 0.6$) o tamanho do efeito é considerado médio, porém não se pode afirmar com certeza que existem diferenças estatísticas (Figura 33, Apêndice KK).

Figura 33 - Massa remanescente de material vegetal nos litter bags após 365 dias de experimento em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados ($n=9$). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

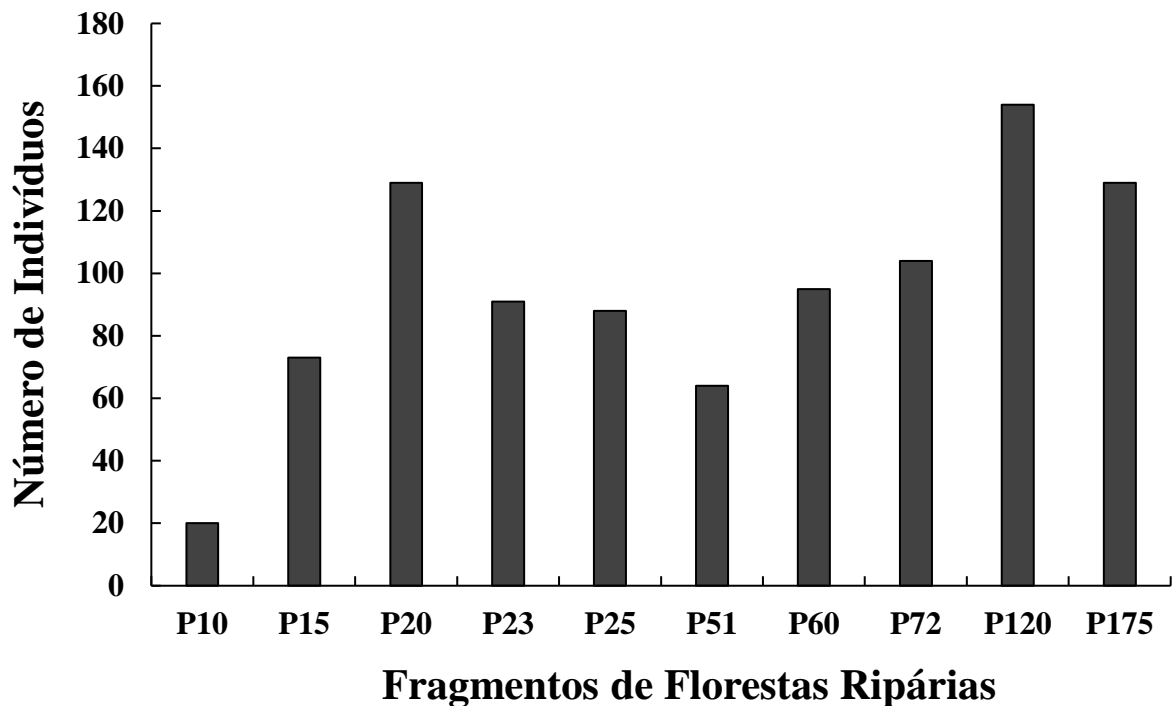
6.3 Estrutura Florestal

6.3.1 Distribuição Diamétrica e Área Basal

Com o intuito de melhorar a acurácia das informações geradas para os parâmetros que serão abordados nesse subitem, três novas áreas foram incorporadas a presente pesquisa, sendo todas com largura inferior a 30 metros, ora denominadas de: P15, P20 e P23. O número de indivíduos inventariados variou de 20 no P10 ao máximo de 154 no P120. Nas florestas com largura menor que 30m, o P20 merece destaque especial, com 124 indivíduos registrados (Figura 34).

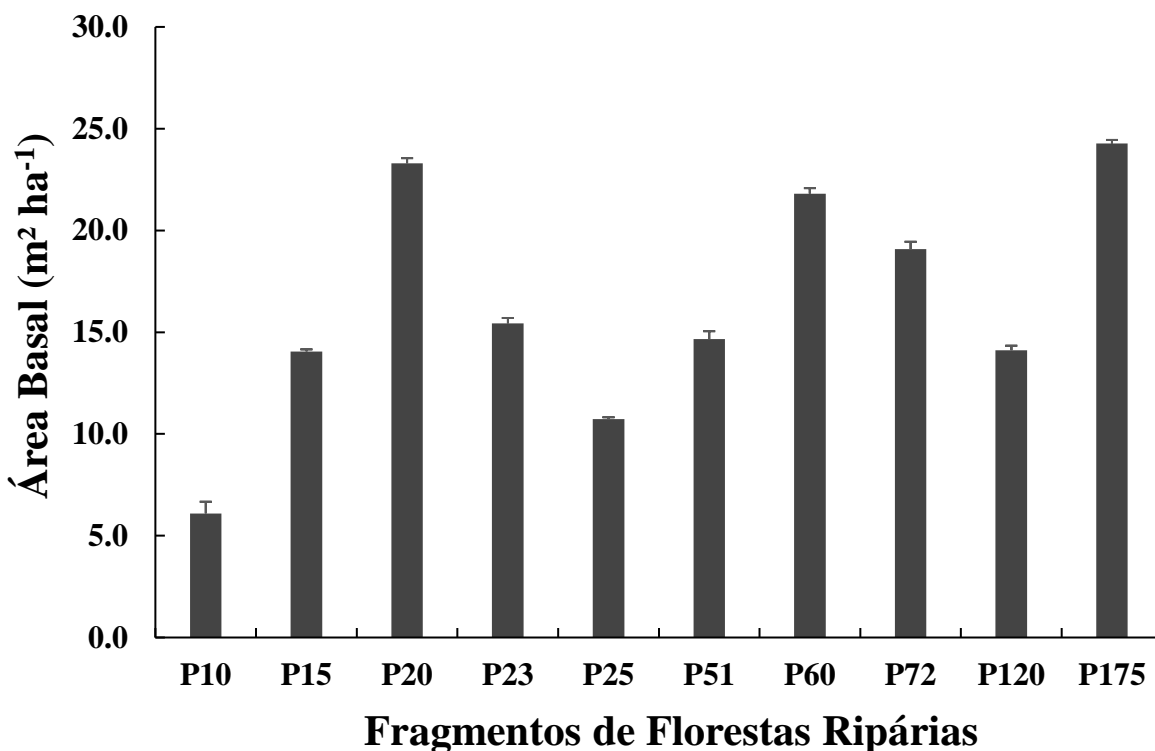
Ao analisar a distribuição diamétrica das florestas ripárias, de modo geral, há uma predominância de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro e um decréscimo no número de indivíduos à medida em que aumenta a classe de diâmetro. Tal característica é usualmente descrita na literatura como “J invertido” ou também como uma “Exponencial Negativa” e pode ser observado no Apêndice AL.

Figura 34 – Número de indivíduos inventariados em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



A área basal variou de $6,1 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ no ponto P10 até $24,3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ no ponto P175. Dentre aqueles com largura inferior a 30 metros, apenas o P20 se aproximou do valor máximo obtido, com cerca de $23,3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Enquanto os pontos P15, P23 e P25 apresentaram respectivamente, cerca de 14,1; 15,4 e $10,7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 35).

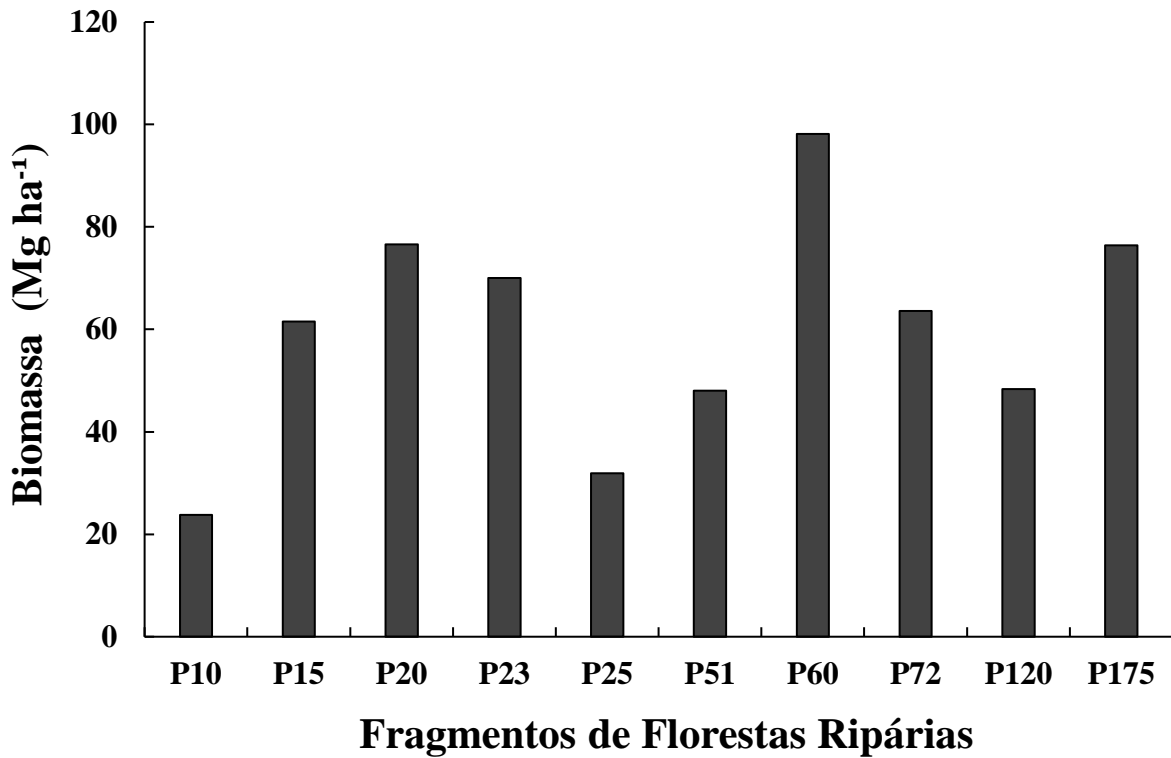
Figura 35 - Área Basal em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



6.3.2 Estimativa da Biomassa Viva Acima do Solo

A biomassa viva acima do solo variou de 24 Mg ha^{-1} no fragmento P10 até 98 Mg ha^{-1} no P60 (Figura 36, Apêndice M). No P25, a classe diamétrica de 10-20 cm representa 63% da biomassa total desse ponto, representando um montante de 20 Mg ha^{-1} . É interessante observar que a classe $> 55 \text{ cm}$ concentra poucos indivíduos, porém tem um importante papel no estoque de biomassa. Por exemplo, no fragmento P60 apenas dois indivíduos com diâmetro > 55 foram responsáveis por 28 Mg ha^{-1} , que representa cerca de 28% do total da biomassa desse fragmento. Já no P15 apenas um indivíduo, nessa classe superior a 55 cm, foi responsável por 17 Mg ha^{-1} da biomassa total (Apêndice MM).

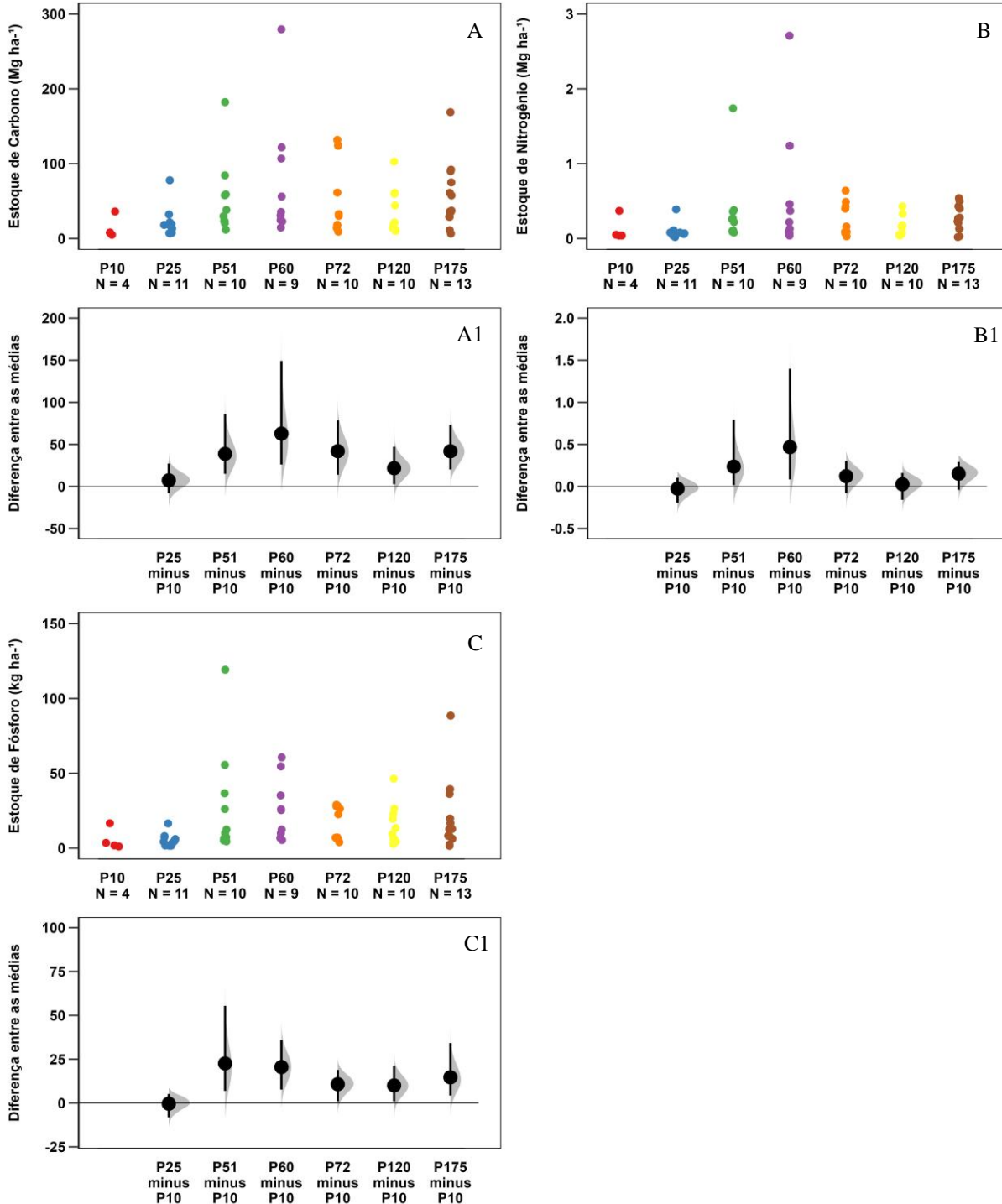
Figura 36 - Biomassa Viva Acima do Solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



6.3.3 Estoque de C, N e P na Biomassa Viva Acima do Solo

O estoque médio de carbono na biomassa viva acima do solo variou de 14,3 Mg ha⁻¹ no P10 à 77,0 Mg ha⁻¹ no P60. Diferenças significativas foram observadas nos pontos P51 ($d = 0.9$), P60 ($d = 0.9$), P72 ($d = 0.9$), P120 ($d = 0.8$) e P175 ($d = 1.1$) em relação ao P10 (Figura 38A-A1). Já o estoque médio de nitrogênio variou de 0,10 Mg ha⁻¹ no P25 à 0,59 Mg ha⁻¹ no P60. Apenas o ponto P175 ($d = 0.9$) diferiu estatisticamente do P10 (Figura 37B-B1). Em relação ao estoque médio de fósforo, este variou de 5,0 kg ha⁻¹ no P10 à 30,6 kg ha⁻¹ no P60. Os pontos P72 ($d = 1.1$), P120 ($d = 0.9$) e P60 ($d = 1.1$) diferiram do P10 (Figura 37C-C1, Apêndice JJ).

Figura 37 - Gráfico do estoque de Carbono (A), Nitrogênio (B), Fósforo (C) e das respectivas diferenças entre as médias (A1), (B1) e (C1) na biomassa acima do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP

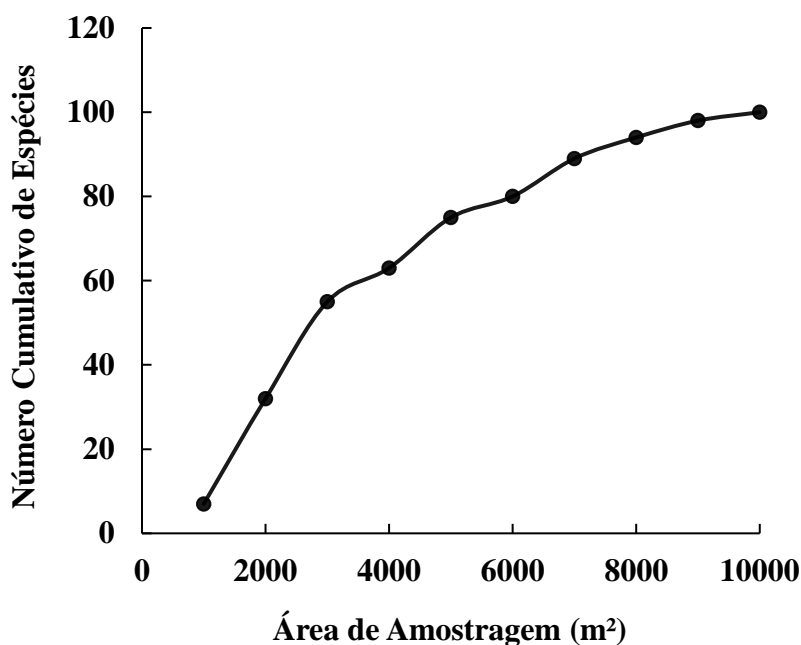


No gráfico superior, os pontos representam a distribuição dos dados (n=4;9;10;11;13). Já o inferior representa a diferença entre as médias das florestas ripárias (P25, P51, P60, P72, P120 e P175) em relação a P10, sendo que, os pontos representam o coeficiente médio dos modelos estatísticos, a barra em negrito são os intervalos de confiança a 95% e o sombreamento cinza representa a distribuição dos coeficientes gerados pela técnica bayesiana

6.3.4 Análise Fitossociológica dos Fragmentos

De maneira geral, por se tratar de áreas pertencentes ao bioma Mata Atlântica e ao analisá-las conjuntamente, a suficiência amostral foi comprovada pela curva espécie-área. Tal técnica é comumente utilizada em estudos fitossociológicos. Ocorreu, então, uma estabilização parcial da curva entre 7000 e 8000 m² de área amostral e houve um acréscimo no número de espécies até 10000 m², quando a curva voltou a se estabilizar (Figura 38).

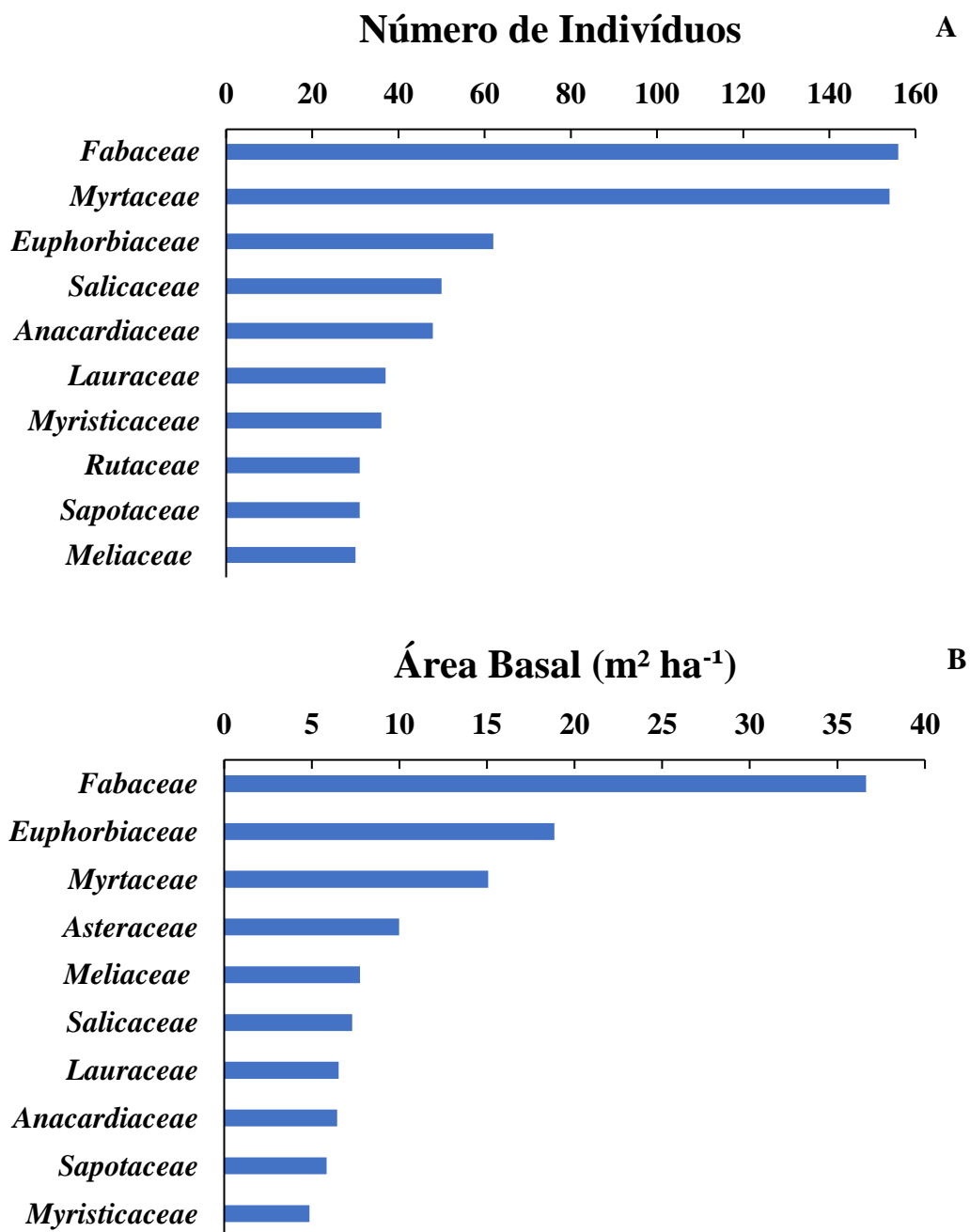
Figura 38 - Curva Espécie-Área de florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



No que diz respeito aos parâmetros florísticos de todas as florestas ripárias avaliadas, foram observados 858 indivíduos vivos distribuídos em 38 famílias botânicas e 100 espécies. A família mais representativa quanto ao número de espécies foi *Fabaceae*, com vinte e quatro espécies, seguida por *Myrtaceae*, com onze espécies, *Meliaceae* e *Rutaceae*, com cinco espécies cada. As famílias com maior número de indivíduos foram: *Fabaceae* com 156 (18,2%), seguida por *Myrtaceae* com 154 árvores (17,9%), *Euphorbiaceae* com 62 (7,2%), *Salicaceae* com 50 (5,8%), *Anacardiaceae* com 48 (5,6%), *Lauraceae* com 37 (4,3%), *Myristicaceae* com 36 (4,2%), *Rutaceae* e *Sapotaceae* com 31 (3,6%) e *Meliaceae* com 30 indivíduos (3,5%) (Figura 39A).

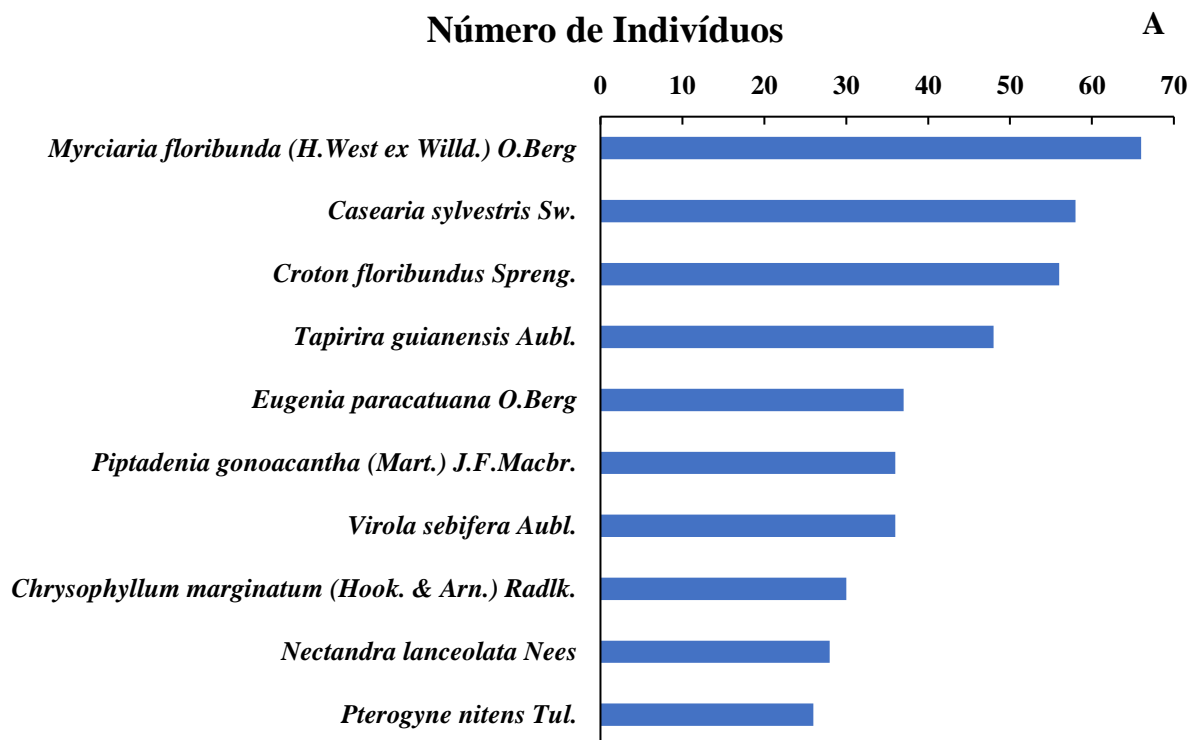
Quanto a área basal, as famílias com maior destaque foram *Fabaceae* (36,6 m² ha⁻¹), *Euphorbiaceae* (18,9 m² ha⁻¹), *Myrtaceae* (15,1 m² ha⁻¹), *Asteraceae* (10 m² ha⁻¹), *Meliaceae* (7,8 m² ha⁻¹), *Salicaceae* (7,3 m² ha⁻¹), *Lauraceae* (6,5 m² ha⁻¹), *Anacardiaceae* (6,4 m² ha⁻¹), *Sapotaceae* (5,9 m² ha⁻¹) e *Myristicaceae* (4,9 m² ha⁻¹) (Figura 39B).

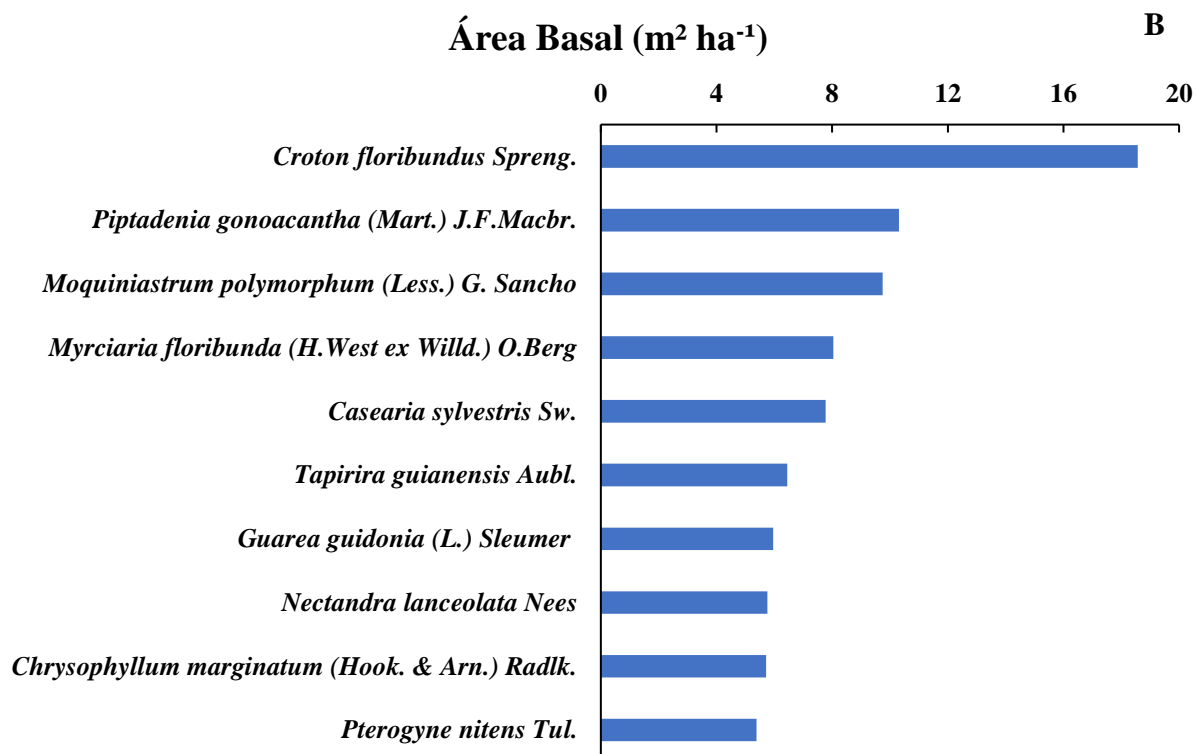
Figura 39 – Distribuição das dez principais famílias botânicas em termos de número de indivíduos (A) e área basal (m² ha⁻¹) (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP



As espécies com maior número de indivíduos foram: *Myrciaria floribunda*, com 66 (7,7%), *Casearia sylvestris* com 58 (6,8%), *Croton floribundus* com 56 (6,5%), *Tapirira guianensis* com 48 (5,6%), *Eugenia paracatuana* com 37 (4,3%), *Piptadenia gonoacantha* e *Virola sebifera* com 36 indivíduos cada (4,2%), *Chrysophyllum marginatum* com 30 (3,5%), *Nectandra lanceolata* com 28 (3,3%) e *Pterogyne nitens*, com 26 (3,0%). As espécies com maior área basal foram *Croton floribundus* (18,6 m² ha⁻¹), *Piptadenia gonoacantha* (10,3 m² ha⁻¹), *Moquiniastrium polymorphum* (9,7 m² ha⁻¹), *Myrciaria floribunda* (8 m² ha⁻¹), *Casearia sylvestris* (7,8 m² ha⁻¹), *Tapirira guianensis* (6,4 m² ha⁻¹), *Guarea guidonia* (6 m² ha⁻¹), *Nectandra lanceolata* (5,8 m² ha⁻¹), *Chrysophyllum marginatum* (5,7 m² ha⁻¹) e *Pterogyne nitens* (5,4 m² ha⁻¹).

Figura 40 – Distribuição das dez principais espécies em termos de número de indivíduos (A) e área basal (m² ha⁻¹) (B) em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP





Além das espécies citadas acima, destacam-se em termos de densidade relativa: *Moquiniastrium polymorphum* (P10, DeR = 18,2 e P15, DeR = 15,1), *Myrciaria floribunda* (P20, DeR = 45,7), *Piptadenia gonoacantha* (P23, DeR = 34,1), *Casearia sylvestris* (P25, DeR = 17,9 e P72 DeR = 15,5), *Croton floribundus* (P51, DeR = 26,8), *Virola sebifera* (P60, DeR = 32,2), *Eugenia paracatuana* (P120, DeR = 27,1) e *Nectandra lanceolata* (P175, DeR = 18,2). No que diz respeito a dominância relativa, *Moquiniastrium polymorphum* (DoR = 33) e *Guarea guidonia* (DoR = 29,1) foram as mais importantes no P10; *Moquiniastrium polymorphum* (DoR = 29,4) e *Copaifera langsdorffii* (DoR = 18,6) no P15; *Myrciaria floribunda* (DoR = 33,2) e *Chrysophyllum marginatum* (DoR = 19,9) no P20; *Piptadenia gonoacantha* (DoR = 45,9) e *Croton floribundus* (DoR = 16,9) no P23, *Casearia sylvestris* (DoR = 21,4) no P25; *Croton floribundus* (DoR = 38,3), *Machaerium stipitatum* (DoR = 20) e *Guarea guidonia* (DoR = 18,7) no P51; *Virola sebifera* (DoR = 17,4) no P60; *Moquiniastrium polymorphum* (DoR = 13,1) no P72; *Eugenia paracatuana* (DoR = 21,6) no P120; *Nectandra lanceolata* e *Croton floribundus* (DoR = 21,3) no P175; (Apêndice NN).

Percebe-se que determinadas espécies despontam em termos de valor de importância (VI%), como é o caso de *Moquiniastrium polymorphum* com 21,8 no P10 e 16,0 no P15; *Myrciaria floribunda* com 27,6 no P20; *Piptadenia gonoacantha* com 27,8 no P23; *Casearia sylvestris* com 14,3 no P25 e 8,7 no P72; *Croton floribundus* com 23,2 no P51; *Virola sebifera*

com 17,7 no P60; *Eugenia paracatuana* com 17,5 no P120 e *Nectandra lanceolata* com 14,2 no P175. Para o valor de cobertura (VC%), tem-se as mesmas espécies despontando como as principais (Apêndice NN). Em relação ao valor estimado do índice de diversidade de *Shannon-Wiener*, este variou de 1,85 no P10 até 3,32 no P72 (Tabela 5). É interessante ressaltar que as espécies supracitadas, de acordo com a literatura, são comumente observadas em fragmentos em estádios iniciais de sucessão ecológica. *Croton floribundus* é considerada como uma espécie pioneira, *Casearia sylvestris* como pioneira e secundária inicial, dependendo do autor, e *Myrciaria floribunda* caracterizada como secundária inicial.

Tabela 5 - Estimativa do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Área	H'
P10	1,85
P15	3,01
P20	2,18
P23	2,61
P25	2,97
P51	2,68
P60	2,41
P72	3,32
P120	2,60
P175	2,90

P10: 10 metros; P15: 15 metros; P20: 20 metros; P23: 23 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

7 DISCUSSÃO

7.1 Estoques de Carbono, Nitrogênio e Fósforo no solo

Os solos podem ser manejados para aumentar seu teor de carbono, especialmente a fração mais lábil da matéria orgânica (LAL, 2010). O que implica dizer que o carbono subterrâneo pode se acumular no solo com o tempo, ao mesmo tempo em que a regeneração da biomassa acima do solo ocorre de forma acelerada nas florestas tropicais (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; BONNER et al., 2013; ANDERSON-TEIXEIRA et al., 2016). Nesse sentido, os fragmentos de florestas ripárias no bioma mata atlântica desempenham um importante papel pois podem, desde que bem estruturados, atuar como sumidouro de carbono, que atualmente é considerado um importante serviço ecossistêmico, sendo de grande relevância para o equilíbrio do clima (CHAZDON, 2003, HAZLETT et al., 2005; XAVIER, 2009; RHEINHARDT et al., 2012). Nesse cenário, é de extrema importância comparar os estoques de carbono do solo nesses fragmentos com diferentes larguras para avaliar a efetiva funcionalidade dessas áreas, sobretudo em um cenário de fortes pressões que esses fragmentos recebem das áreas adjacentes, pelo avanço da cultura da cana-de-açúcar e da expansão das áreas de pastagens no estado de São Paulo.

Por sugestão das Diretrizes para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa do IPCC (IPCC, 2006), o estoque de carbono do solo deve ser considerado na camada de solo de 0 - 30 cm e segundo Cerri et al. (2007) cerca de metade do carbono do solo se concentra nos primeiros 20 cm. Nos fragmentos analisados, os estoques de carbono do solo na camada 0 – 30 cm, em sua maioria, foram menores do que os observados por Lins (2017) em fragmentos florestais na região nordeste do Brasil. Apenas os pontos P72 (57,2 Mg ha⁻¹ - Figura 22A) e P120 (65,3 Mg ha⁻¹ - Figura 22A) apresentaram valores similares aos obtidos pela autora, que observou valores de 57 Mg ha⁻¹ nos fragmentos localizados em Coruripe e 63 Mg ha⁻¹ no fragmento localizado em Serra Grande, ambos no estado de Alagoas. Bieluczyk et al., (2023) avaliando florestas ripárias com diferentes tempos de restauração no interior do estado de São Paulo, observaram valores de estoque de carbono consideravelmente superior aos obtidos na presente pesquisa, variando de 78,7 a 85.7 Mg C ha⁻¹. Em contrapartida, valores mais próximos aos obtidos na presente pesquisa foram observados por Galera (2018) ao avaliar o potencial de sequestro de carbono de florestas ripárias na bacia do rio Corumbataí-SP. O referido autor obteve valores médios de estoque de carbono da ordem de 44 Mg ha⁻¹, valor relativamente

próximo aos obtidos no P25 (51,2 Mg ha⁻¹), P51 (42 Mg ha⁻¹), P60 (38,8 Mg ha⁻¹) e P175 (33 Mg ha⁻¹) – Figura 22A.

De modo geral, o que se percebe ao avaliar os valores de estoque de carbono obtidos nas florestas ripárias analisadas é que somente a largura desses remanescentes florestais não é capaz de garantir todo o potencial desses ambientes em fixar o carbono no solo, em níveis próximos aos encontrados em florestas primárias. Muito pelo contrário, o estágio de degradação em que tais florestas se encontram atualmente impacta diretamente em seus processos biogeoquímicos e diminuem a funcionalidade ecológica desses remanescentes. Fato que pode ser observado quando se avalia, por exemplo, a origem do carbono estocado no solo.

O $\delta^{13}\text{C}$ do solo reflete uma mistura da vegetação nova e antiga no solo e pode ser usado para estimar a proporção relativa de carbono C3 e C4 presente no solo a partir da seguinte equação de modelo de mistura.

$$C_{4p} (\%) = (\delta^{13}\text{C}_{\text{solo}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{C3}} / \delta^{13}\text{C}_{\text{C4}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}) * 100$$

Aonde, C_{4p} é a proporção relativa do carbono C4; $\delta^{13}\text{C}_{\text{solo}}$ é a composição isotópica de carbono da amostra de solo; $\delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}$ é a composição isotópica de carbono de um solo sob floresta primária; e $\delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}$ é a composição isotópica do carbono de um solo sob uma vegetação natural C4 ou que foi cultivado com uma vegetação C4 por um longo período (> 30 anos). $\delta^{13}\text{C}_{\text{C3}}$ foi considerado o $\delta^{13}\text{C}$ médio da superfície do solo entre as áreas de floresta primária (-27‰), e o $\delta^{13}\text{C}_{\text{C4}}$ foi considerado o $\delta^{13}\text{C}$ mais alto entre os solos C4 (cana ou pastagem) cultivados no país, que foi de -14‰ (ASSAD et al., 2013).

Utilizando essa equação, e levando em conta o valor de $\delta^{13}\text{C}$ do solo = -17,9‰ obtido na camada 0-10 cm no P10 (Figura 24A), a estimativa da proporção de C4 na referida camada foi de 70%. Nas camadas subsequentes a proporção reduz um pouco, passando para 67% na camada 10-20 cm até 62% na 20-30 cm (Figura 24A). No P25 a proporção de C4 foi de 15% na camada 0-10 cm e 26% na 20-30cm. Situação bem contrastante foi observada nas demais florestas ripárias, a exemplo da P120, onde na camada 0-10 cm, não houve proporção de carbono oriundo de fonte C4 e na camada 20-30 a estimativa chegou apenas a 6,9% (Figura 24A). As duas florestas ripárias com as maiores proporções de carbono oriundo de fonte C4 são as que possuem as menores larguras, fato este que pode ter facilitado a entrada de matéria orgânica proveniente das zonas agricultáveis, já que ambas são cercadas por plantios de cana-de-açúcar, evidenciando assim a forte pressão exercida pelas gramíneas forrageiras nessas florestas. Além, é claro, da baixa quantidade de indivíduos arbóreos no P10 e a formação de canais preferências, oriundos da cana, em direção ao P25.

No que diz respeito aos estoques de nitrogênio no solo na camada 0-30, os valores obtidos variaram bastante entre as florestas ripárias analisadas. Destaque para o P72, com cerca de 5,6 Mg ha⁻¹ de N (Figura 22B, Apêndice F). Este valor foi superior ao estoque médio obtido por Groppo et al. (2015), em uma compilação reunindo 16 sítios florestais, com valor igual a 5,1 Mg ha⁻¹. No ponto P25 o estoque médio de N (4,6 Mg ha⁻¹ - Figura 22B) foi um pouco maior do que o observado por LINS (2017) em fragmentos florestais no município de Coruripe - Al, com média de 4,1 Mg ha⁻¹. Já o P120 apresentou o mesmo estoque médio de N (4,8 Mg ha⁻¹ - Figura 22B) observado também por LINS (2017) no município de Serra Grande - Al. De modo geral, todas as demais florestas ripárias com largura superior a 30m apresentaram maiores estoques de N em comparação ao P10. Sabe-se que a ciclagem de nitrogênio no ecossistema terrestre é fortemente influenciada pelas características físicas e químicas da área tais como, qualidade do solo, quantidade e tipo de serrapilheira, vegetação, microrganismos, água, temperatura e O₂ (CALDEIRA, 2007; RODRIGUES et al., 2017). Obviamente nem todos esses parâmetros foram avaliados nessa pesquisa, contudo pelas características relacionadas ao tipo de solo (arenoso), a deposição e qualidade da serapilheira, a característica da própria vegetação, aliado aos distúrbios que o P10 área sofreu ao longo do tempo, contribuiu para o precário estágio atual desse remanescente.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados nos solos das florestas ripárias estão coerentes aos relatados na literatura. Segundo Martinelli et al. (2009), o $\delta^{15}\text{N}$ da matéria orgânica do solo, na maioria das vezes, aumenta com a profundidade, fato considerado um padrão clássico de ocorrência nos solos (NADELHOFFER; FRY, 1998; PICCOLO et al., 1994, 1996). Além disso, até o momento, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ medidos em solos tropicais foram exclusivamente maiores que 0‰ (MARTINELLI et al., 2009). Fatos, estes, observados na presente pesquisa, com valores positivos em todas as florestas ripárias e com aumento dos valores em profundidade (Figura 25A). Ainda de acordo com o referido autor, a constante adição de matéria orgânica de plantas nas camadas superficiais do solo, aliado as transformações de N orgânico para N mineral, e mesmo entre moléculas inorgânicas de N, levam a um enriquecimento do substrato. Na medida em que as reações de mineralização, nitrificação, desnitrificação e volatilização ocorrem, a matéria orgânica torna-se enriquecida em átomos de ¹⁵N (MARTINELLI et al., 2009).

Em estudo de caracterização de solo e serapilheira em floresta tropical, Martins (2010) observou diferentes valores de $\delta^{15}\text{N}$ para a vegetação e para o solo, de acordo com o gradiente altitudinal da Mata Atlântica. Além disso, também notou um enriquecimento na abundância natural de $\delta^{15}\text{N}$ no perfil do solo, uma vez que a vegetação diminui a composição isotópica na interface serapilheira-solo. Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ no solo apresentaram relação inversa com a

concentração de N total (Figura 25B). Menores valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados na superfície do solo em relação as camadas mais profundas estão relacionadas as maiores concentrações de N. Resultado similar foi observado por Parron et al. (2004) ao avaliar a composição isotópica do solo em uma mata de galeria no Distrito Federal. Contrariando a hipótese inicial, o maior valor de $\delta^{15}\text{N}$ foi obtido no P10 (7,2‰ - Figura 25A), e no P25 o valor observado (6‰ - Figura 25A) foi maior que na maioria das florestas com largura superior a 30m, ambos na profundidade 20-30 cm.

Finalmente, o estoque médio de fósforo do solo nesse estudo foi, em geral, inferior ao observado por Groppo et al. (2015) em áreas de floresta nativa, com cerca de 11,2 kg na camada 0-10 cm. Apenas os pontos P25 e P72 apresentaram valores superiores aos observados por Groppo et al. (2015), com cerca de 12,2 e 17 kg ha⁻¹ (Figura 23A), respectivamente. Já o P60 apresentou diferença com magnitude negativa em relação ao P10, com apenas 6 kg ha⁻¹ de fósforo na camada 0-10 cm. As florestas ripárias com largura menor que 30m (P10 e P25) apresentaram valores superiores aos obtidos em algumas florestas com largura superior a 30m. É bem provável que os valores de P observados nesses pontos foram superestimados em virtude da constante adição de dejetos de animais (gado), que utilizam essas florestas ripárias como acesso ao rio, além do carreamento de material proveniente do plantio de cana-de-açúcar adjacente, por meio de canais preferenciais que passam dentro dessas florestas ripárias.

O fósforo é particularmente importante nos trópicos devido à capacidade dos solos tropicais ácidos de fixar o fósforo em óxidos e minerais de argila, tornando-os indisponíveis para as plantas (UEHARA; GILLMAN, 1981; SANCHEZ et al., 1982; OBERSON et al., 2001; NUMATA et al., 2007; GAMA-RODRIGUEZ et al., 2014). Como consequência, as plantas silvestres tropicais desenvolvem uma série de estratégias para lidar com a acidez do solo e a baixa concentração de fósforo (FUJII, 2014). Solos com elevado grau de intemperismo apresentam baixa capacidade de troca catiônica (CTC efetiva), elevada adsorção aniônica, saturação por bases reduzida, enquanto aumenta a retenção de ânions, como o fosfato (NOVAIS, SMYTH, NUNES, 2007). Neste sentido, é provável que para a manutenção desses remanescentes não deve haver contato do P ciclado com a fase mineral do solo. Sendo assim a planta absorveria diretamente do que mineralizasse do substrato orgânico (serapilheira) ou da fase orgânica sem dar chances ao substrato mineral do solo de se envolver nesse equilíbrio (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

7.2 Deposição, Decomposição e Estoque de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na serapilheira

Segundo OSTERTAG et al., (2008), a deposição de serapilheira pode rapidamente se recuperar em florestas secundárias. Tal constatação foi observada por Martinelli et al. (2017), que analisou a deposição de serapilheira em mais de 40 áreas florestais da Mata Atlântica, e comprovada pela presente pesquisa. Apesar deste trabalho não tratar especificamente de florestas secundárias, e sim de florestas ripárias, acredita-se que, em um certo grau, essas florestas sofreram distúrbios importantes, assim como as florestas secundárias. Os valores de deposição de serapilheira obtidos nos fragmentos de florestas ripárias analisados foram superiores aos observados por Martinelli et al. (2017), com $8,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ em florestas da Mata Atlântica, por Lins (2017), com $6,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ em fragmentos florestais maduros no nordeste brasileiro e por Chave et al. (2010), com $8,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ em florestas maduras da América do Sul. Os valores obtidos nesta pesquisa variaram de $9,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ no ponto P60 a um máximo de $14,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ no P51 (Figura 26). De acordo com Hagen et al. (2010), a deposição de serapilheira tende a ser semelhante ou até menor em florestas maduras do que em florestas perturbadas, como constatado nesta pesquisa. Além disso, a produção de serapilheira pode aumentar com a proporção de espécies de árvores com características sucessionais iniciais (BERRY et al., 2008), espécies exóticas (HAGEN et al., 2010; LONDE et al., 2016; NUNES; PINTO, 2007) e lianas – que são componentes-chave e comuns em florestas tropicais – bem como em áreas perturbadas, que são capazes de alocar uma proporção maior de biomassa para folhas em comparação com árvores (INGWELL et al., 2010), como é o caso das florestas ripárias avaliadas. De forma geral, não houve diferenças na deposição de serapilheira total em função das diversas larguras de florestas ripárias analisadas (Figura 26E).

A deposição de serapilheira nos fragmentos de florestas ripárias seguiu um padrão sazonal, coerente com o relatado na literatura científica (PINTO et al., 2008; GOMES, 2010; SANCHES et al., 2008; MACHADO et al., 2015; MARTIS et al., 2018). Durante o período seco, houve uma maior deposição de material em comparação ao período chuvoso. No ponto P51, por exemplo, a deposição durante o período seco foi cerca de $10,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ e no chuvoso $3,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Figura 27). Fato atribuído a uma resposta da vegetação ao estresse hídrico, uma vez que a queda das folhas reduz a perda de água por transpiração (PINTO et al., 2008; GOMES, 2010). A variação anual e sazonal na produção da serapilheira tende a ocorrer de acordo com a fenologia e composição das espécies, regimes climáticos e estágios sucessionais (PAUDEL et al., 2015). Em florestas próximas aos trópicos, essa sazonalidade ocorre de acordo

com a composição das espécies e as respostas fenológicas de cada uma frente às variações ambientais, levando a uma produção irregular de folhas, flores e frutos, contribuindo com as variações anuais médias na produção de cada fração da serapilheira (PAUDEL et al., 2015).

No que diz respeito a dinâmica de nutrientes nas florestas ripárias, o ponto P51 merece um destaque especial, pois apresentou os maiores estoques totais de carbono ($6,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ - Figura 28E) e fósforo ($12,8 \text{ kg ha}^{-1}$ - Figura 31E), enquanto o P25 obteve o maior estoque de nitrogênio ($0,28 \text{ Mg ha}^{-1}$ - Figura 30E) na serapilheira total. A deposição, assim como os próprios estoques de C, N e P, foi consideravelmente maior na fração folhas em todas as florestas ripárias. Conforme constatado para a deposição, a largura das florestas ripárias analisadas parece não influenciar nos estoques de C, N e P na serapilheira. Diversos autores observaram situação similar, onde as folhas foram o principal componente da serapilheira total, obtendo contribuições médias superiores a 60% (FIGUEIREDO-FILHO et al., 2003; PAULA et al., 2009; MENEZES et al., 2010; PIMENTA et al., 2011; MACHADO et al., 2015; MARTINELLI et al., 2017). Este percentual está bem próximo do obtido para a maioria das florestas ripárias da presente pesquisa. Cerca de 61,7% do estoque de carbono, 63% do nitrogênio e 57% do fósforo, do ponto P51, estava alocado nessa fração da serapilheira. Além das raízes finas, as folhas são responsáveis pela maior proporção da absorção anual de nutrientes (PREGITZER et al., 2010).

As concentrações foliares de N e as médias de $\delta^{15}\text{N}$ são usadas como proxy da disponibilidade de N no solo (AMUNDSON et al., 2003; EVANS, 2001). Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ obtidos na serapilheira das florestas ripárias analisadas foram bem discrepantes, apresentando valores positivos, como no P51 (1,8‰), e negativos, como no P120 (-1,06‰) e P60 (-0,6‰). Esses valores estão abaixo dos relatados por Martinelli et al., (1999) e por Lins (2017) em florestas tropicais maduras. Diversos fatores podem interferir nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ da serapilheira e as características dos povoamentos são muito importantes para definir as causas das variações nos valores de $\delta^{15}\text{N}$. As diferentes fontes de N para as plantas definirão sua composição isotópica foliar, por exemplo, a biota do solo pode apresentar diferentes composições isotópicas devido às transformações de N (NADELHOFFER et al., 1996; HÖGBERG, 1997). Portanto, dependendo da forma de N utilizada pelas plantas, NO_3^- ou NH_4^+ , sua composição isotópica será diferente. As médias de $\delta^{15}\text{N}$ no solo, da superfície para a profundidade, no P120 foram menores (3,3 a 5,6 ‰) e podem ter influenciado na menor média foliar, uma vez que as plantas costumam apresentar menor composição isotópica de N em relação ao solo (NARDOTO et al., 2014). Além disso, em áreas com baixa disponibilidade de N, é possível observar associações da vegetação com fungos micorrízicos, e esses organismos

geralmente fornecem N isotopicamente leve à vegetação (MICHELSEN et al., 1998; HOBBIE et al., 2000). Embora não disponha de informações acerca da presença desses organismos nas florestas ripárias avaliadas e sua influência nos ciclos biogeoquímicos, Thomazini (1974) e Sprent et al. (1996) apontam que a associação com esses organismos pode ser uma explicação para menores médias de $\delta^{15}\text{N}$.

O principal fator responsável pela dinâmica da matéria orgânica do solo em ambientes florestais é a decomposição da serapilheira e das raízes finas, as quais acumulam-se principalmente na superfície do solo (MONTERO, 2008). Curiosamente, e contrariando a hipótese inicial da pesquisa, o ponto P10 apresentou a menor massa remanescente entre todas as florestas ripárias, ou seja, o processo de decomposição nesse ponto foi consideravelmente maior e estatisticamente diferente dos pontos P60 e P120, cujas massas remanescentes foram as maiores, após 365 dias de experimento. Uma possível explicação para esse fato, pode estar relacionada a melhor qualidade da serapilheira depositada no P10 (C/N = 22, C/P = 449), resultado de uma composição florística com espécies iniciais de sucessão ecológica, as quais investem consideravelmente mais energia na produção de material vegetal, com maior qualidade nutricional, do que em lenho. Outro fator importante que pode ter contribuído para esse resultado no P10, é a ação decompositora da radiação solar, uma vez que nesse fragmento florestal a incidência de radiação solar é consideravelmente maior em função da sua menor largura. Além disso, diferenças na decomposição da serapilheira entre florestas tropicais também podem ser atribuídas à própria atividade da fauna do solo e às condições ambientais, especialmente temperatura e umidade (ANDERSON; PROCTOR; VALLACK, 1983; CÉSAR, 1993).

7.3 Estrutura Florestal, Fitossociologia e Estimativa de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na Biomassa Acima do solo

Parte da estrutura de uma floresta pode ser explicada através da avaliação de sua distribuição diamétrica, a qual é definida pela caracterização do número de árvores por unidade de área e por intervalo de classe de diâmetro (PIRES O'BRIEN; O'BRIEN, 1995). Conforme observado no Apêndice LL, a distribuição diamétrica das florestas ripárias seguiu um padrão característico de florestas tropicais, com uma distribuição exponencial negativa conhecida como "J" - invertido, no qual a maior quantidade de indivíduos se encontra nas primeiras classes de diâmetro, diminuindo gradativamente com o tamanho das classes. O elevado número de indivíduos de diâmetros menores obedece ao processo natural de recrutamento de novas

gerações. O formato de “J”- invertido deve-se ao constante recrutamento, à taxa de mortalidade nas classes maiores e ao grau de interferência nos fragmentos onde foram alocadas parcelas (MEIRA NETO; MARTINS, 2003; LIMA; LEÃO, 2013). Para Alves Junior et al. (2007), o estudo da estrutura arbórea em comunidades fragmentadas, propicia informações a respeito do seu desenvolvimento, em que grau de perturbação ele se apresenta, em que níveis de estágios de desenvolvimento e sucessão esta comunidade se encontra.

Em relação a área basal, a média observada nos fragmentos com largura maior que 30m foi de $18,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, enquanto nas florestas com largura inferior a 30 m, a área basal média foi de $13,9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 35). Esses valores são considerados baixos quando comparados a florestas maduras, contudo em florestas secundárias em regeneração Imaña-Encinas et al. (2012), observaram área basal de $12,52 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Os baixos valores de área basal podem estar relacionados a ausência de indivíduos de grande porte nessas florestas ripárias e a própria composição florística das espécies que compõem cada fragmento, uma vez que espécies pioneiras, a exemplo de *Moquiniastrum polymorphum* e *Guarea guidonia* com elevada dominância no P10, investem mais em crescimento em altura ao invés de focar em crescimento secundário (INGWELL et al., 2010).

De acordo com o modelo hipotético do processo de regeneração florestal proposto por Machado e Oliveira-Filho (2010) é possível caracterizar os fragmentos florestais em fases distintas, quanto a sua densidade e área basal (biomassa). No caso das florestas ripárias avaliadas nesta pesquisa, independentemente da largura, nenhuma delas podem ser classificadas na sua condição de estabilidade, que consiste no estado clímax da floresta. Pelo contrário, as florestas com largura menor que 30 metros estão na fase de degradação, com redução abrupta de área basal e densidade de indivíduos, ou na fase de construção inicial, com aumento da área basal e densidade, porém ainda sofrendo influências da fase de degradação. Já as florestas ripárias com largura superior a 30 metros, em sua maioria, podem ser caracterizadas na fase de construção tardia (P60, P72 e P175), a P51 na fase de degradação e a P120 na fase de degradação/construção inicial. Tal classificação reforça a ideia de que as florestas ripárias remanescentes no estado de São Paulo estão, em grande parte, em estágio elevado de degradação.

As estimativas de biomassa são de grande relevância devido à sua contribuição aos estudos de mudanças climáticas globais (SCHUMACHER et al., 2003). Em florestas naturais há uma grande variação na capacidade de acumular biomassa, principalmente, em decorrência da grande diversidade de espécies e da alta variabilidade existente entre indivíduos de uma mesma espécie, da densidade média da madeira (BAKER et al., 2004; NOGUEIRA et al.,

2008), além de diferenças regionais de fertilidade do solo, topografia e alterações antrópicas (URQUIZA-HAAS et al., 2007; ALVES et al., 2010). A biomassa acima do solo nos fragmentos de florestas ripárias avaliados ficou muito abaixo dos valores observados em estudos em florestas neotropicais (DE WALT; CHAVE, 2004; CASTILHO et al., 2006b; NASCIMENTO et al., 2007; BROADBENT et al., 2008a; PYLE et al., 2008) e na Mata Atlântica (ROLIM et al., 2005; ALVES et al., 2010; LINS, 2017) em virtude do estágio de sucessão ecológica na qual esses fragmentos se encontram, conforme mencionado acima.

O estoque de carbono seguiu tendência similar em relação a biomassa, uma vez que tecidos lenhosos apresentam baixa variabilidade na sua concentração de carbono (VIEIRA et al., 2011). Os valores observados por Diniz et al. (2015) para o estoque de carbono em florestas secundárias foi de 20,9 6 Mg ha⁻¹ para a floresta em estágio médio de sucessão e de 70,6 Mg ha⁻¹ para a floresta em estágio avançado, valores similares aos observados na presente pesquisa. Nas florestas ripárias com largura inferior a 30 metros, o estoque de carbono foi consideravelmente inferior ao observado nas florestas com largura superior a 30 metros, contudo, acredita-se que as características florísticas/sucessionais desses fragmentos seja um fator mais preponderante nessa questão do que propriamente a largura das florestas.

Poucos dados estão disponíveis na literatura acerca de estoques de nitrogênio na biomassa acima do solo, e um dos poucos estudos conduzidos em território nacional foi realizado em fragmentos da Mata Atlântica no litoral de São Paulo (VIEIRA et al., 2011). Os estoques de N na biomassa acima do solo nas florestas ripárias foram menores do que os observados por Vieira et al. (2011). No entanto, Chabi et al. (2019), avaliando estoques de N em diversos tipos de cobertura vegetal na África, observaram valores médios de 0,2 Mg ha⁻¹ em florestas ripárias. Mesmo valor observado por Xiao et al. (2020) em área de floresta na China. Este valor é próximo aos obtidos nessa pesquisa, onde todas as florestas ripárias com largura superior a 30m apresentaram maiores estoque de N, em relação as florestas menores que 30m, chegando a um valor máximo de 0,6 Mg ha⁻¹ no P60 (Figura 38B). Finalmente, em relação ao estoque de P na biomassa, os valores obtidos nas florestas ripárias acima de 30 metros foram consideravelmente superior as florestas com menos de 30 metros. De modo geral, nos solos brasileiros o fósforo é um nutriente considerado limitante ao desenvolvimento das espécies, além dessa característica, o estágio de degradação que os remanescentes ripários estão inseridos pode ter contribuído para a depleção dos níveis de fósforo nesses fragmentos.

A dinâmica florestal, tem finalidade de analisar o comportamento de uma floresta em relação a sua estrutura, composição, crescimento, mortalidade, regeneração, fatores ecológicos, diante de modificações causadas por efeitos naturais ou antrópicos (SOUZA et al., 2012). Neste

sentido, a composição florística é um fator essencial para se desenvolver estudos adicionais sobre a estrutura e a dinâmica da floresta (CARVALHO, 1997). Na presente pesquisa, as famílias *Fabaceae*, *Myrtaceae*, *Meliaceae* e *Rutaceae*, foram as mais importantes em termos de quantidade de espécies e juntas respondem por 45% da riqueza florística das áreas. Resultado similar ao observado por Gonçalves Junior et al. (2014) em florestas ripárias da Mata Atlântica. Em uma revisão minuciosa, Wantzen et al. (2008) observaram que a biodiversidade vegetal das zonas ribeirinhas nos Neotrópicos é muito alta. Felfili (1995) registrou 93 espécies de árvores em 64 ha de florestas de galeria no Cerrado brasileiro e Budke et al. (2004) identificaram 57 espécies em 1ha de floresta ribeirinha no sul do Brasil. Apesar dos estudos citados por Wantzen et al. (2008) ser conduzidos principalmente no cerrado, em nossa pesquisa foram registradas muitas espécies vegetais (100 em 1 ha). Isso pode ser explicado pela natureza ecótona das zonas ribeirinhas, que podem suportar uma biodiversidade muito maior do que em habitats aquáticos permanentes ou habitats puramente terrestres (WANTZEN; JUNK, 2000; WANTZEN et al., 2008).

Em florestas tropicais preservadas, o índice de diversidade de Shannon da vegetação varia entre 3 e 4 (MEIRA NETO; MARTINS, 2000). Romagnolo e Souza (2000), analisando florestas ripárias na região do rio Paraná, obtiveram valores de diversidade entre 2,5 e 2,9. Valores considerados baixos para florestas ripárias, porém dentro da média obtida naquela região (SOUZA et al., 1997). No caso das florestas ripárias analisadas na pesquisa, apenas o P72 e P15 foram superiores a 3, chegando ao mínimo de 1,8 no P10. A alta proporção de espécies florestais pioneiras e secundárias iniciais como *Moquiniastrum polymorphum*, *Casearia sylvestris*, *Croton floribundus*, *Guarea guidonia*, *Pterogyne nitens*, *Piptadenia gonoacantha* e *Myrciaria floribunda*, juntamente com os índices de diversidade encontrados para cada uma das florestas, é possível inferir que alguns desses fragmentos passaram por distúrbios severos e/ou ainda estão passando pela fase inicial de sucessão ecológica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese, “a biomassa de serapilheira será diretamente proporcional à largura das florestas ripárias”, não foi corroborada. Apesar do P51 ter apresentado o maior valor absoluto de deposição de serapilheira, os pontos P10 e P25 tiveram valores superiores aos observados em algumas florestas ripárias com largura superior a 30m. A composição florística é um fator importante que influencia na deposição de material vegetal, e tal composição foi similar entre os pontos. Contudo acredita-se que fatores relacionados a efeitos de borda podem ter contribuído para aumentar a deposição de serapilheira nos pontos P10 e P25, uma vez que os indivíduos presentes nesses pontos estão mais suscetíveis a intempéries climáticas, em função da reduzida largura desses remanescentes ripários. Fato este, que apresenta magnitude muito menor em florestas com maiores larguras, uma vez que os indivíduos no interior da floresta estão mais “protegidos” de eventos extremos.

A hipótese, “A decomposição da serapilheira será diretamente proporcional à largura das florestas ripárias”, não foi corroborada. A menor massa remanescente no P10 pode estar associada a melhor qualidade da serapilheira depositada nesse ponto (Relação C/N e C/P). Qualidade, esta, fortemente influenciada pela composição florística, onde espécies pioneiras e secundárias iniciais costumam investir maior quantidade de energia na produção de folhas com maior qualidade nutricional, o que implica em uma melhor “palatabilidade” do material depositado, sendo por sua vez mais atrativos aos organismos decompositores do solo.

A hipótese, “Os estoques de C, N e P do solo serão diretamente proporcionais à largura das florestas ripárias”, não foi corroborada. Apesar dos pontos P120 e P72 apresentarem os maiores estoques de C e N, além do P72 ter o maior estoque de P, o ponto P25 registrou estoques de C, N e P superiores aos de algumas florestas com largura maior que 30m. É importante esclarecer que o P10 apresentou o menor estoque de C e o segundo menor estoque de N. Este ponto encontra-se em um estágio de degradação elevado, impactando diretamente nas funções ecossistêmicas que deveria desempenhar.

A hipótese, “A Biomassa viva acima do solo, assim como os estoques de C, N e P, serão diretamente proporcionais à largura das florestas ripárias”. No que tange a biomassa viva acima do solo, a referida hipótese não foi corroborada. Apesar do P60 apresentar o maior valor de biomassa, as três florestas ripárias incorporadas posteriormente ao estudo (P15, P20 e P23) superaram a biomassa obtida nos pontos P51 e P48. Já em relação os estoques de C, N e P na biomassa, a hipótese foi corroborada. Os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo aumentaram

consideravelmente em função das larguras das florestas, até provavelmente atingir um estágio de equilíbrio. Os menores valores de C, N e P foram observados nos pontos P10 e P25.

A hipótese, “Os fragmentos com menores largura terão sofrido uma ação mais agressiva por parte de gramíneas forrageiras ou por serem, na verdade, florestas secundárias em estado inicial de recuperação. Portanto, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do solo serão menos negativos nos fragmentos de menor largura” foi corroborada. Os pontos P10 e P25 foram os que apresentaram os valores de $\delta^{13}\text{C}$ menos negativos em comparação aos fragmentos com largura maior que 30m, indicando uma forte pressão de plantas C4 sob esses remanescentes.

A hipótese, “A disponibilidade de nitrogênio será maior nos fragmentos com maior largura, portanto, os valores de $\delta^{15}\text{N}$ serão maiores nesses fragmentos” não foi corroborada. O P10 apresentou os maiores valores de $\delta^{15}\text{N}$ nas camadas 10-20 e 20-30 e os valores obtidos no P25 superam o de algumas florestas ripárias com largura maior que 30m.

Com base no exposto, levando em conta todas as análises realizadas na presente pesquisa, ficou evidente a importância das florestas ripárias em processos biogeoquímicos, seja de deposição, decomposição, acúmulo de biomassa, como também em parâmetros florísticos e fitossociológicos. Em um cenário de mudanças climáticas, a manutenção, preservação e sobretudo a restauração desses remanescentes ripários torna-se questão primordial para garantir a funcionalidade desses ambientes. Ficou demonstrado que florestas com larguras menores que 30m, sofrem redução considerável em suas funções ecossistêmicas, contudo muito além da largura dessas florestas, o que se deve ter em mente é que não basta elas estarem presentes, essas florestas precisam estar efetivamente funcionais. Uma situação constantemente observada nos fragmentos analisados nessa pesquisa, foi a formação de canais preferenciais, oriundos dos plantios a montante, indo em direção as florestas. É necessária especial atenção durante o processo de preparo do solo nas áreas agriculturáveis próximas as florestas ripárias, a fim de evitar maiores pressões nesses remanescentes, já bastante impactados como no caso das florestas ripárias da Mata Atlântica. Neste sentido, uma métrica simples, como é o caso da largura, não foi capaz de captar toda a complexidade existente dentro das florestas ripárias. Uma vez que vários índices utilizados não indicaram diferenças significativas. No geral, trata-se de florestas empobrecidas, com presença maciça de cipós, espécies pioneiras e ausência de indivíduos de grande porte, gerando uma urgente necessidade de enriquecimento dessas florestas em termos de diversidade. Novos estudos precisam ser realizados para entender, por exemplo, a dinâmica de P nesses ambientes, incluindo a importância da associação com micorrizas nesses fragmentos.

REFERÊNCIAS

- ABU-ZREIG, M.; RUDRA, R. P.; LALONDE, M. N.; WHITELEY, H. R.; KAUSHIK, N. K. Experimental investigation of runoff reduction and sediment removal by vegetated filter strips. **Hydrological Processes**, v. 18, n. 11, p. 2029–2037, 2004.
- ALVES JUNIOR, F. T. et al. Estrutura diamétrica e hipsométrica do componente arbóreo de um fragmento de Mata Atlântica, Recife-PE. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 83-95, 2007.
- ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; SCARANELLO, M. A. S.; CAMARGO, P.B.; SANTOS, F. A. M.; JOLY, C. A.; MARTINELLI, L. A. Forest structure and live aboveground biomass along an elevational gradient of tropical forest (Brazil). **Forest Ecology and Management**, v.260, n.5, p.679-691, 2010.
- AMUNDSON, R.; AUSTIN, A.T.; SCHUUR, E.A.G.; YOO, K.; MATZEK, V.; KENDALL, C.; UEBERSAX, A.; BRENNER, D.; BAISDEN, W.T. Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 17, p. 31/1-31/10, 2003. doi: 10.1029/2002GB001903
- ANDERSON, J. M.; PROCTOR, J.; VALLACK, H. W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. **Journal of Ecology**, v. 71, n. 3, p. 503-527, 1983.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; MARTINS, S. C.; GROppo, J. D.; SALGADO, P. R.; EVANGELISTA, B.; VASCONCELLOS, E.; SANO, E. E.; PAVÃO, E.; LUNA, R.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. **Biogeosciences**, v. 10, p. 6141-6160, 2013.
- BAKER, T. R. et al. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. **Global Change Biology**, v. 10, n. 1, p. 545- 562, 2004.
- BARLOCHER, F.; GRAÇA, M. A. S. Total phenolics. In: GRAÇA, M. A. S.; BARLOCHER, F. E.; GESSNER, M. O. **Methods to study litter decomposition: a practical guide**. Berlin: Springer, 2005. p. 97–100.
- BARRELA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as florestas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Florestas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, SP: EDUSP, 2009. p. 187–207.
- BERNOUX, M.; ARROUAYS, D.; CERRI, C.C.; BOURENNANE, H. Modeling vertical distribution carbon in Oxisols of the Western Brazilian Amazon (Rondônia). **Soil Science**, v. 163, p. 941-951, 1998.
- BERRY, N. J.; PHILLIPS, O. L.; ONG, R. C.; HAMER, K. C. Impacts of selective logging on tree diversity across a rainforest landscape: The importance of spatial scale. **Landscape Ecology**, v. 23, p. 915–929, 2008.
- BIELUCZYK, W.; MERLOTI, L. F.; CHERUBIN, M. R.; MENDES, L. W.; BENDASSOLLI, J. A.; RODRIGUES, R. R.; CAMARGO, P. B. DE; VAN DER PUTTEN, W. H.; SIU MUI, TSAI. Forest restoration rehabilitates soil multifunctionality in riparian zones of sugarcane production landscapes. *Science of The Total Environment*. Volume 888, 2023, 164175. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164175>.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: ASA, 1986. p. 363-375.

BORTOLON, E. S. O.; MIELNICZUK, J.; TORNQUIST, C. G.; LOPES, F.; FERNANDES, F. F. Simulação da dinâmica do carbono e nitrogênio em um argissolo do Rio Grande do Sul usando modelo Century. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1635-1646, 2009.

BOUTTON, T. W. Stable carbon isotope ratios of natural materials. II. Atmospheric, terrestrial, marine and freshwater environments. In: COLEMAN, D. C.; FRY, B. (Ed.). **Carbon isotope techniques**. New York, NY: Academic Press, 1991. p. 173-185.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R. Implicações do cumprimento do Código Florestal vigente na redução de áreas agrícolas: um estudo de caso da produção canavieira no Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 63-66, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: UFV, 2012. p. 263-293.

BRASIL. Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Instituiu o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 1965.

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1981.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Lei n.º 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1991.

BRASIL. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Decreto n.º 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012a.

BRASIL. Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2012b.

BRASIL. Decreto n.º 8.235, de 5 de maio de 2014. Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal, de que trata o Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2014a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n.º 2, de 06 de maio de 2014. Dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SICAR e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural- CAR. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, 2014b.

BUCHMANN, N.; KAPLAN, J. O. Carbon isotope discrimination of terrestrial ecosystems - how well do observed and modeled result match? In: SCHULZE, E. D.; HEIMANN, M.; HARRISON, S.; HOLLAND, E.; LLOYD, J.; PRENTICE, I. C.; SCHIMMEL, D. (ed.). **Global biogeochemical cycles in the climate system**. San Diego: Academic Press, 2001. p. 253-266.

BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; EISINGER, S. M.; ZACHIA, R. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 581–589, 2004.

BUSTAMANTE, M. M. C.; MARTINELLI, L. A.; SILVA, D. A.; CAMARGO, P. B.; KLINK, C. A. DOMINGUES, T. F.; SANTOS, R. V. ¹⁵N natural abundance in woody plants and soils of central Brazilian savannas (Cerrado). **Ecological Applications**, v. 14, p. 200-213, 2004.

CALDEIRA, M. V. W. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 5, p. 101, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: GALINDO LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, DC: Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, 2003. p. 31-42.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 4, p. 671-681, 1993.

CERRI, C.E.P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; FALLOON, P.; POWLSON, D.S.; BATJES, N.H.; MILNE, E.; CERRI, C.C. Predicted soil organic carbon stocks and changes in the Brazilian Amazon between 2000 and 2030. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 122, p. 58-72, 2007.

CHABI, A., LAUTENBACH, S., TONDOH, J.E. et al. The relevance of using in situ carbon and nitrogen data and satellite images to assess aboveground carbon and nitrogen stocks for supporting national REDD+ programmes in Africa. **Carbon Balance Manage**, v. 14, n. 12, 2019. <https://doi.org/10.1186/s13021-019-0127-7>

CHAVE, J.; NAVARRETE, D.; ALMEIDA, S.; ÁLVAREZ, E.; ARAGÃO, L.E.O.C.; BONAL, D.; CHÂTELET, P.; SILVA-ESPEJO, J.E.; GORET, J.Y.; VON HILDEBRAND, P.; JIMÉNEZ, E.; PATIÑO, S.; PEÑUELA, M.C.; PHILLIPS, O.L.; STEVENSON, P.; MALHI, Y. Regional and seasonal patterns of litterfall in tropical South America. **Biogeosciences**, v. 7, p. 43–55, 2010. doi: 10.5194/bg-7-43-2010

CHAVE, J.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; BÚRQUEZ, A.; CHIDUMAYO, E.; COLGAN, M.S.; DELITTI, W.B.C.; DUQUE, A.L.; EID, T.; FEARNSSIDE, P.M.; GOODMAN, R.C.; HENRY, M.; MARTÍNEZ-YRÍZAR, A.; MUGASHA, W.A.; MULLER-LANDAU, H.C.; MENCUCCINI, M.; NELSON, B.W.; NGOMANDA, A.; NOGUEIRA, E.M.; ORTIZ-MALAVASSI, E.; PÉLISSIER, R.; PLOTON, P.; RYAN, C.M.; SALDARRIAGA, J.G.; VIEILLEDENT, G. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, v. 20, p. 3177–3190, 2015. doi: 10.1111/gcb.12629.

CHAZDON, R.L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Systematics**, v. 6, p. 51–71, 2003.

COHEN, J. Quantitative methods in psychology: a power primer. **Psychological Bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155-159, 1992.

CONDON, L.M.; TURNER, B.L.; CADE-MENUN, B.J. Chemistry and dynamics of soil organic phosphorus. p. 87-121. In: SIMS, J.T.; SHARPLEY, A.N. (eds.). **Phosphorus: agriculture and the environment**. Madison, WI: SSSA, 2005.

CUMMING, G. The new statistics: why and how. **Psychological Science**, v. 25, p. 7-29, 2014.

D'ANGELO, S.A.; ANDRADE, A.C.S.; LAURANCE, S.G.; LAURANCE, W.F.; MESQUITA, R.C.G. Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, p. 243-246, 2004.

DIAS, R. M.; SALVADOR, N. N. B.; BRANCO, M. B. C. Identificação dos níveis de degradação de florestas ripárias com o uso de SIG. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.032>

DINIZ, A.R.; MACHADO, D.L.; PEREIRA, M.G.; BALIEIRO, F. de C.; MENEZES, C.E.G. Biomassa, estoques de carbono e de nutrientes em estádios sucessionais da Floresta Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.443-451, 2015.

EFRON, B.; TIBSHIRANI, R.J. **An introduction to the bootstrap**. Boca Raton: CRC Press, 1994.

EVANS, R.D. Physiological mechanisms influencing plant nitrogen isotope composition. **Trends in Plant Science**, v. 6, p. 121–126, 2001. doi: 10.1016/S1360-1385(01)01889-1

FAHEY, T.; YAVITT, J.; SHERMAN, R.; GROFMAN, P.; FISK, M.; MAERZ, J. Transport of carbon and nitrogen between litter and soil organic matter in a northern hardwood forest. **Ecosystems**, v. 14, n. 2, p. 326-340, 2011.

FARQUHAR, G. D.; BALL, M. C.; VON CAEMMERER, S.; ROKSANDIC, Z. Effect of salinity and humidity on delta 13C values of halophytes-evidence for diffusional isotope fractionation determined by the ratios of intercellular/ atmospheric CO₂ under different environmental conditions. **Oecologia**, v. 52, n. 1, p. 121-137, 1982.

FAVERO, G. E. **Perspectivas de Restauração Florestal em áreas de Preservação Permanente na Floresta Atlântica Pernambucana**. 2017. 91p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

FELFILL, J.M. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio**, v. 117, v. 1–15, 1995.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, p. 11-18, 2003.

FRANKLIN, H. M.; ROBINSON, B. H.; DICKINSON, N. M. Plants for nitrogen management in riparian zones: A proposed trait-based framework to select effective species. **Ecological Management & Restoration**, v. 20, n. 3, p. 202-213, 2019.

GALERA, L. DE A. **Carbon sequestration potencial of the soil in the restoration of riparian forests of the Corumbataí Basin (SP)**. 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

GALLOWAY, J. N.; TOWNSEND, A. R.; ERISMAN, J. W. et al. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. **Science**, v. 320, p. 889–892, 2008.

GAMA-RODRIGUES, A. C., SALES, M. V. S., SILVA, P. S. D., COMERFORD, N. B., CROPPER, W. P., AND GAMA-RODRIGUES, E. F. An exploratory analysis of phosphorus transformations in tropical soils using structural equation modeling, **Biogeochemistry**, v. 118, p. 453–469, 2014.

GATIBONI, L. C. et al. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 691-699, 2007.

GIFT, D. M.; GROFFMAN, P. M.; KAUSHAL, S. S.; MAYER, P. M. Denitrification potential, root biomass, and organic matter in degraded and restored urban riparian zones. **Restoration Ecology**, v. 18, p. 113–120, 2010.

GOMES, J.M.; PEREIRA, M.G.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PEREIRA, G. H. A.; GONDIM, F. R.; SILVA, E M. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, p.383-391, 2010. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i3a552>

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J. Frações de fósforo no solo e sua relação com a absorção pelas plantas de arroz irrigado por alagamento em solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 357-362, 2009.

GRANDE, M. D.; REZENDE, M. O. O.; ROCHA, O. Distribuição de compostos organoclorados nas águas e sedimentos da bacia do rio Piracicaba/SP. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 678-686, 2003.

GREGORY, S.V.; ASHKENAS, L. **Riparian Management Guide**. Portland, Oregon: USDA Forest Service Pacific Northwest Region, 1990. 1214 p.

GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones. Focus on links between land and water. **BioScience**, v.41, p.540-551, 1991.

GROPPO, J.D.; LINS, S.R.M.; CAMARGO, P.B; ASSAD, E.D; PINTO, H.S.; MARTINS, S.C.; SALGADO, P.R; EVANGELISTA, B.; VASCONCELLOS, E.; SANO, E.E.; PAVÃO, E.; LUNA, R.; MARTINELLI, L.A. Changes in soil carbon, nitrogen, and phosphorus due to land-use changes in Brazil. **Biogeosciences**, v. 12, p. 4765–4780, 2015. doi: 10.5194/bg-12-4765-2015

HAGEN, E. M., MCTAMMANY, M. E., WEBSTER, J. R., & BENFIELD, E. F. Shifts in allochthonous input and autochthonous production in streams along an agricultural land-use gradient. **Hydrobiologia**, v. 655, p. 61–77, 2010.

HANDLEY, L. L.; RAVEN, J. A. The uses of natural abundance of nitrogen isotopes in plant physiology and ecology. **Plant Cell and Environment**, v. 15, n. 9, p. 965-985, 1992.

HANSON, G. C.; GROFFMAN, P. M.; GOLD, A. J. Symptoms of nitrogen saturation in a riparian wetland. **Ecological Applications**, v. 4, p. 750-756, 1994.

HAZLETT, P.W.; GORDON, A.M.; SIBLEY, P.K.; BUTTLE, J.M. Stand carbon stocks and soil carbon and nitrogen storage for riparian and upland forests of boreal lakes in northeastern Ontario. **Forest Ecology and Management**, v. 219, p. 56-68, 2005.

HAYCOCK, N. E.; PINAY, G. Groundwater nitrate dynamics in grass and poplar vegetated riparian buffer strips during the winter. **Journal of Environmental Quality**, v. 22, p. 273-278, 1993.

HEFTING, M. M.; CLEMENT, J. C.; BIENKOWSKI, P. et al. The role of vegetation and litter in the nitrogen dynamics of riparian buffer zones in Europe. **Ecological Engineering**, v. 24, p. 465-482, 2005.

HILL, A. R. Nitrate removal in stream riparian zones. **Journal of Environmental Quality**, v. 25, p. 743-755, 1996.

HILL, A. R.; DEVITO, K. J.; VIDON, P. G. Long-term nitrate removal in a stream riparian zone. **Biogeochemistry**, v. 121, p. 425-439, 2014.

HOBBIE, E.A.; MACKO, S.A.; WILLIAMS, M. Correlations between foliar $\delta^{15}\text{N}$ and nitrogen concentrations may indicate plant-mycorrhizal interactions. **Oecologia**, v. 122, p. 273-283, 2000.

HOGBERG, P. ^{15}N natural abundance in soil-plant system. Transley review N° 95. **New Phytologist**, v. 137, n. 2, p. 179-203, 1997.

HOLANDA, F. S. R. et al. Riparian vegetation affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.29, n.2, p.327-336, 2005.

HOULD-GOSSELIN, G.; ROUSSEAU, A. N.; GUMIERE, S. J.; HALLEMA, D. W.; RATTÉ-FORTIN, C.; THÉRIAULT, G.; VAN BOCHOVE, E. Modeling the sediment yield and the impact of vegetated filters using an event-based soil erosion model—a case study of a small Canadian watershed. **Hydrological Process**, v. 30, p. 2835-2850, 2016.

IMANA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. de; CONCEIÇÃO, C. de A. Florística, volume e biomassa lenhosa de um fragmento de Mata Atlântica no município de Santa Maria de Jetibé - Espírito Santo. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 565-576, 2012.

INGWELL, L. L., WRIGHT, S. J., BECKLUND, K. K., HUBBELL, S. P.; SCHNITZER, S. A. The impact of lianas on 10 years of tree growth and mortality on Barro Colorado Island, Panama. **Journal of Ecology**, v. 98, p. 879-887, 2010.

INICIATIVA VERDE. **Sustentabilidade: Adequação e legislação Ambiental no meio Rural**. 2. ed. São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <https://www.iniciativaverde.org.br/biblioteca-nossas-publicacoes.php>. Acessado em: 25 de julho de 2020.

IOANNIDIS, J.P.A. Why most published research findings are false. **PLoS Medicine**, v. 2, e124, 2005.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate change 2022: Mitigation of Climate Change.** (Contribution of Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report (AR6) of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambridge, 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Gargalos da Regulamentação da Produção e Comercialização de Sementes e Mudas Florestais Nativas no Brasil.** Brasília, DF, 2014. (Relatório Técnico).

JACINTHE, P. A.; GROFFMAN, P. M.; GOLD, A. J.; MOSIER, A. Patchiness in microbial nitrogen transformations in groundwater in a riparian forest. **Journal of Environmental Quality**, v. 27, p. 156–164, 1998.

JOHNSON, A. H.; FRIZANO, J.; VANN, D. R. Biogeochemical implications of labile phosphorus in forest soils determined by the Hedley fractionation procedure, **Oecologia**, v. 499, p.135-487, 2003.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILVA, G. F. DA; CALDEIRA, M. V. W.; PIMENTA, L. R.; Toledo, J. V. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, v. 39, n. 1, p. 69-79, 2015.

KOBIYAMA, M. Conceitos de Zona Ripária e seus Aspectos Geobiohidrológicos. In: SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 1., 2003, Alfredo Wagner, SC. **Anais...** p. 1-13.

KOVACIC, D. A. et al. Effectiveness of constructed wetlands in reducing nitrogen and phosphorus export from agricultural tile drainage. **Journal of Environmental Quality**, v. 29, n. 4, p. 1262-1274, 2000.

LAURANCE, S. G. Effects of linear clearings on movements and community composition of Amazonian understory birds. In : SOUTHERN HEMISPHERE ORNITHOLOGY CONGRESS, 2000, Brisbane, Austrália. **Abstract...**

LAURANCE, W. F.. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, p. 411–415, 1998.

LEE, K. H.; ISENHART, T. M.; SCHULTZ, R. C. Sediment and nutrient removal in an established multi-species riparian buffer. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.58, n.1, p.1-8, 2003.

LIMA, J. P. da C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia sul ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LINS, S. R. M. **Nutrients dynamics in tropical forest fragments located in an area of Atlantic Forest of the state of Alagoas.** 2017. 103 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

LONDE, V., DE SOUSA, H. C., KOZOVITS, A. R. Litterfall as an indicator of productivity and recovery of ecological functions in a rehabilitated riparian forest at das velhas river, Southeast Brazil. **Tropical Ecology**, v. 57, p. 355–360, 2016.

LOSS, A., PEREIRA, M. G.; COSTA, E. M.; BEUTLER, S. J.; PICCOLO, M. de C. Soil fertility, humic fractions and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in soil under different land use in Paraná State, Southern Brazil. **IDESIA**, v. 34, n. 1, p. 27-38, 2016.

LOWRANCE, R. R.; TODD, R. L.; ASMUSSEN, L. E. Nutrient cycling in an agricultural watershed: I Phreatic movement. **Journal of Environmental Quality**, v. 13, p. 22–27, 1984.

LOWRANCE, R.; DABNEY, S.; SCHULTZ, R. Improving water and soil quality with conservation buffers. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.57, n.1, p.37-43, 2002.

LÜTTGE, U. **Physiological ecology of tropical plants**. Berlin: Springer, 2007. 458 p.

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; SANTOS, L. L.; MENEZES, C. E.G. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da mata atlântica na bacia do Rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015.

MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 250-261, 2010.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. Amsterdam : Elsevier, 2012.

MARTINELLI, L.A.; LINS, S. R. M.; SANTOS-SILVA, J. C. Fine litterfall in the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 49, n.4, p. 443-451, 2017.

MARTINELLI, L.A.; PICCOLO, M.C.; TOWNSEND, A.R. ; VITOUSEK, P.M. ; CUEVAS, E.; MCDOWELL, W.; ROBERTSON, G.P.; SANTOS, O.C.; TRESEDER, K. Nitrogen stable isotopic composition of leaves and soil: Tropical versus temperate forests. **Biogeochemistry**, v. 46, p. 45–65, 1999. doi: 10.1007/BF01007573

MARTINELLI, L.A.; OMETTO, J.P.H.B.; FERRAZ, E.S.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P.B.; MOREIRA, M.Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 144p.

MARTINS, S. C. **Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo**. 2010. 155 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Florestas Ciliares**. Minas Gerais: Aprenda Fácil Editora, 2014.

MARTINS, W. B. R.; FERREIRA, G. C.; SOUZA, F. P.; DIONÍSIO, L. F. S.; OLIVEIRA, F. de A. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 37-48, 2018.

MAYER, P. M.; REYNOLDS, S. K.; CANFIELD, T. J. **Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: a review of current science and regulations**. Cincinnati, Ohio : USEPA, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, 2005. 40 p. (EPA/600/R-05/118).

MAYER, P. M.; REYNOLDS, S. K.; MCCUTCHEN, M. D.; CANFIELD T. J. Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers. **Journal of Environmental Quality**, v. 36, p. 1172–1180, 2007.

MEIRA NETO, J.A.A.; MARTINS, F.R. Estrutura do sub-bosque herbáceo-arbustivo da mata da silvicultura, uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, p. 459-471, 2003.

MENEZES, C.E.G.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; ANJOS, L.H.C.; PAULA, R.R.; SOUZA, M.E. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 439-452, 2010.

MCCLAIN, M.; BOYER, E.; DENT, L.; GERGEL, S.; GRIMM, N.; et al. Biogeochemical Hot Spots and Hot Moments at the Interface of Terrestrial and Aquatic Ecosystems. **Ecosystems**, v. 6, p. 301–312, 2003.

MEIRA NETO, J.A.A.; MARTINS, F. Estrutura da Mata da Silvicultura, uma floresta Estacional Semidecidual Montana no município de Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 24, p. 151–160, 2000.

MENDONÇA, L. A. R.; FRISCHKORN, H.; SANTIAGO, M. M. F.; CAMARGO, P. B.; LIMA, J. O. G.; MENDES FILHO, J. Identificação de mudanças florestais por ^{13}C e ^{15}N dos solos da Chapada do Araripe/Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 314-319, 2010.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem Base Científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2010.

MICHELSEN, A.; QUARMBY, C.; SLEEP, D.; JONASSON, S. Vascular plant ^{15}N natural abundance in heath and forest tundra ecosystems is closely correlated with presence and type of mycorrhizal fungi in roots. **Oecologia**, v. 115, p. 406–418, 1998. doi: 10.1007/s004420050535

MITCHELL, D. C.; ZHOU, X. B.; PARKIN, T. B.; HELMERS, M. J.; CASTELLANO, M. J. Comparing nitrate sink strength in perennial filter strips at toeslopes of cropland watersheds. **Journal of Environmental Quality**, v. 44, p. 191–199, 2015.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 786-192, 2000.

NADELHOFFER, K. J.; FRY, B. Controls on natural nitrogen-15 and carbon-13 abundances in forest soil organic matter. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, p. 1633-1640, 1988.

NADELHOFFER, K. J.; FRY, B. Nitrogen isotope studies in forest ecosystems. In: LATHJA, K.; MICHENER, R. H. (ed.). **Stable isotopes in ecology and environmental science**. Oxford: Blackwell Scientific, 1994. p. 22-44.

NADELHOFFER, K.; SHAVER, G. ; FRY, B. ; GIBLIN, A. ; JOHNSON, L. ; MCKANE, R. ^{15}N natural abundances and N Use by tundra plants. **Oecologia**, v. 107, p. 386-394, 1996. doi: 10.1007/BF00328456

NAIMAN, R. J. ; H. DÉCAMPS. The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 621–658, 1997.

NARDOTO, G.B.; QUESADA, C.A.; PATIÑO, S.; SAIZ, G.; BAKER, T.R.; SCHWARZ, M.; SCHRODT, F.; FELDPAUSCH, T.R.; DOMINGUES, T.F.; MARIMON, B.S.; MARIMON, J.R. B-H.; VIEIRA, I.C.G.; SILVEIRA, M.; BIRD, M.I.; PHILLIPS, O.L.; LLOYD, J.; MARTINELLI, L.A. Basin-wide variations in Amazon forest nitrogen-cycling characteristics as inferred from plant and soil ^{15}N : ^{14}N measurements. **Plant Ecology and Diversity**, v. 7, n. 1-2, p. 173-187, 2014. doi: 10.1080/17550874.2013.807524

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. **Ecological Applications**, v. 14, p. 127-138, 2004. Suppl.

NOGUEIRA, E. M.; NELSON, B. W.; FEARNSTIDE, P. M.; FRANÇA, M. B.; OLIVEIRA, A. C. A. Tree height in Brazil's "arc of deforestation": shorter trees in south and southwest Amazonia imply lower biomass. **Forest Ecology and Management**, v.255, n.7, p.2963-2972, 2008.

NORDSTROM, K. F.; HOTTA, S. Wind erosion from cropland in the USA: a review of problems, solutions and prospects. **Geoderma**, v.121, n.1, p.157-167, 2004.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Phosphorus in Soil and Plants in Tropical Conditions**. Viçosa, MG: UFV, 1999.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V.V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B., NEVES, J.C.L. (eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Riparian Areas: Functions and Strategies for Management**. Washington, DC: The National Academies Press, 2002. 444 p.

NUMATA, I., CHADWICK, O. A., ROBERTS, D. A., SCHIMEL, J. P., SAMPAIO, F. F., LEONIDAS, F. C., 5 AND SOARES, J. V. Temporal nutrient variation in soil and vegetation of post-forest pastures as a function of soil order, pasture age, and management, Rondonia, Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 118, p. 159–172, 2007.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, 97–102, 2007.

OBERSON, A., FRIESEN, D. K., RAO, I. M., BÜHLER, S., AND FROSSARD, E.: Phosphorus transformations in an oxisol under contrasting land-use systems: the role of the soil microbial biomass, **Plant and Soil**, v. 237, p. 197–210, 2001.

OSTERTAG, R. ; MARIN-SPIOTTA, E. ; SILVER, W.L. ; SCHULTEN, J. Litterfall and decomposition in relation to soil carbon pools along a secondary forest chronosequence in Puerto Rico. **Ecosystems**, v. 11, p. 701–714, 2008. doi: 10.1007/s10021-008-9152-1

PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. C; CAMARGO, P. B. **Composição isotópica de carbono e nitrogênio em solos e plantas de uma Mata de Galeria**: efeito do gradiente topográfico. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 24 p. (Boletim de Pesquisa da v. 127).

PAVINATO, P. S.; ROCHA, G. C.; CHERUBIN, M. R.; HARRIS, I., JONES, D. L.; WITHERS, P. J. A. Map of total phosphorus content in native soils of Brazil. **Scientia Agricola**, v.78, n.6, e20200077, 2021.

PAUDEL, E. ; DOSSA, G.G. ; XU, J. ; HARRISON, R.D. Litterfall and nutrient return along a disturbance gradient in a tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 353, p. 97-106, 2015.

PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, L.F.T. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na Ilha da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, v. 19, p. 139-148, 2009.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R. DA; NOVAIS, R. F. DE; BARROS, N. F. DE; FONSECA, S.; DAMBROZ, C. S. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações da matéria orgânica em Argissolo sob eucalipto e pastagem. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 2, p. 261-273, 2011.

PEREIRA, A. L. Isótopos estáveis em estudos ecológicos: métodos, aplicações e perspectivas. **Revista Biociência**, v. 13, n. 1-2, p. 16–27, 2007.

PETERJOHN, W. T.; CORRELL, D. L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of the riparian forest. **Ecology**, v. 65, p. 1466–1475, 1984.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; CERRI, C. C. Natural abundance of ^{15}N in soils along forest-to-pasture chronosequences in the western Brazilian Amazon. **Oecologia**, v. 99, n. 1/2, p. 112–117, 1994.

PICCOLO, M. C.; NEILL, C.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C.; STEUDLER, P. A. ^{15}N Natural abundance in forest and pasture soils of the Brazilian Amazon Basin. **Plant and Soil**, v. 182, p. 249–258, 1996.

PIMENTA, J.A.; ROSSI, L.B.; TOREZAN, J.M.D.; CAVALHEIRO, A.L.; BIANCHINI, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 25, p. 53–57, 2011.

PINAY, G; DECAMPS, H. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water: a conceptual model. **Regulated Rivers: Research & Management**, v. 2, n. 4, p. 507–516, 1988.

PINAY, G.; ROQUES, L.; FABRE, A. Spatial and temporal patterns of denitrification in a riparian forest. *Journal of Applied Ecology*, v. 30, p. 581–591, 1993.

PINTO, S.I.C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional na reserva mata do paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 32, p. 545–556, 2008.

PIRES-O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN, C.M. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**. Belém, PA: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Serviço de informação e documentação, 1995.

PRIMAK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 2001. 327 p.

PREGITZER, K.S.; ZAK, D.R.; TALHELM, A.F.; BURTON, A.J.; EIKENBERRY, J.R. Nitrogen turnover in the leaf litter and fine roots of sugar maple. **Ecology**, v. 91, p. 3456–3462, 2010.

PROJETO CORUMBATAÍ. **Conservação dos recursos hídricos e da cobertura florestal na Bacia do Rio Corumbataí**. Piracicaba: IPEF, 2001. 118 p. (Relatório do Projeto).

PUCKETT, L. J.; COWDERY, T. K. Transport and fate of nitrate in a glacial outwash aquifer in relation to ground water age, land use practices, and redox processes. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, 782–796, 2002.

RANALLI, A.J.; MACALADY, D. L. The importance of the riparian zone and in-stream process in nitrate attenuation in undisturbed and agricultural watersheds: a review of the scientific literature. **Journal of Hydrology**, v. 389, p. 406–415, 2010.

RANNO, S. K.; SILVA, L. S.; MALLMANN, F. J. K. Fracionamento do fósforo inorgânico em solos de várzeas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrocências**, v. 13, p. 47–54, 2007.

REDEL, Y. D.; RUBIO, R.; BORIE, F. Phosphorus fractions and phosphatase activity in an Andisol under different forest ecosystems. **Geoderma**, v. 145, p. 216–221, 2008.

REZENDE, C.L.; SCARANO, F.R.; ASSAD, E.D.; JOLY, C.A.; METZGER, J.P.; STRASSBURG, B.B.N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G.A.; MITTERMEIER, R.A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 16, 208–214, 2018.

RHEINHARDT, R.; BRINSON, M.; MEYER, G.; MILLER, K. Integrating forest biomass and distance from channel to develop an indicator of riparian condition. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 46-55, 2012.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. 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.

RODRIGUES, R. A. R.; DE MELLO, W. Z.; DA CONCEIÇÃO, M. C. G.; DE SOUZA, P. A.; SILVA, J. J. N. Dinâmica do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas e Florestais Tropicais e seu Impacto na Mudança do Clima. **Revista Virtual de Química**, v. 9, art. 1868, 2017.

RODRIGUES, R. R. **A vegetação de Piracicaba e municípios de entorno**. Piracicaba, SP: IPEF, 1999. 18 p. (Circular Técnica, 189).

ROMAGNOLO, M. B; SOUZA, M. C. De. Análise Florística e Estrutural de Florestas Ripárias do Alto Rio Paraná, Taquaruçu, MS. **Acta Botânica Brasílica**, v. 14, n. 2, p. 163-174, 2000.

SABATER, S.; BUTTURINI, A.; CLEMENT, J. C. et al. Nitrogen removal by riparian buffers along a European climatic gradient: patterns and factors of variation. **Ecosystems**, v. 6, p. 20-30, 2003.

SANCHES, P. A.; SALINAS, J. G. Low input technology for managing oxisol and utisols in tropical America. **Advances in Agronomy**, v. 34, p. 229–406, 1981.

SANCHEZ, P. A., COUTO, W., BUOL, S. W.: The fertility capability soil classification system: interpretation, applicability and modification, **Geoderma**, 27, 283–309, 1982.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; PINTO JÚNIOR, O. B.; NOGUEIRA, J. S.; VOURLITIS, G. L.; BIUDES, M. S.; SILVA, C. J.; BAMBI, P.; LOBO, F. A. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, n. 4, p. 1-9, 2008.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. **Brazilian Soil Classification System**. 5. ed., Brasília, DF : Embrapa, 2018.

SCHADE, J. D.; FISHER, S. G.; GRIMM, N. B.; SEDDON, J. A. The influence of a riparian shrub on nitrogen cycling in a Sonoran Desert stream. **Ecology**, v. 82, p. 3363–3376, 2001.

SCHUMACHER, M. V. et al. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 791-798, 2003.

SHEN, J.; YUAN, L.; ZHANG, J.; LI, H.; BAI, Z.; CHEN, X.; ZHANG, W.; ZHANG, F. Phosphorus dynamics: from soil to plant. **Plant Physiology**, v. 156, p. 997-1005, 2011.

SILVA, A. P. M. et al. Desafios da Cadeia de Restauração Florestal para a Implementação da Lei n.º 12.651/2012 no Brasil. In: IPEA. **Brasil em desenvolvimento 2014: estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília, DF, 2014. p. 85-102.

SIMMONS, R. C.; GOLD, A. J.; GROFFMAN, P. M. Nitrate dynamics in riparian forests: groundwater studies **Journal of Environmental Quality**, v. 21, p. 659–665, 1992.

SMITH, B. N.; EPSTEIN S. Two categories of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios for higher plants. **Plant Physiology**, v. 47, p. 380-384, 1971.

SOARES-FILHO, B. S. **Impacto da revisão do código florestal: como viabilizar o grande desafio adiante?** Brasília, DF: Secretaria de Assuntos Estratégicos – SAE, 2013.

SOLOMON, D. et al. Phosphorus forms and dynamics as influenced by land use changes in the sub-humid Ethiopian highlands, **Geoderma**, v. 105, p. 21–48, 2002.

SOUZA, M. C.; CISLINSKI, J.; ROMAGNOLO, M. B. Levantamento florístico. In: VAZZOLER, A. E. A. DE M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá, PR: Editora da UEM, 1997. p. 345-370.

SPRENT, J.I. ; GEOGHEGAN, I.E. ; WHITTY, P.W. ; JAMES, E.K. Natural abundance of ^{15}N and ^{13}C in nodulated legumes and other plants in the cerrado and neighbouring regions of Brazil. **Oecologia**, v. 105, p. 440–446, 1996. doi: 10.1007/bf00330006

TEHLE, S.; DABROWSKI, J. M.; BANGERT, U.; SCHULZ, R. Erosion rills offset the efficacy of vegetated buffer strips to mitigate pesticide exposure in surface waters. **The Science of the Total Environment**, v. 545–546, p. 171–183, 2016.

STONE, K. C. et al. Stream nitrogen changes in an eastern Coastal Plain watershed. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.59, n.2, p.66-72, 2004.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. 372 p.

SZPAK, P. Complexities of nitrogen isotope biogeochemistry in plant-soil systems: implications for the study of ancient agricultural and animal management practices. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, p. 1-19, 2014.

TANIWAKI, R.H.; CASSIANO, C. C.; FILOSO, S.; FERRAZ, S. F. B.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L. A. Impacts of converting low-intensity pastureland to high-intensity bioenergy cropland on the water quality of tropical streams in Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 584–585, p. 339–347, 2017.

THOMAZINI, L.I. Mycorrhiza in plants of the “Cerrado”. **Plant and Soil**, v. 41, p. 707–711, 1974.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67, 2010.

TURNER, B.L.; PAPHAZY, M.J.; HAYGARTH, P.M.; MCKELVIE, I.D. Inositol phosphates in the environment. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 357, p. 449-469, 2002.

UEHARA, G. ; GILLMAN, G. P. **The Mineralogy, Chemistry, and Physics of Tropical Soils with Variable Charge Clays**. Boulder, CO : Westview Press, 1981.

URQUIZA-HAAS, T., DOLMAN, P.M., PERES, C. A. Regional scale variation in forest structure and biomass in the Yucatan Peninsula, Mexico: Effects of forest disturbance. **Forest Ecology and Management**, v.247, n.1-3, p.80-90, 2007.

VALENTE, R. O. A. **Análise da estrutura da paisagem na bacia do rio Corumbataí, SP**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. **Mapeamento de uso e cobertura do solo da Bacia do rio Corumbataí, SP**. Piracicaba, SP: IPEF, 2003. 9 p. (Circular Técnica, 196).

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Avaliação da estrutura florestal da bacia hidrográfica do rio Corumbataí, SP. **Scientia Florestalis**, v. 68, p. 45-57, 2005.

VERSINI, A.; ZELLER, B.; DERRIEN, D.; MAZOUIMBOU, J.-C.; MARESCHAL, L.; SAINT-ANDRÉ, L.; RANGER, J.; LACLAU, J-P. The role of harvest residues to sustain tree growth and soil nitrogen stocks in a tropical Eucalyptus plantation. **Plant and Soil**, v. 376, p. 245-260, 2014.

VINCENT, A. G.; TURNER, B. L.; TANNER, E. V. J. Soil organic phosphorus dynamics following perturbation of litter cycling in a tropical moist Forest. **European Journal of Soil Science**, v. 61, p. 48–57, 2010.

WANTZEN, K.M.; YULE, C.M.; TOCKNER, K.; JUNK, W.J. Riparian wetlands of tropical streams. In: DUDGEON, D. (Ed.), **Tropical Ecology Stream**. Amsterdam : Elsevier, 2008. p. 199–217.

WANTZEN, K.M. ; JUNK, W.J. The importance of stream-wetland-systems for biodiversity: a tropical perspective. In: Gopal, B., Junk, W.J., Davis, J.A. (Eds.), **Biodiversity of Wetlands: Assessment, Function and Conservation**. Kerkwerve, The Netherlands: Backhuys Publishers, 2000. p. 311–334.

XAVIER, G.P.S. Mudanças no estoque de carbono da biomassa lenhosa de florestas de várzea baixa da Amazônia central ao longo de um gradiente sucessional. Manaus, AM: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, 2009. 61 p.

XIAO, R.; MAN, X.; DUAN, B. Carbon and Nitrogen Stocks in Three Types of *Larix gmelinii* Forests in Daxing'an Mountains, Northeast China. **Forests**, v. 11, art. 305, 2020. <https://doi.org/10.3390/f11030305>

ZAKIA, M. J. B.; FERRAZ, F. F. B.; RIGHETTO, A. M.; LIMA, W. P. Delimitação da Zona Ripária em uma microbacia. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M.J.B. (orgs.). **As florestas plantadas e a água**. São Carlos: RiMa, p. 89-106, 2006.

ZANNE, A.E. ; LOPEZ-GONZALEZ, G. ; COOMES, D.A. ; ILIC, J. ; JANSEN, S. ; LEWIS, S.L. ; MILLER, R.B. ; SWENSON, N.G. ; WIEMANN, M.C. ; CHAVE, J. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>. 2009.

ZHANG, X.; LIU, X.; ZHANG, M.; DAHLGREN, R.A.; EITZEL, M. A review of vegetated buffers and a meta-analysis of their mitigation efficacy in reducing nonpoint source pollution. **Journal of Environmental Quality**, v. 39, p. 76–84, 2010.

APÊNDICES

Apêndice A - Teor médio de C no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60 (g kg ⁻¹)	P72	P120	P175
0-10	7,18 ± 1.6	15,10 ± 6.6	13,32 ± 1.9	13,43 ± 1.4	23,34 ± 2.9	22,44 ± 1.2	10,78 ± 3.5
10-20	4,48 ± 1.1	12,11 ± 4.2	9,43 ± 1.5	9,32 ± 1.3	12,73 ± 0.4	17,59 ± 2.3	7,78 ± 1.6
20-30	3,53 ± 0.4	8,71 ± 2.8	8,70 ± 2.4	7,13 ± 0.8	7,29 ± 1.0	12,74 ± 2.5	5,98 ± 1.0

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice B - Teor médio de N no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60 (g kg ⁻¹)	P72	P120	P175
0-10	0,66 ± 0.1	1,32 ± 0.6	1,18 ± 0.2	1,06 ± 0.1	2,19 ± 0.2	1,62 ± 0.2	0,92 ± 0.3
10-20	0,46 ± 0.1	1,11 ± 0.3	0,89 ± 0.1	0,78 ± 0.1	1,28 ± 0.02	1,30 ± 0.2	0,71 ± 0.1
20-30	0,38 ± 0.04	0,79 ± 0.2	0,83 ± 0.2	0,61 ± 0.1	0,74 ± 0.1	1,01 ± 0.2	0,56 ± 0.1

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice C - Teor médio de P no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60 (g kg ⁻¹)	P72	P120	P175
0-10	0.005 ± 0.0003	0.009 ± 0.0014	0.007 ± 0.0003	0.005 ± 0.0003	0.013 ± 0.0008	0.006 ± 0.0005	0.005 ± 0.0006

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice D - Relação C/N e C/P do solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60 C/N	P72	P120	P175
0-10	10,8 ± 0.6	11,6 ± 1.2	11,3 ± 0.6	12,7 ± 0.6	10,6 ± 0.6	13,9 ± 0.7	11,6 ± 1.0
10-20	9,6 ± 0.6	10,9 ± 1.0	10,6 ± 0.5	12,0 ± 0.2	10,0 ± 0.3	13,5 ± 0.8	11,0 ± 0.5
20-30	9,3 ± 0.4	11,0 ± 0.8	10,4 ± 0.3	11,6 ± 0.4	9,8 ± 0.3	12,7 ± 0.6	10,6 ± 0.1
	C/P						
0-10	1581 ± 0.0003	1778 ± 0.0014	1835 ± 0.0003	3025 ± 0.0003	1783 ± 0.0008	3656 ± 0.0005	2271 ± 0.0006

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice E - Estoque de C no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60	P72	P120	P175
	(Mg ha⁻¹)						
0-10	11,13 ± 1,26	21,74 ± 4,8	16,18 ± 1,20	16,65 ± 0,91	29,25 ± 1,81	27,73 ± 0,77	14,25 ± 2,36
10-20	7,01 ± 0,90	17,43 ± 3,04	13,51 ± 1,11	12,51 ± 0,89	17,48 ± 0,29	21,78 ± 1,45	10,43 ± 1,12
20-30	5,18 ± 0,33	12,03 ± 1,92	12,34 ± 1,69	9,65 ± 0,54	10,54 ± 0,74	15,79 ± 1,58	8,35 ± 0,70
0-30	23,32 ± 2,27	51,20 ± 9,32	42,03 ± 3,86	38,81 ± 0,87	57,27 ± 2,01	65,30 ± 3,14	33,03 ± 3,22

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice F - Estoque de N e P no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP

Camada (cm)	P10	P25	P51	P60	P72	P120	P175
	N (Mg ha⁻¹)						
0-10	1,03 ± 0,10	1,90 ± 0,42	1,43 ± 0,09	1,31 ± 0,05	2,75 ± 0,14	2,00 ± 0,10	1,21 ± 0,17
10-20	0,72 ± 0,07	1,59 ± 0,23	1,27 ± 0,10	1,04 ± 0,07	1,75 ± 0,02	1,62 ± 0,12	0,94 ± 0,10
20-30	0,55 ± 0,03	1,08 ± 0,13	1,18 ± 0,15	0,83 ± 0,04	1,08 ± 0,07	1,25 ± 0,14	0,79 ± 0,06
0-30	2,31 ± 0,18	4,58 ± 0,74	3,88 ± 0,33	3,19 ± 0,04	5,58 ± 0,11	4,86 ± 0,33	2,95 ± 0,23
	P (kg ha⁻¹)						
0-10	7,0 ± 0,45	12,2 ± 2,1	9,0 ± 0,30	6,0 ± 0,36	17,0 ± 0,94	8,0 ± 0,59	6,3 ± 0,83

Média ± erro padrão da média entre as diferentes florestas ripárias avaliadas dentro de uma mesma camada de solo. P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice G – $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no solo em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP

Camada (cm)	P10	P25	P72	P51	P120	P60	P175
$\delta^{13}\text{C}$							
0-10	-17.9 ± 1.2	-25.0 ± 1.4	-26.4 ± 0.2	-25.7 ± 0.4	-27.0 ± 0.3	-26.8 ± 0.1	-27.1 ± 0.5
10-20	-18.2 ± 1.1	-25.1 ± 1.3	-25.3 ± 0.5	-24.8 ± 0.7	-26.6 ± 0.4	-26.1 ± 0.4	-26.4 ± 0.4
20-30	-18.9 ± 1.4	-23.5 ± 1.6	-25.4 ± 0.4	-24.4 ± 0.4	-26.1 ± 0.3	-25.2 ± 0.4	-25.6 ± 0.2
$\delta^{15}\text{N}$							
0-10	4.3 ± 0.7	4.5 ± 0.8	4.1 ± 0.8	5.0 ± 0.2	3.3 ± 0.9	3.0 ± 0.2	4.0 ± 0.4
10-20	6.6 ± 0.9	5.5 ± 0.8	5.4 ± 0.5	6.0 ± 0.3	4.4 ± 0.9	4.2 ± 0.1	5.3 ± 0.4
20-30	7.2 ± 0.6	6.0 ± 0.6	5.8 ± 0.2	6.7 ± 0.3	5.6 ± 1.3	5.6 ± 0.3	6.3 ± 0.3

Apêndice H – Produção de serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna – SP

Pontos	Folhas	Galhos	Flores e Frutos	Miscelânea	Serapilheira Total
	(Mg ha ⁻¹)				
P10 (n=12)	7,1 ± 0,07	2.1 ± 0,03	0.9 ± 0,01	0.9 ± 0,01	10,9 ± 0,12
P25 (n=12)	7,9 ± 0,10	3.0 ± 0,03	0.7 ± 0,01	1.2 ± 0,01	12,8 ± 0,15
P72 (n=12)	7,3 ± 0,10	1.5 ± 0,02	1.5 ± 0,02	0.8 ± 0,01	11,2 ± 0,14
P51 (n=12)	8,7 ± 0,13	3.5 ± 0,07	1.2 ± 0,02	0.8 ± 0,01	14,1 ± 0,23
P120 (n=12)	6,0 ± 0,11	2.2 ± 0,04	0.7 ± 0,02	0.5 ± 0,01	9,50 ± 0,17
P60 (n=12)	6,1 ± 0,07	1.2 ± 0,01	1.2 ± 0,02	0.7 ± 0,01	9,20 ± 0,11
P175 (n=12)	7,4 ± 0,08	2.0 ± 0,03	1.3 ± 0,03	0.7 ± 0,01	11,5 ± 0,14

Médias (n= 12). P10: 10 metros; P25: 25 metros; P72: 72 metros; P51: 51 metros; P120: 120 metros; P60: 60 metros; P175: 175 metros

Apêndice I – Produção de serapilheira no período seco e chuvoso em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Pontos	Produção de Serapilheira (Mg ha ⁻¹)	
	Período Seco	Período Chuvoso
P10 (n=12)	6,1	4,8
P25 (n=12)	8,2	4,6
P51 (n=12)	10,3	3,9
P60 (n=12)	5,5	3,7
P72 (n=12)	7,2	4,0
P120 (n=12)	7,0	2,5
P175 (n=12)	7,2	4,3

Médias (n=12). P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice J - Teor médio de C, N e P e relação C/N e C/P na serapilheira total em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Pontos	C	N	P	C/N	C/P
	(g kg⁻¹)				
P10 (n=12)	462,7 ± 4,4	23,4 ± 0,5	1,24 ± 0,04	22,2 ± 0,3	449,8 ± 12,5
P25 (n=12)	464,5 ± 1,3	21,6 ± 0,5	0,92 ± 0,03	23,5 ± 0,6	587,6 ± 18,3
P51 (n=12)	437,8 ± 1,7	22,5 ± 0,5	1,20 ± 0,04	21,5 ± 0,3	421,3 10,7
P60 (n=12)	469,8 ± 2,0	19,0 ± 0,4	0,78 ± 0,02	27,2 ± 0,5	725,5 ± 22,8
P72 (n=12)	442,5 ± 4,8	21,5 ± 0,5	0,92 ± 0,02	22,9 ± 0,8	547,8 ± 13,1
P120 (n=12)	451,1 ± 1,4	13,7 ± 0,4	0,67 ± 0,03	37,2 ± 1,3	743,1 ± 31,5
P175 (n=12)	448,0 ± 5,0	18,8 ± 0,6	0,86 ± 0,04	26,5 ± 0,9	635,0 16,8

P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice K - Estoque de Carbono, Nitrogênio e Fósforo na serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Carbono (Mg ha ⁻¹)					
Pontos	Folhas	Galhos	Flores e Frutos	Miscelânea	Total
P10	3.27 ± 0.03	0.98 ± 0.02	0.40 ± 0.01	0.40 ± 0.003	5.04 ± 0.04
P25	3.67 ± 0.05	1.42 ± 0.02	0.33 ± 0.004	0.57 ± 0.004	5.99 ± 0.06
P72	3.28 ± 0.05	0.67 ± 0.06	0.68 ± 0.01	0.37 ± 0.003	5.00 ± 0.05
P51	3.82 ± 0.06	1.50 ± 0.03	0.54 ± 0.01	0.33 ± 0.003	6.19 ± 0.09
P120	2.72 ± 0.03	0.99 ± 0.02	0.31 ± 0.01	0.25 ± 0.003	4.26 ± 0.06
P60	2.95 ± 0.04	0.56 ± 0.01	0.56 ± 0.01	0.33 ± 0.006	4.40 ± 0.05
P175	3.41 ± 0.04	0.91 ± 0.01	0.62 ± 0.01	0.30 ± 0.004	5.25 ± 0.06
Nitrogênio (Mg ha ⁻¹)					
	Folhas	Galhos	Flores e Frutos	Miscelânea	Total
P10	0.15 ± 0.001	0.04 ± 0.001	0.02 ± 0.0003	0.03 ± 0.0003	0.24 ± 0.002
P25	0.18 ± 0.002	0.06 ± 0.001	0.01 ± 0.0002	0.03 ± 0.0002	0.28 ± 0.003
P72	0.14 ± 0.002	0.02 ± 0.0002	0.02 ± 0.0003	0.02 ± 0.0002	0.21 ± 0.002
P51	0.17 ± 0.002	0.05 ± 0.001	0.03 ± 0.0006	0.02 ± 0.0002	0.27 ± 0.004
P120	0.07 ± 0.001	0.02 ± 0.0005	0.01 ± 0.0002	0.01 ± 0.0001	0.12 ± 0.002
P60	0.09 ± 0.001	0.02 ± 0.0002	0.03 ± 0.0005	0.02 ± 0.0003	0.16 ± 0.002
P175	0.12 ± 0.001	0.03 ± 0.0004	0.03 ± 0.0008	0.02 ± 0.0003	0.19 ± 0.002
Fósforo (kg ha ⁻¹)					
	Folhas	Galhos	Flores e Frutos	Miscelânea	Total
P10	5.6 ± 0.04	1.5 ± 0.2	1.6 ± 0.03	1.4 ± 0.2	10.1 ± 0.05
P25	5.6 ± 0.08	1.6 ± 0.2	1.0 ± 0.1	1.3 ± 0.008	9.4 ± 0.09
P72	4.9 ± 0.06	0.8 ± 0.008	2.0 ± 0.03	1.0 ± 0.008	8.7 ± 0.08
P51	7.3 ± 0.1	2.4 ± 0.4	2.0 ± 0.04	1.2 ± 0.05	12.8 ± 0.2
P120	3.1 ± 0.04	1.0 ± 0.2	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.008	5.0 ± 0.06
P60	3.1 ± 0.04	0.6 ± 0.007	1.3 ± 0.2	0.7 ± 0.1	5.7 ± 0.07
P175	4.1 ± 0.04	1.0 ± 0.01	1.8 ± 0.2	0.8 ± 0.1	7.7 ± 0.09

Apêndice L - $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da serapilheira em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Pontos	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
	‰	
P10 (n=12)	-28,6 ± 0,15	1,20 ± 0,08
P25 (n=12)	-29,0 ± 0,07	1,13 ± 0,05
P51 (n=12)	-28,6 ± 0,09	1,87 ± 0,05
P60 (n=12)	-28,7 ± 0,08	-0,66 ± 0,08
P72 (n=12)	-28,9 ± 0,19	0,22 ± 0,09
P120 (n=12)	-28,6 ± 0,15	-1,06 ± 0,08
P175 (n=12)	-29,0 ± 0,14	-0,23 ± 0,07

Médias (n=12 ± erro padrão). P10: 10 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice M - Biomassa acima do solo por classe de diâmetro em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP

Biomassa Acima do Solo							
(Mg.ha⁻¹)							
Pontos	0 - 10 cm	10 - 20 cm	20 - 30 cm	30 - 40 cm	40 - 50 m	> 55 cm	Total
P10	1.8	5.9	2.5	0.0	0.0	13.6	24
P15	3.7	13.0	8.6	9.4	9.6	17.2	62
P20	8.7	40.9	6.9	7.5	12.5	0.0	77
P23	6.8	25.0	34.5	3.6	0.0	0.0	70
P25	4.0	20.1	7.8	0.0	0.0	0.0	32
P51	1.7	14.5	15.5	16.3	0.0	0.0	48
P60	4.6	35.4	12.5	12.5	5.3	27.8	98
P72	5.0	18.0	20.2	20.4	0.0	0.0	64
P120	11.9	26.1	10.3	0.0	0.0	0.0	48
P175	7.8	22.1	24.5	14.0	0.0	8.1	76

P10: 10 metros; P15: 15 metros; P20: 20 metros; P23: 23 metros; P25: 25 metros; P51: 51 metros; P60: 60 metros; P72: 72 metros; P120: 120 metros; P175: 175 metros

Apêndice N - Tabela das diferenças entre as estimativas para os teores de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

		Tamanho do Efeito					
Local	Profundidade	Teor de Carbono			Teor de Nitrogênio		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	7.92	1.34	13.20	0.656	0.0313	1.06
P25-P10	10-20 cm	7.62	4.53	12.00	0.645	0.35	0.913
P25-P10	20-30 cm	5.19	3.60	8.29	0.408	0.299	0.622
P72-P10	0-10 cm	6.25	4.51	8.19	0.515	0.35	0.686
P72-P10	10-20 cm	4.83	3.11	6.14	0.424	0.296	0.584
P72-P10	20-30 cm	3.60	2.72	4.29	0.452	0.212	0.596
P51-P10	0-10 cm	15.30	13.60	17.10	0.394	0.276	0.527
P51-P10	10-20 cm	13.10	10.70	15.10	0.316	0.196	0.429
P51-P10	20-30 cm	9.22	7.05	11.40	0.235	0.178	0.302
P120-P10	0-10 cm	6.14	3.91	8.23	1.53	1.3	1.74
P120-P10	10-20 cm	4.95	3.37	6.54	0.816	0.746	0.907
P120-P10	20-30 cm	5.17	2.44	6.68	0.367	0.269	0.44
P60-P10	0-10 cm	16.20	12.60	18.50	0.956	0.802	1.15
P60-P10	10-20 cm	8.25	7.16	9.22	0.843	0.641	1
P60-P10	20-30 cm	3.77	2.64	4.58	0.628	0.442	0.847
P175-P10	0-10 cm	3.60	-0.304	6.50	0.254	-0.0475	0.456
P175-P10	10-20 cm	3.30	1.86	5.37	0.244	0.124	0.423
P175-P10	20-30 cm	2.46	1.52	3.35	0.187	0.105	0.27

Apêndice O - Tabela das diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito							
Local	Profundidade	Estoque de Carbono			Estoque de Nitrogênio		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	10.60	1.15	18.20	0.872	-0.029	1.45
P25-P10	10-20 cm	10.40	5.87	16.70	0.871	0.444	1.26
P25-P10	20-30 cm	6.84	4.63	11.20	0.529	0.377	0.827
P25-P10	0 - 30 cm	27.90	13.40	46.00	2.27	0.892	3.5
P72-P10	0-10 cm	18.10	13.50	21.30	1.72	1.42	2
P72-P10	10-20 cm	10.50	8.79	12.00	1.03	0.924	1.17
P72-P10	20-30 cm	5.36	3.73	6.53	0.521	0.378	0.628
P72-P10	0 - 30 cm	33.90	28.80	39.00	3.27	2.96	3.69
P51-P10	0-10 cm	5.06	2.14	7.95	0.403	0.184	0.641
P51-P10	10-20 cm	6.50	4.14	8.89	0.547	0.356	0.786
P51-P10	20-30 cm	7.16	3.24	9.30	0.622	0.281	0.828
P51-P10	0 - 30 cm	18.70	10.40	25.50	1.57	0.931	2.19
P120-P10	0-10 cm	16.60	14.30	19.20	0.973	0.765	1.23
P120-P10	10-20 cm	14.80	11.60	17.40	0.893	0.635	1.1
P120-P10	20-30 cm	10.60	7.89	13.40	0.691	0.461	0.969
P120-P10	0 - 30 cm	42.00	34.00	47.40	5.56	1.91	3.2
P60-P10	0-10 cm	5.52	3.10	8.32	0.283	0.116	0.484
P60-P10	10-20 cm	5.50	3.08	7.43	0.322	0.156	0.487
P60-P10	20-30 cm	4.47	3.25	5.43	0.275	0.197	0.37
P60-P10	0 - 30 cm	15.50	11.90	20.10	0.881	0.641	1.27
P175-P10	0-10 cm	3.13	-1.82	7.22	0.185	-0.224	0.466
P175-P10	10-20 cm	3.41	1.33	6.23	0.223	0.0509	0.476
P175-P10	20-30 cm	3.17	1.85	4.43	0.233	0.117	0.348
P175-P10	0 - 30 cm	9.71	3.81	17.50	0.641	0.175	1.19

Apêndice P - Tabela das diferenças entre as estimativas para o $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no Solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

		Tamanho do Efeito					
Local	Profundidade	Fator de efeito	$\delta^{13}\text{C}$ Solo		Fator de efeito	$\delta^{15}\text{N}$ Solo	
			-95% IC	+95% IC		-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	-7.12	-8.52	-5.37	0.2	-0.6	1.15
P25-P10	10-20 cm	-6.9	-8.18	-5.23	-1.12	-2.2	-0.175
P25-P10	20-30 cm	-4.55	-6.5	-2.88	-1.22	-1.67	-0.525
P72-P10	0-10 cm	-7.8	-8.68	-6.48	0.7	0.2	1.4
P72-P10	10-20 cm	-6.55	-7.67	-5.55	-0.575	-1.38	0.15
P72-P10	20-30 cm	-5.47	-6.42	-3.9	-0.6	-1.1	0.125
P51-P10	0-10 cm	-8.85	-9.6	-7.57	-1.3	-1.83	-0.6
P51-P10	10-20 cm	-7.9	-8.86	-7	-2.4	-3.2	-1.7
P51-P10	20-30 cm	-6.27	-7.25	-4.68	-1.65	-2.12	-0.957
P120-P10	0-10 cm	-8.52	-9.27	-7.2	-0.225	-1.18	0.575
P120-P10	10-20 cm	-7.1	-8.05	-6.1	-1.2	-2.12	-0.4
P120-P10	20-30 cm	-6.45	-7.4	-4.88	-1.42	-1.83	-0.957
P60-P10	0-10 cm	-9.1	-9.87	-7.77	-1.02	-2.03	-0.15
P60-P10	10-20 cm	-8.35	-9.27	-7.4	-2.22	-3.3	-1.25
P60-P10	20-30 cm	-7.15	-8.07	-5.6	-1.7	-3.25	-0.75
P175-P10	0-10 cm	-9.22	-10.1	-7.85	-0.3	-0.925	0.425
P175-P10	10-20 cm	-8.18	-9.1	-7.28	-1.27	-2.18	-0.475
P175-P10	20-30 cm	-6.68	-7.6	-5.13	-0.975	-1.4	-0.25

Apêndice Q - Tabela das diferenças entre as estimativas para a relação C/N e C/P no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito							
Local	Profundidade	Relação C/N Solo			Relação C/P Solo		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	0.2	-0.6	1.15	197	-342	782
P25-P10	10-20 cm	-1.12	-2.2	-0.175	-	-	-
P25-P10	20-30 cm	-1.22	-1.67	-0.525	-	-	-
P72-P10	0-10 cm	0.7	0.2	1.4	255	24.4	517
P72-P10	10-20 cm	-0.575	-1.38	0.15	-	-	-
P72-P10	20-30 cm	-0.6	-1.1	0.125	-	-	-
P51-P10	0-10 cm	-1.3	-1.83	-0.6	1440	1070.00	2100
P51-P10	10-20 cm	-2.4	-3.2	-1.7	-	-	-
P51-P10	20-30 cm	-1.65	-2.12	-0.957	-	-	-
P120-P10	0-10 cm	-0.225	-1.18	0.575	202	-125	507
P120-P10	10-20 cm	-1.2	-2.12	-0.4	-	-	-
P120-P10	20-30 cm	-1.42	-1.83	-0.957	-	-	-
P60-P10	0-10 cm	-1.02	-2.03	-0.15	2080	1580.00	2610
P60-P10	10-20 cm	-2.22	-3.3	-1.25	-	-	-
P60-P10	20-30 cm	-1.7	-3.25	-0.75	-	-	-
P175-P10	0-10 cm	-0.3	-0.925	0.425	690	237.00	1160
P175-P10	10-20 cm	-1.27	-2.18	-0.475	-	-	-
P175-P10	20-30 cm	-0.975	-1.4	-0.25	-	-	-

Apêndice R - Tabela das diferenças entre as estimativas para o teor e estoque de fósforo no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito							
Local	Profundidade	Teor de Fósforo no Solo			Estoque de Fósforo no Solo		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	0.0040	0.0013	0.00625	0.0053	0.0013	0.00856
P72-P10	0-10 cm	0.0028	0.0020	0.00325	0.0096	0.0068	0.01060
P51-P10	0-10 cm	0.0000	-0.001	0.00004	0.0018	0.0008	0.00261
P120-P10	0-10 cm	0.0000	0.0065	0.00950	0.0007	-0.000645	0.00183
P60-P10	0-10 cm	0.0000	0.00004	0.0025	-0.0014	-0.00248	-0.00062
P175-P10	0-10 cm	0.0000	-0.0015	0.001	-0.000693	-0.00273	0.00063

Apêndice S - Tabela das diferenças entre as estimativas para o $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da Serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito						
Local	Fator de efeito	$\delta^{13}\text{C}$ Serapilheira		Fator de efeito	$\delta^{15}\text{N}$ Serapilheira	
		-95% IC	+95% IC		-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.392	-0.715	-0.0894	-0.07	-0.228	0.128
P72-P10	-0.331	-0.753	0.14	-0.98	-1.2	0.764
P51-P10	-0.0367	-0.372	0.293	0.665	0.509	0.857
P120-P10	-0.0242	-0.444	0.362	-2.26	-2.49	-2.06
P60-P10	-0.0817	-0.398	0.248	-1.87	-2.05	-1.64
P175-P10	-0.369722	-0.789	0.00167	-1.44	-1.6	-1.21

Apêndice T - Tabela das diferenças entre as estimativas para a deposição das frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito						
Local	Deposição Folhas			Deposição Flores e Frutos		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.0658	-0.137	0.309	-0.00917	-0.04	0.0158
P72-P10	0.02	-0.188	0.256	0.0558	0.0161	0.0992
P51-P10	0.132	-0.123	0.444	0.0333	-0.0075	0.0833
P120-P10	-0.085	-0.303	0.177	-0.0125	-0.045	0.0283
P60-P10	-0.0817	-0.247	0.111	0.0275	-0.00833	0.0783
P175-P10	0.025	-0.151	0.234	0.04	-0.00667	0.116

Local	Deposição Galhos			Deposição Miscelânea		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.0758	-0.0208	0.161	1.11	0.243	2
P72-P10	-0.0508	-0.138	0.0075	-0.033	-0.87	0.83
P51-P10	0.112	-0.0136	0.294	-0.335	-1.12	0.531
P120-P10	0.005	-0.0942	0.111	-1.04	-1.93	-0.091
P60-P10	-0.0758	-0.163	-0.0208	-0.424	-1.44	0.507
P175-P10	-0.00833	-0.0983	0.0642	-0.363	-1.27	0.499

Local	Deposição Total de Serapilheira		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.16	-0.106	0.464
P72-P10	0.0217	-0.225	0.308
P51-P10	0.266	-0.123	0.768
P120-P10	-0.123	-0.397	0.234
P60-P10	-0.143	-0.368	0.163
P175-P10	0.0442	-0.206	0.364

Apêndice U - Tabela das diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono e nitrogênio nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Tamanho do Efeito					
	Estoque Carbono na Serapilheira			Estoque Nitrogênio na Serapilheira		
	Folhas					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.0342	-0.0585	0.148	0.00283	-0.00142	0.00892
P72-P10	0.0015	-0.0909	0.112	-0.000917	-0.00458	0.003
P51-P10	0.0458	-0.0658	0.186	0.002	-0.00267	0.00775
P120-P10	-0.0458	-0.142	0.0702	-0.00592	-0.00892	-0.00238
P60-P10	-0.0265	-0.0992	0.0681	-0.00425	-0.00725	-0.000773
P175-P10	0.012	-0.0655	0.108	-0.00217	-0.00525	0.00125
	Flores e Frutos					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.00525	-0.0195	0.00675	-0.000917	-0.00208	-0.00025
P72-P10	0.0236	0.0055	0.0438	0	-0.00108	0.000667
P51-P10	0.0121	-0.00617	0.0345	0.0005	-0.000667	0.002
P120-P10	-0.0075	-0.023	0.0115	-0.00142	-0.00258	-0.000667
P60-P10	0.0139	-0.00308	0.0385	0.000333	-0.00075	0.00167
P175-P10	0.0185	-0.00409	0.0573	0.0005	-0.001	0.00267
	Galhos					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.036	-0.00892	0.0758	0.00167	-0.000167	0.00325
P72-P10	-0.0266	-0.0665	0.00058	-0.00117	-0.00267	-0.000167
P51-P10	0.0432	-0.0116	0.124	0.0108	-0.001	0.00415
P120-P10	0.0005	-0.045	0.0487	-0.00142	-0.003	-0.0000833
P60-P10	-0.0352	-0.0761	-0.00884	-0.00175	-0.00333	-0.000833
P175-P10	-0.00608	-0.00472	0.0273	-0.001	-0.00258	-0.000833

Miscelânea						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.0143	0.00508	0.0238	0.00025	0.0005	0.000917
P72-P10	-0.00175	-0.0101	0.008	-0.00025	-0.000917	0.0005
P51-P10	-0.00517	-0.0133	0.00267	-0.000333	-0.00108	0.000333
P120-P10	-0.0122	-0.0203	-0.0035	-0.0015	-0.00225	-0.000917
P60-P10	-0.00558	-0.0156	0.00892	-0.000667	-0.00142	0.000167
P175-P10	-0.00758	-0.0162	0.00257	-0.000667	-0.00142	0.000167
Total						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.0792	-0.0416	0.222	0.0035	-0.00215	0.0108
P72-P10	-0.00333	-0.114	0.13	-0.0025	-0.00683	0.00225
P51-P10	0.096	-0.0759	0.315	0.00308	-0.004	0.0122
P120-P10	-0.0651	-0.188	0.0952	-0.0101	-0.0142	-0.0055
P60-P10	-0.0535	-0.156	0.0909	-0.00667	-0.0109	-0.00108
P175-P10	0.017	-0.095	0.165	-0.00367	-0.0085	0.00269

Apêndice V - Tabela das diferenças entre as estimativas para o estoque de fósforo nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito						
Estoque Fósforo na Serapilheira						
Local	Folhas			Flores e Frutos		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.00483	-0.13	0.21	-0.0527	-0.122	-0.00158
P72-P10	-0.0587	-0.182	0.0982	0.0338	-0.0422	0.118
P51-P10	0.137	-0.0415	0.368	0.0355	-0.0467	0.133
P120-P10	-0.211	-0.309	-0.0845	-0.0902	-0.0158	-0.0432
P60-P10	-0.209	-0.299	-0.0881	-0.0215	-0.0887	0.0513
P175-P10	-0.123	-0.217	-0.00163	0.0145	-0.0709	0.136
Local	Galhos			Miscelânea		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.00767	-0.0435	0.0584	-0.0065	-0.0431	0.0248
P72-P10	-0.0562	-0.101	-0.021	-0.0345	-0.0717	-0.00433
P51-P10	0.07	-0.006	0.174	-0.0138	-0.0523	0.0262
P120-P10	-0.0448	-0.0945	0.00929	-0.0757	-0.112	-0.0472
P60-P10	-0.078	-0.125	-0.0445	-0.0582	-0.0948	-0.0242
P175-P10	-0.0457	-0.0931	-0.0083	-0.047	-0.0842	-0.0105
Total						
Local	Fator de efeito		-95% IC	+95% IC		
P25-P10	-0.056		-0.248	0.183		
P72-P10	-0.116		-0.294	0.107		
P51-P10	0.229		-0.0907	0.64		
P120-P10	-0.422		-0.58	-0.226		
P60-P10	-0.366		-0.536	-0.142		
P175-P10	-0.202		-0.388	0.0578		

Apêndice W - Tabela de diferenças entre as estimativas para a relação C/N e C/P da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Tamanho do Efeito					
	Relação C/N Serapilheira			Relação C/P Serapilheira		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	1.26	-0.0512	2.49	138	101	186
P72-P10	0.65	-0.933	2.24	98	65.8	132
P51-P10	-0.692	-1.6	0.154	-28.5	-57.6	5.1
P120-P10	15	12.8	18	293	237	364
P60-P10	4.94	3.79	6.05	276	225	322
P175-P10	4.28	2.61	6.07	185	148	227

Apêndice X - Tabela de diferenças entre as estimativas para os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo na biomassa acima do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Tamanho do Efeito			
Local	Estoque de Carbono na Biomassa Acima do Solo		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	9.48	-3.18	31.8
P72-P10	41	15.4	76.6
P51-P10	37.4	14.8	82.5
P120-P10	24	6.43	49.1
P60-P10	69.4	33.1	150
P175-P10	47	25.8	80.5
Estoque de Nitrogênio na Biomassa Acima do Solo			
Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	
P25-P10	-0.0105	-0.143	0.12
P72-P10	0.125	-0.0375	0.293
P51-P10	0.231	0.0281	0.751
P120-P10	0.0406	-0.107	0.167
P60-P10	0.477	0.133	1.41
P175-P10	0.185	0.0251	0.33
Estoque de Fósforo na Biomassa Acima do Solo			
Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	
P25-P10	0.448	-5.64	5.65
P72-P10	10.9	2.35	18.3
P51-P10	21.4	6.84	53.4
P120-P10	10.9	2.58	21.3
P60-P10	25.6	10.8	44
P175-P10	19.1	6.83	51.6

Apêndice Y - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os teores de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

		d de Cohen					
Local	Profundidade	Teor de Carbono			Teor de Nitrogênio		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	1.63	-0.13	4.98	1.56	-1.63	6.15
P25-P10	10-20 cm	2.46	1.48	3.82	2.71	1.47	5.80
P25-P10	20-30 cm	2.60	2.31	2.95	3.10	2.64	3.51
P72-P10	0-10 cm	3.39	2.32	4.92	8.56	6.23	14.1
P72-P10	10-20 cm	3.64	2.23	5.23	12.30	8.83	21.50
P72-P10	20-30 cm	3.02	1.55	11.2	5.21	3.42	11.30
P51-P10	0-10 cm	4.04	2.94	5.16	3.68	2.97	4.91
P51-P10	10-20 cm	3.89	2.25	6.24	3.61	2.63	4.74
P51-P10	20-30 cm	5.53	3.79	11.90	2.92	1.51	8.94
P120-P10	0-10 cm	6.89	5.18	16.40	6.65	5.48	8.19
P120-P10	10-20 cm	9.54	6.82	15.80	5.61	3.89	9.80
P120-P10	20-30 cm	4.76	3.23	9.8	3.77	2.36	6.08
P60-P10	0-10 cm	10.5	9.13	12.2	3.76	2.52	5.13
P60-P10	10-20 cm	7.12	4.93	12.4	3.30	1.83	5.53
P60-P10	20-30 cm	5.03	3.48	7.95	4.68	3.11	6.83
P175-P10	0-10 cm	1.30	-0.537	4.44	1.25	-0.438	5.19
P175-P10	10-20 cm	2.31	1.25	3.15	1.97	0.78	3.02
P175-P10	20-30 cm	3.17	2.21	4.67	2.72	1.81	4.23

Apêndice Z - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono e nitrogênio no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Profundidade	d de Cohen					
		Estoque de Carbono			Estoque de Nitrogênio		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	1.51	-0.617	4.69	1.43	-2.03	6.09
P25-P10	10-20 cm	2.32	1.35	3.52	1.51	-0.617	4.69
P25-P10	20-30 cm	2.48	2.18	2.83	2.90	2.44	3.31
P25-P10	0 - 30 cm	2.06	0.98	3.38	2.11	0.87	4.91
P72-P10	0-10 cm	5.81	4.23	12.40	7.23	5.27	11.00
P72-P10	10-20 cm	7.85	5.56	13.30	5.81	4.23	12.40
P72-P10	20-30 cm	4.67	3.15	9.66	5.10	3.32	11.10
P72-P10	0 - 30 cm	7.92	5.90	10.50	10.90	8.55	16.70
P51-P10	0-10 cm	2.05	0.81	3.82	2.12	1.31	3.66
P51-P10	10-20 cm	3.23	1.84	4.85	2.05	0.81	3.82
P51-P10	20-30 cm	2.94	1.47	10.80	2.83	1.42	8.77
P51-P10	0 - 30 cm	2.95	1.62	5.85	2.97	1.88	4.60
P120-P10	0-10 cm	7.94	6.83	9.68	4.96	3.96	5.89
P120-P10	10-20 cm	6.13	4.20	10.60	7.94	6.83	9.68
P120-P10	20-30 cm	4.65	3.13	7.28	3.33	1.97	5.22
P120-P10	0 - 30 cm	7.66	5.66	14.10	4.79	3.29	7.11
P60-P10	0-10 cm	2.51	1.64	3.84	1.84	0.65	3.15
P60-P10	10-20 cm	3.07	1.46	4.90	2.51	1.64	3.84
P60-P10	20-30 cm	4.96	3.25	10.40	3.91	2.48	5.73
P60-P10	0 - 30 cm	4.51	3.30	6.77	3.35	2.56	6.67
P175-P10	0-10 cm	0.83	-1.19	3.31	0.67	-1.16	3.60
P175-P10	10-20 cm	1.69	-1.48	2.75	0.83	-1.19	3.31
P175-P10	20-30 cm	2.90	1.94	4.31	2.40	1.50	3.85
P175-P10	0 - 30 cm	1.74	0.22	2.85	1.53	-0.528	2.97

Apêndice AA - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Profundidade	$\delta^{13}\text{C}$			$\delta^{15}\text{N}$		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	-5.52	-8.85	-3.85	0.29	-	-
P25-P10	10-20 cm	-5.76	-10.8	-3.94	-1.32	-3.3	0.133
P25-P10	20-30 cm	-3.04	-4.87	1.88	-2.63	-9.08	-1.1
P72-P10	0-10 cm	-10.1	-37	-7.72	-0.33	-	-
P72-P10	10-20 cm	-8.74	-12.5	-6.52	-1.67	-3.49	-0.385
P72-P10	20-30 cm	-6.33	-19.6	-4.44	-3.27	-12.1	-1.77
P51-P10	0-10 cm	-8.79	-26.5	-6.67	1.36	-	-
P51-P10	10-20 cm	-7.52	-10	-5.87	-0.89	-4.51	1.07
P51-P10	20-30 cm	-5.36	-16.6	-3.67	-1.24	-4.71	0.79
P120-P10	0-10 cm	-10.7	-36.4	-8.21	-1.26	-	-
P120-P10	10-20 cm	-10.6	-15	-8.23	-2.55	-4.28	-1.48
P120-P10	20-30 cm	-7.11	-22.8	-5.17	-1.7	-2.74	-0.27
P60-P10	0-10 cm	-10.5	-90.3	-8.13	-2.54	-	-
P60-P10	10-20 cm	-10.2	-14.8	-7.9	-3.84	-6.94	-2.61
P60-P10	20-30 cm	-7.11	-22.8	-5.17	-3.48	-9.78	-1.98
P175-P10	0-10 cm	-10.1	-30.6	-7.56	-0.54	-	-
P175-P10	10-20 cm	-10.4	-15.1	-8.21	-1.84	-3.67	-0.671
P175-P10	20-30 cm	-6.66	-22	-4.8	-2.15	-8.46	-0.482

Apêndice BB - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para relação C/N e C/P do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Profundidade	d de Cohen					
		Relação C/N Solo			Relação C/P Solo		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	0.921	-0.742	4.33	0.428	-2.83	3.71
P25-P10	10-20 cm	1.52	-0.195	3.38			
P25-P10	20-30 cm	2.54	1.54	3.5			
P72-P10	0-10 cm	-0.238	-2.05	1.5	0.765	-1.33	2.67
P72-P10	10-20 cm	0.67	-1.36	3.78			
P72-P10	20-30 cm	1.35	-0.477	4.06			
P51-P10	0-10 cm	0.901	-0.826	2.93	1.24	-0.657	2.72
P51-P10	10-20 cm	1.81	0.0296	5.78			
P51-P10	20-30 cm	3.21	1.39	5.55			
P120-P10	0-10 cm	4.84	3.21	12	4.76	3.44	6.73
P120-P10	10-20 cm	5.23	-1.36	3.78			
P120-P10	20-30 cm	6.68	5.31	8.59			
P60-P10	0-10 cm	3.37	2	5.01	3.48	2.61	6.12
P60-P10	10-20 cm	4.91	3.21	15.4			
P60-P10	20-30 cm	6.04	4.04	9.48			
P175-P10	0-10 cm	1.05	-0.886	2.2	1.79	0.693	3.55
P175-P10	10-20 cm	2.44	0.747	5.89			
P175-P10	20-30 cm	4.7	3.05	16			

Apêndice CC - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ da Serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen					
	$\delta^{13}\text{C}$ da Serapilheira			$\delta^{15}\text{N}$ da Serapilheira		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.96	-1.8	-0.116	-0.313	-1.32	0.584
P72-P10	-0.56	-1.46	0.341	-3.45	-5.04	-2.02
P51-P10	-0.0844	-0.91	0.813	-3	2.08	4.17
P120-P10	-0.0461	-0.835	0.875	-8.23	-12.4	-5.43
P60-P10	-0.193	-1.03	0.71	-7.03	-10.4	-4.5
P175-P10	-0.722	-1.47	0.152	-5.64	-8.3	-3.45

Apêndice DD - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para o teor e estoque de fósforo no solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	Profundidade	d de Cohen					
		Teor Fósforo no Solo			Estoque Fósforo no Solo		
		Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0-10 cm	1.92	-	-	1.75	-	-
P72-P10	0-10 cm	7.70	-	-	6.54	-	-
P51-P10	0-10 cm	5.09	-	-	2.39	-	-
P120-P10	0-10 cm	2.21	-	-	0.71	-	-
P60-P10	0-10 cm	0	-	-	-1.72	-	-
P175-P10	0-10 cm	0.26	-	-	-0.52	-	-

Apêndice EE - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para deposição das frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen					
	Deposição Folhas			Deposição Flores e Frutos		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.226	-0.642	1.06	-0.256	-1.1	0.596
P72-P10	0.0684	-0.801	0.906	1.05	0.194	1.78
P51-P10	0.36	-0.521	1.17	0.566	-0.245	1.36
P120-P10	-0.27	-1.22	0.594	-0.266	-1.31	0.602
P60-P10	-0.342	-1.21	0.547	0.502	-0.404	1.13
P175-P10	0.0991	-0.728	0.954	0.532	-0.374	1.15
	Deposição Galhos			Deposição Miscelânea		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.645	-0.27	1.6	1.11	0.243	2
P72-P10	-0.549	-1.25	0.287	-0.033	-0.87	0.83
P51-P10	0.569	-0.278	1.24	-0.335	-1.12	0.531
P120-P10	0.037	-0.825	0.862	-1.04	-1.93	-0.091
P60-P10	-0.845	-1.48	-0.155	-0.424	-1.44	0.507
P175-P10	-0.0781	-0.898	0.813	-0.363	-1.27	0.499
Local	Deposição total					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC			
P25-P10	0.428	-0.402	1.28			
P72-P10	0.6617	-0.799	0.892			
P51-P10	0.462	-0.362	1.25			
P120-P10	-0.299	-1.22	0.604			
P60-P10	-0.418	-1.37	0.535			
P175-P10	0.12	-0.749	0.94			

Apêndice FF - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a deposição total de serapilheira nos períodos seco e chuvoso utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen		
	Deposição total de Serapilheira - Período Seco		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.927	-0.425	2.12
P72-P10	0.474	-0.893	1.72
P51-P10	1.2	-0.21	2.78
P120-P10	0.376	-1.05	1.61
P60-P10	-0.258	-2.07	1.06
P175-P10	0.432	-0.949	1.59
Deposição total de Serapilheira - Período Chuvoso			
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.131	-1.46	1.19
P72-P10	-0.878	-2.65	0.738
P51-P10	-0.807	-2.07	0.707
P120-P10	-2.36	-4.74	-0.719
P60-P10	-0.823	-2.19	0.595
P175-P10	-0.41	-1.65	0.964

Apêndice GG - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono e nitrogênio nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

d de Cohen						
Local	Estoque de Carbono na Serapilheira			Estoque de Nitrogênio na Serapilheira		
	Folhas					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.256	-0.614	1.08	0.428	-0.425	1.15
P72-P10	0.0113	-0.887	0.856	-0.185	-1.01	0.685
P51-P10	0.282	-0.611	1.1	0.299	-0.556	1.12
P120-P10	-0.33	-1.32	0.535	-1.37	-2.32	-0.367
P60-P10	-0.243	-1.13	0.626	-0.991	-1.91	0.06
P175-P10	0.106	-0.736	0.958	-0.507	-1.34	0.421
Flores e Frutos						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.31	-1.13	0.56	-0.861	-1.51	-0.126
P72-P10	0.954	0.059	1.69	0	-0.898	0.772
P51-P10	0.461	-0.388	1.28	0.295	-0.581	1.08
P120-P10	-0.342	-1.35	0.544	-1.24	-2.01	-0.269
P60-P10	0.526	-0.371	1.16	0.215	-0.683	0.949
P175-P10	0.497	-0.405	1.12	0.221	-0.778	0.954
Galhos						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.653	-0.257	1.61	0.741	-0.16	1.61
P72-P10	-0.617	-1.29	0.203	-0.737	-1.43	0
P51-P10	0.499	-0.375	1.19	0.336	-0.559	1.05
P120-P10	0.00808	-0.845	0.835	-0.743	-1.49	0.135
P60-P10	-0.84	-1.46	-0.147	-1.15	-1.74	-0.524
P175-P10	-0.124	-0.926	0.77	-0.593	-1.34	0.184

Miscelânea						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	1.16	0.307	2.04	0.272	-0.58	1.22
P72-P10	-0.15	-0.991	0.706	-0.258	-1.08	0.619
P51-P10	-0.486	-1.28	0.353	-0.356	-1.14	0.479
P120-P10	-1.1	-1.98	-0.186	-1.64	-2.41	-0.878
P60-P10	-0.352	-1.36	0.552	-0.63	-1.46	0.272
P175-P10	-0.613	-1.54	0.301	-0.657	-1.51	0.291
Total						
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.461	-0.363	1.3	0.42	-0.418	1.2
P72-P10	-0.0207	-0.915	0.81	-0.412	-1.29	0.463
P51-P10	0.382	-0.473	1.18	0.295	-0.583	1.1
P120-P10	-0.356	-1.32	0.545	-1.77	-2.86	-0.712
P60-P10	-0.338	-1.29	0.591	-1.04	-2.13	0.0751
P175-P10	0.101	-0.774	0.93	-0.514	-1.55	0.414

Apêndice HH - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para o estoque de fósforo nas frações da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen					
	Estoque de Fósforo na Serapilheira					
	Folhas			Flores e Frutos		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	-0.023	-0.999	0.805	-0.701	-1.45	0.128
P72-P10	-0.32	-1.24	0.542	0.326	-0.574	1.1
P51-P10	0.523	-0.285	1.35	0.311	-0.553	1.13
P120-P10	-1.44	-2.61	-0.366	-1.25	-1.89	-0.473
P60-P10	-1.53	-2.82	-0.425	-0.238	-1.06	0.617
P175-P10	-0.904	-1.92	0.0947	0.112	-0.848	0.895
	Galhos			Miscelânea		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.115	-0.76	0.943	-0.147	-0.952	0.738
P72-P10	-1.08	-1.74	-0.332	-0.8	-1.53	0.0534
P51-P10	0.606	-0.206	1.32	-0.266	-1.09	0.594
P120-P10	-0.653	-1.5	0.311	-1.78	-2.45	-1.03
P60-P10	-1.54	-2.16	-0.928	-1.25	-2.01	-0.269
P175-P10	-0.819	-1.57	-0.0604	-0.981	-1.78	-0.0762
Local	Total					
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC			
P25-P10	-0.2	-1.1	0.663			
P72-P10	-0.443	-1.41	0.457			
P51-P10	0.487	-0.318	1.3			
P120-P10	-1.84	-3.03	-0.752			
P60-P10	-1.45	-2.68	-0.272			
P175-P10	-0.705	-1.85	0.299			

Apêndice II - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a relação C/N e C/P na serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen					
	Relação C/N na Serapilheira			Relação C/P na Serapilheira		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.752	-0.152	1.64	2.54	1.79	3.16
P72-P10	0.311	-0.553	1.21	2.21	1.14	3.02
P51-P10	-0.594	-1.45	0.244	-0.706	-1.68	0.196
P120-P10	4.46	3.15	6.25	3.53	2.6	4.57
P60-P10	3.33	2.07	4.58	4.34	3.09	5.8
P175-P10	1.91	1.05	2.68	3.61	2.72	4.49

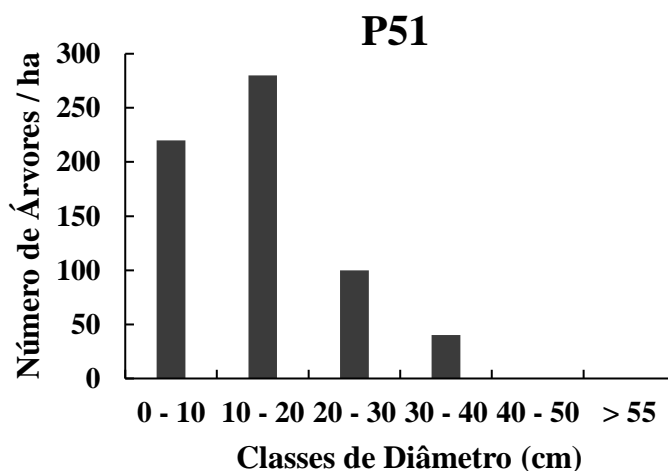
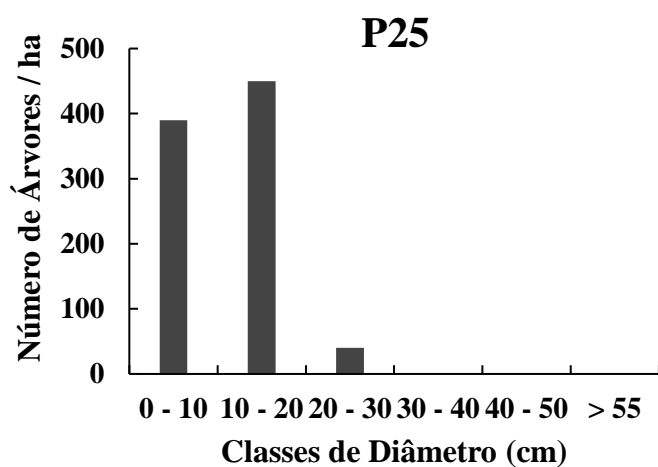
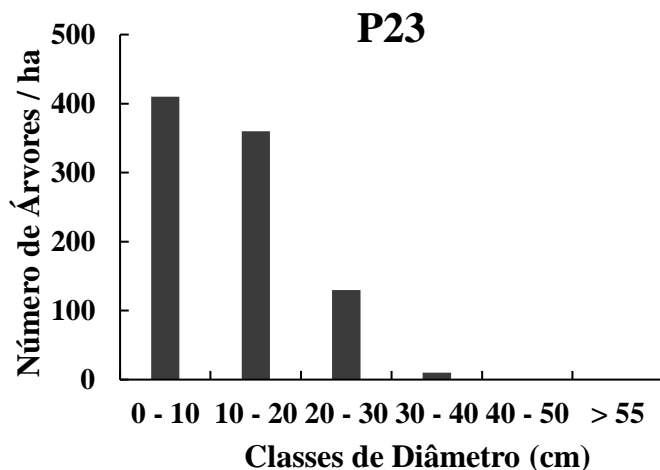
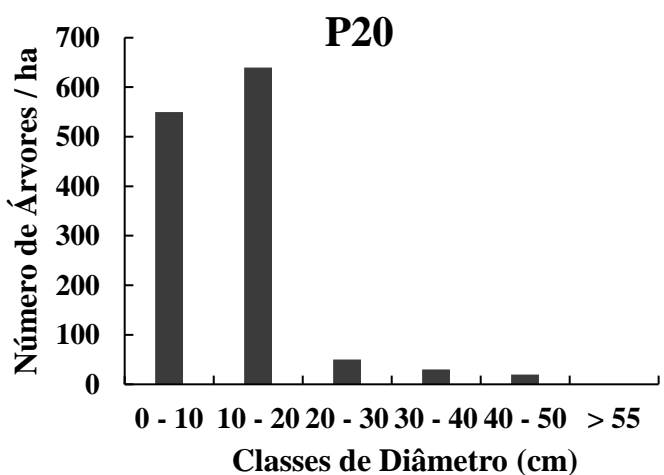
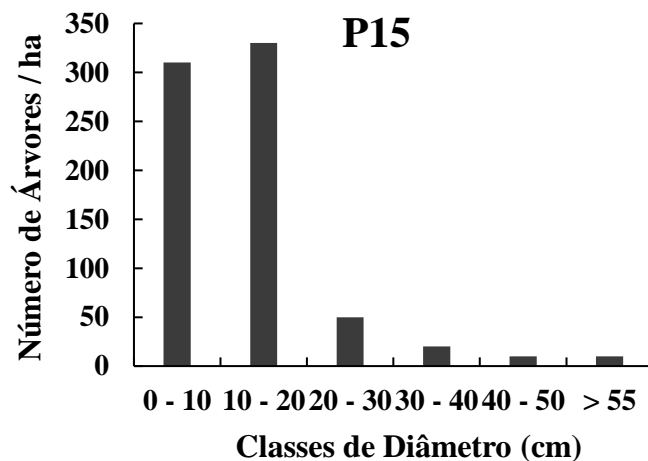
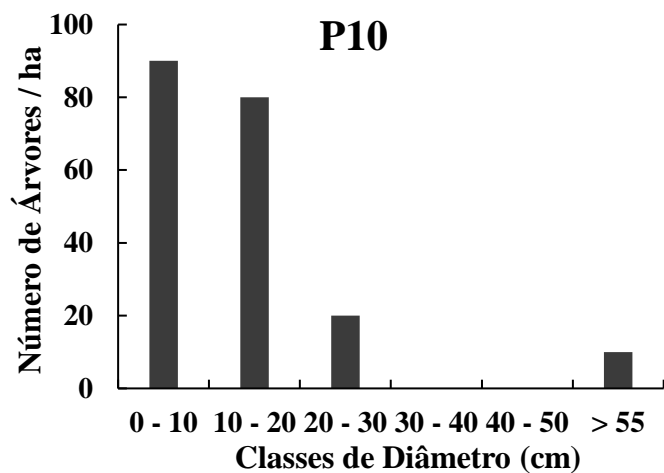
Apêndice JJ - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para os estoques de carbono, nitrogênio e fósforo na biomassa acima do solo utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen								
	Estoque de Carbono na Biomassa Acima do Solo			Estoque de Nitrogênio na Biomassa Acima do Solo			Estoque de Fósforo na Biomassa Acima do Solo		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.382	-1.34	1.45	-0.22	-2.6	1.33	-0.0714	-2	1.35
P72-P10	0.938	0.297	1.61	0.595	-0.604	1.47	1.05	-0.0207	2.06
P51-P10	0.873	-0.0608	1.44	0.539	-1.42	1.12	0.719	-0.218	1.17
P120-P10	0.79	-0.24	1.48	0.184	-1.45	1.29	0.819	-0.413	1.57
P60-P10	0.861	0.309	1.30	0.621	-0.427	1.08	1.15	0.321	1.87
P175-P10	1.06	0.332	1.65	0.889	-0.427	1.99	0.69	-0.206	1.15

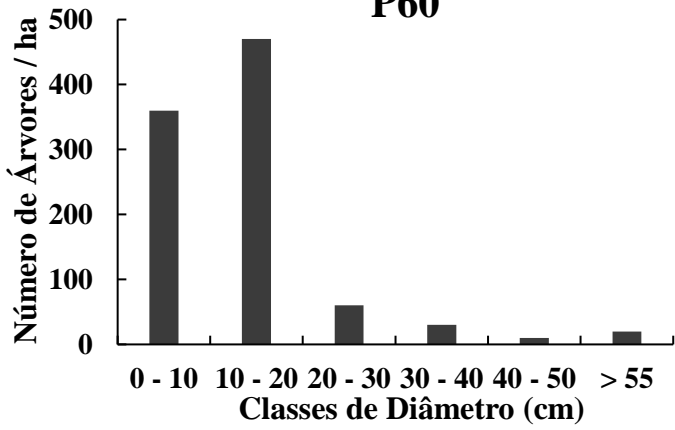
Apêndice KK - Tabela dos valores de distância de Cohen (d) para a decomposição da serapilheira utilizando o ponto “P10” como referência e seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Local	d de Cohen		
	Decomposição da Serapilheira		
	Fator de efeito	-95% IC	+95% IC
P25-P10	0.641	-0.422	1.6
P72-P10	0.47	-0.625	1.35
P51-P10	0.232	-0.808	1.26
P120-P10	1.62	0.615	2.57
P60-P10	1.42	0.471	2.27
P175-P10	0.641	-0.46	1.49

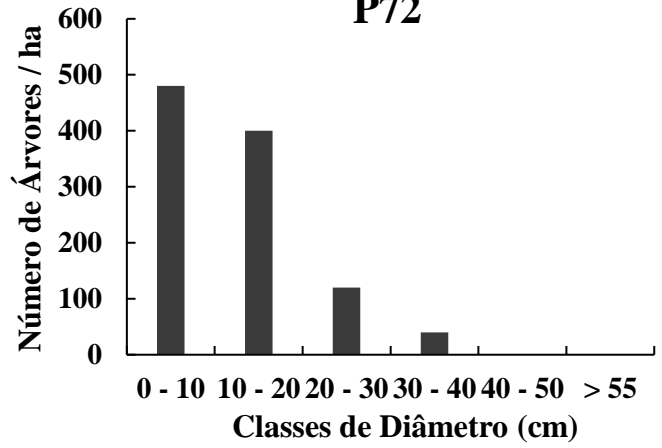
Apêndice LL - Distribuição diamétrica dos indivíduos localizados em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP



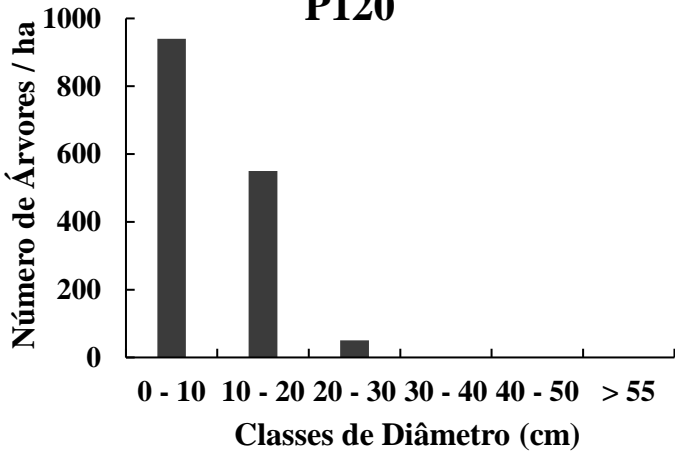
P60



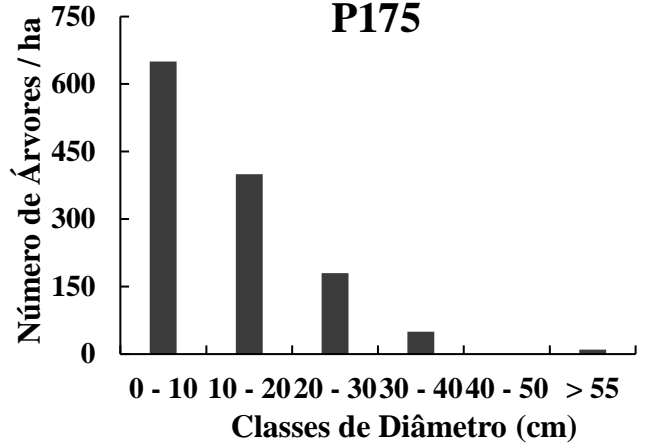
P72



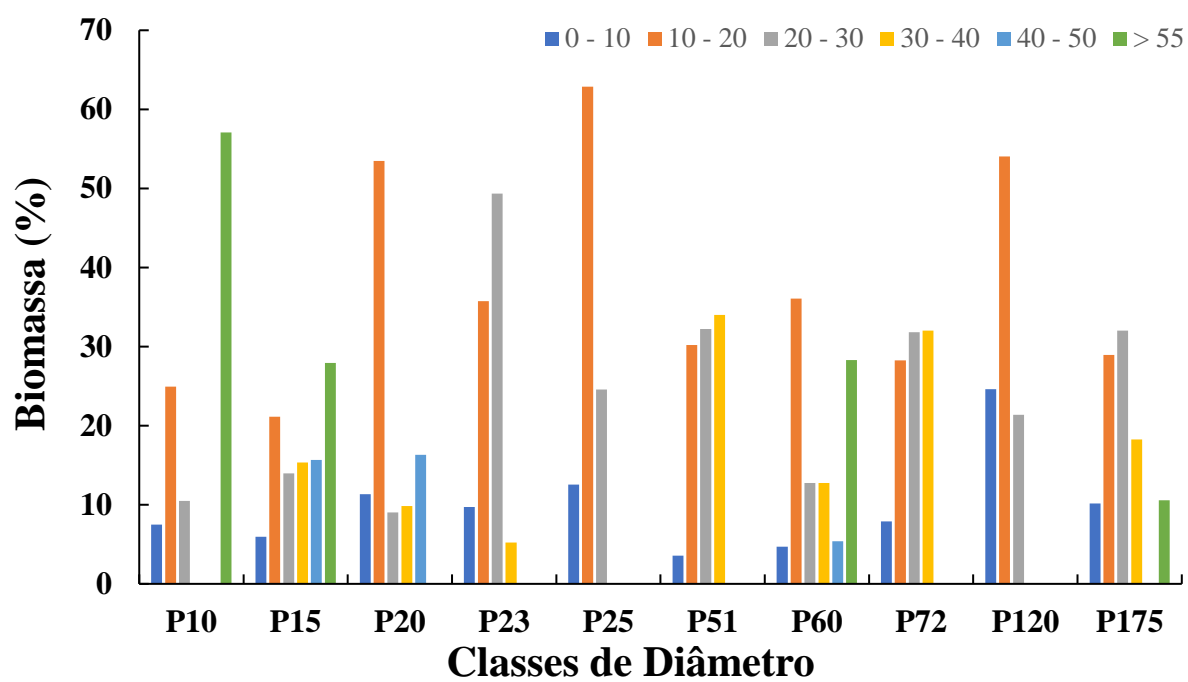
P120



P175



Apêndice MM - Biomassa percentual em função das classes de diâmetro em florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes à bacia do rio Corumbataí, no município de Ipeúna - SP



Apêndice NN - Parâmetros fitossociológicos das espécies com maior índice de valor de importância de onze fragmentos de florestas ripárias com diferentes larguras situadas em riachos de primeira e segunda ordem em microbacias pertencentes a bacia do rio Corumbataí, nos municípios de Ipeúna e Brotas - SP

Espécie	P10								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	2	18.2	33.0	100.0	14.3	65.5	21.8	51.2	25.6
Guarea guidonia (L.) Sleumer	2	18.2	29.1	100.0	14.3	61.5	20.5	47.3	23.6
Casearia sylvestris Sw.	3	27.3	8.1	100.0	14.3	49.7	16.6	35.4	17.7
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.	1	9.1	11.9	100.0	14.3	35.3	11.8	21.0	10.5
Myroxylon peruiferum L.f.	1	9.1	8.9	100.0	14.3	32.2	10.7	17.9	9.0
Machaerium nycitans (Vell.) Benth.	1	9.1	4.7	100.0	14.3	28.1	9.4	13.8	6.9
Luehea divaricata Mart.	1	9.1	4.3	100.0	14.3	27.7	9.2	13.4	6.7

Espécie	P25								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Casearia sylvestris Sw.	14	17.9	21.4	100.0	3.4	42.8	14.3	39.3	19.7
Croton floribundus Spreng.	10	12.8	7.7	100.0	3.4	24.0	8.0	20.6	10.3
Machaerium sp.	5	6.4	6.8	100.0	3.4	16.7	5.6	13.2	6.6
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	5	6.4	5.4	100.0	3.4	15.3	5.1	11.8	5.9
Luehea divaricata Mart.	5	6.4	4.1	100.0	3.4	14.0	4.7	10.5	5.3
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.	5	6.4	3.8	100.0	3.4	13.7	4.6	10.3	5.1
Senegalia polyphylla (DC.) Britton & Rose	2	2.6	7.7	100.0	3.4	13.7	4.6	10.2	5.1
Siparuna guianensis Aubl.	3	3.8	6.2	100.0	3.4	13.5	4.5	10.1	5.0
Nectandra sp.	3	3.8	3.4	100.0	3.4	10.7	3.6	7.2	3.6
Aspidosperma cylindrocarpon Müll.Arg.	2	2.6	4.5	100.0	3.4	10.5	3.5	7.0	3.5
Inga vera Willd.	1	1.3	5.7	100.0	3.4	10.4	3.5	7.0	3.5
Pera glabrata (Schott) Baill.	2	2.6	3.8	100.0	3.4	9.8	3.3	6.4	3.2
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	2	2.6	3.6	100.0	3.4	9.6	3.2	6.2	3.1
Dasyphyllum vagans (Gardner) Cabrera	2	2.6	2.6	100.0	3.4	8.6	2.9	5.1	2.6
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	1	1.3	3.1	100.0	3.4	7.8	2.6	4.4	2.2
Myroxylon peruiferum L.f.	2	2.6	1.8	100.0	3.4	7.8	2.6	4.3	2.2
Copaifera langsdorffii Desf.	2	2.6	1.1	100.0	3.4	7.1	2.4	3.7	1.8
Tapirira guianensis Aubl.	1	1.3	1.3	100.0	3.4	6.0	2.0	2.6	1.3
Cupania vernalis Cambess.	1	1.3	1.2	100.0	3.4	5.9	2.0	2.4	1.2
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	1	1.3	0.9	100.0	3.4	5.6	1.9	2.2	1.1
Matayba elaeagnoides Radlk.	1	1.3	0.7	100.0	3.4	5.4	1.8	2.0	1.0
Terminalia glabrescens Mart.	1	1.3	0.6	100.0	3.4	5.3	1.8	1.9	0.9
Trichilia pallida Sw.	1	1.3	0.6	100.0	3.4	5.3	1.8	1.9	0.9
Nectandra lanceolata Nees	1	1.3	0.5	100.0	3.4	5.2	1.7	1.7	0.9
Guapira opposita (Vell.) Reitz	1	1.3	0.4	100.0	3.4	5.2	1.7	1.7	0.9
Aloysia virgata (Ruiz & Pav.) Juss.	1	1.3	0.4	100.0	3.4	5.2	1.7	1.7	0.9
Virola sebifera Aubl.	1	1.3	0.3	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8
Terminalia triflora (Griseb.) Lillo	1	1.3	0.2	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8
Roupala montana Aubl.	1	1.3	0.2	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8

Espécie	P72								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Casearia sylvestris Sw.	13	15.5	8.0	100.0	2.6	26.1	8.7	23.4	11.7
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	2	2.4	13.1	100.0	2.6	18.1	6.0	15.5	7.7
Pterocarpus rohrii Vahl	4	4.8	6.7	100.0	2.6	14.1	4.7	11.5	5.7
Holocalyx balansae Micheli	1	1.2	9.2	100.0	2.6	13.0	4.3	10.4	5.2
Luehea divaricata Mart.	4	4.8	4.8	100.0	2.6	12.2	4.1	9.6	4.8
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	4	4.8	4.2	100.0	2.6	11.6	3.9	9.0	4.5

Bauhinia forficata Link	5	6.0	2.9	100.0	2.6	11.5	3.8	8.9	4.4
Esenbeckia febrifuga (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	5	6.0	2.7	100.0	2.6	11.3	3.8	8.7	4.3
Cupania vernalis Cambess.	2	2.4	4.8	100.0	2.6	9.8	3.3	7.2	3.6
Cedrela fissilis Vell.	2	2.4	4.4	100.0	2.6	9.4	3.1	6.8	3.4
Matayba elaeagnoides Radlk.	2	2.4	4.3	100.0	2.6	9.4	3.1	6.7	3.4
Myrciaria floribunda (H. West ex Willd.) O. Berg	4	4.8	1.7	100.0	2.6	9.1	3.0	6.5	3.2
Metrodorea nigra A.St.-Hil.	4	4.8	1.5	100.0	2.6	8.9	3.0	6.2	3.1
Inga vera Willd.	1	1.2	4.7	100.0	2.6	8.5	2.8	5.9	3.0
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	1	1.2	3.5	100.0	2.6	7.3	2.4	4.7	2.4
Siparuna guianensis Aubl.	3	3.6	1.1	100.0	2.6	7.3	2.4	4.6	2.3
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J. F. Macbr.	2	2.4	1.3	100.0	2.6	6.3	2.1	3.7	1.8
Ocotea sp.	2	2.4	1.3	100.0	2.6	6.3	2.1	3.7	1.8
Myroxylon peruiferum L.f.	1	1.2	2.4	100.0	2.6	6.2	2.1	3.6	1.8
Guapira opposita (Vell.) Reitz	2	2.4	0.9	100.0	2.6	5.9	2.0	3.3	1.7
Trichilia elegans A. Juss.	2	2.4	0.8	100.0	2.6	5.8	1.9	3.2	1.6
Trichilia catigua A. Juss.	2	2.4	0.7	100.0	2.6	5.7	1.9	3.1	1.5
Albizia polyphylla E.Fourn.	1	1.2	1.9	100.0	2.6	5.7	1.9	3.1	1.5
Croton floribundus Spreng.	1	1.2	1.6	100.0	2.6	5.4	1.8	2.7	1.4
Allophylus edulis (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	1	1.2	1.5	100.0	2.6	5.3	1.8	2.7	1.4
Schefflera sp.	1	1.2	1.4	100.0	2.6	5.3	1.8	2.6	1.3
Cordia ecalyculata Vell.	1	1.2	1.4	100.0	2.6	5.2	1.7	2.6	1.3
Zanthoxylum sp.	1	1.2	1.1	100.0	2.6	4.9	1.6	2.3	1.1
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	1	1.2	1.0	100.0	2.6	4.8	1.6	2.2	1.1
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	1	1.2	0.8	100.0	2.6	4.7	1.6	2.0	1.0
Jacaranda cuspidifolia Mart.	1	1.2	0.8	100.0	2.6	4.6	1.5	2.0	1.0
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.	1	1.2	0.7	100.0	2.6	4.5	1.5	1.8	0.9
Eugenia sp.	1	1.2	0.6	100.0	2.6	4.4	1.5	1.8	0.9
Terminalia triflora (Griseb.) Lillo	1	1.2	0.6	100.0	2.6	4.4	1.5	1.8	0.9
Ouratea castaneifolia (DC.) Engl.	1	1.2	0.5	100.0	2.6	4.3	1.4	1.7	0.8
Myrcia splendens (Sw.) DC.	1	1.2	0.4	100.0	2.6	4.3	1.4	1.6	0.8
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	1	1.2	0.4	100.0	2.6	4.2	1.4	1.6	0.8
Machaerium villosum Vogel	1	1.2	0.2	100.0	2.6	4.0	1.3	1.4	0.7

Espécie	P51								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Croton floribundus Spreng.	15	26.8	38.3	100.0	4.3	69.5	23.2	65.1	32.6
Machaerium stipitatum Vogel	7	12.5	20.0	100.0	4.3	36.8	12.3	32.5	16.2
Guarea guidonia (L.) Sleumer	3	5.4	18.7	100.0	4.3	28.4	9.5	24.1	12.0
Casearia sylvestris Sw.	4	7.1	2.1	100.0	4.3	13.6	4.5	9.3	4.6
Machaerium nyctitans (Vell.) Benth.	3	5.4	2.2	100.0	4.3	11.9	4.0	7.5	3.8
Luehea divaricata Mart.	3	5.4	0.6	100.0	4.3	10.3	3.4	6.0	3.0
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	2	3.6	2.0	100.0	4.3	9.9	3.3	5.5	2.8
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	2	3.6	1.9	100.0	4.3	9.8	3.3	5.4	2.7
Esenbeckia febrifuga (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.	2	3.6	1.1	100.0	4.3	9.1	3.0	4.7	2.4
Lonchocarpus cultratus (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	2	3.6	0.7	100.0	4.3	8.7	2.9	4.3	2.2
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	1	1.8	2.0	100.0	4.3	8.1	2.7	3.8	1.9
Zanthoxylum sp.	1	1.8	1.8	100.0	4.3	8.0	2.7	3.6	1.8
Myrcia splendens (Sw.) DC.	1	1.8	1.5	100.0	4.3	7.6	2.5	3.2	1.6
Siparuna guianensis Aubl.	1	1.8	1.3	100.0	4.3	7.5	2.5	3.1	1.6
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	1	1.8	1.3	100.0	4.3	7.4	2.5	3.1	1.5
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	1	1.8	1.0	100.0	4.3	7.1	2.4	2.8	1.4
Bauhinia forficata Link	1	1.8	0.9	100.0	4.3	7.0	2.3	2.7	1.3
Ficus sp.	1	1.8	0.7	100.0	4.3	6.8	2.3	2.4	1.2
Pera glabrata (Schott) Baill.	1	1.8	0.6	100.0	4.3	6.7	2.2	2.4	1.2
Cecropia pachystachya Trécul	1	1.8	0.4	100.0	4.3	6.5	2.2	2.2	1.1
Aegiphila integrifolia (Jacq.) Moldenke	1	1.8	0.3	100.0	4.3	6.5	2.2	2.1	1.1
Matayba elaeagnoides Radlk.	1	1.8	0.3	100.0	4.3	6.5	2.2	2.1	1.1
Zanthoxylum riedelianum Engl.	1	1.8	0.3	100.0	4.3	6.4	2.1	2.1	1.0

Espécie	P120								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg	36	27.1	21.6	100.0	4.0	52.6	17.5	48.6	24.3
<i>Callisthene</i> sp.	17	12.8	17.5	100.0	4.0	34.3	11.4	30.3	15.2
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	9	6.8	9.8	100.0	4.0	20.6	6.9	16.6	8.3
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	10	7.5	8.1	100.0	4.0	19.6	6.5	15.6	7.8
<i>Eugenia florida</i> DC.	10	7.5	5.4	100.0	4.0	17.0	5.7	13.0	6.5
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	7	5.3	6.4	100.0	4.0	15.7	5.2	11.7	5.8
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	5	3.8	7.7	100.0	4.0	15.5	5.2	11.5	5.7
<i>Myrcia</i> sp.	8	6.0	4.3	100.0	4.0	14.3	4.8	10.3	5.1
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	3	2.3	3.7	100.0	4.0	9.9	3.3	5.9	3.0
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	5	3.8	1.9	100.0	4.0	9.7	3.2	5.7	2.9
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	3	2.3	2.1	100.0	4.0	8.4	2.8	4.4	2.2
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	3	2.3	1.2	100.0	4.0	7.5	2.5	3.5	1.7
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	2	1.5	1.6	100.0	4.0	7.1	2.4	3.1	1.6
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	2	1.5	1.6	100.0	4.0	7.1	2.4	3.1	1.6
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	1	0.8	2.0	100.0	4.0	6.8	2.3	2.8	1.4
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	2	1.5	0.7	100.0	4.0	6.2	2.1	2.2	1.1
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	2	1.5	0.5	100.0	4.0	6.0	2.0	2.0	1.0
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	1	0.8	1.1	100.0	4.0	5.8	1.9	1.8	0.9
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	0.8	0.8	100.0	4.0	5.6	1.9	1.6	0.8
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	1	0.8	0.6	100.0	4.0	5.3	1.8	1.3	0.7
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	0.8	0.4	100.0	4.0	5.2	1.7	1.2	0.6
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1	0.8	0.3	100.0	4.0	5.0	1.7	1.0	0.5
<i>Myrcia</i> sp.	1	0.8	0.2	100.0	4.0	4.9	1.6	0.9	0.5
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1	0.8	0.2	100.0	4.0	4.9	1.6	0.9	0.5
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O.Berg	1	0.8	0.2	100.0	4.0	4.9	1.6	0.9	0.5

Espécie	P60								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	28	32.2	17.4	100.0	3.4	53.1	17.7	49.6	24.8
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	23	26.4	14.8	100.0	3.4	44.7	14.9	41.3	20.6
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	2.3	16.1	100.0	3.4	21.8	7.3	18.4	9.2
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	2.3	13.2	100.0	3.4	19.0	6.3	15.5	7.8
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	2	2.3	8.9	100.0	3.4	14.7	4.9	11.2	5.6
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	3	3.4	6.1	100.0	3.4	13.0	4.3	9.6	4.8
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	2	2.3	4.4	100.0	3.4	10.1	3.4	6.7	3.3
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	1.1	3.4	100.0	3.4	8.0	2.7	4.5	2.3
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	3	3.4	0.5	100.0	3.4	7.4	2.5	3.9	2.0
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	2	2.3	1.6	100.0	3.4	7.4	2.5	3.9	2.0
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	1	1.1	2.0	100.0	3.4	6.6	2.2	3.2	1.6
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	1.1	1.7	100.0	3.4	6.3	2.1	2.8	1.4
<i>Zanthoxylum</i> sp.	1	1.1	1.4	100.0	3.4	6.0	2.0	2.6	1.3
<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	1	1.1	1.1	100.0	3.4	5.7	1.9	2.3	1.1
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1	1.1	1.1	100.0	3.4	5.7	1.9	2.3	1.1
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	1	1.1	1.0	100.0	3.4	5.6	1.9	2.2	1.1
<i>Vitex polygama</i> Cham.	1	1.1	0.8	100.0	3.4	5.4	1.8	2.0	1.0
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	1	1.1	0.8	100.0	3.4	5.4	1.8	1.9	1.0
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1.1	0.7	100.0	3.4	5.3	1.8	1.9	0.9
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.6	0.8
<i>Bauhinia forficata</i> Link	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.6	0.8
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum	1	1.1	0.4	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8
<i>Eugenia paracatuana</i> O.Berg	1	1.1	0.4	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8
<i>Nectandra</i> sp.	1	1.1	0.4	100.0	3.4	5.0	1.7	1.5	0.8
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	1.1	0.3	100.0	3.4	4.9	1.6	1.4	0.7
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.4	0.7
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	1	1.1	0.1	100.0	3.4	4.7	1.6	1.3	0.6

<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	1.1	0.1	100.0	3.4	4.7	1.6	1.3	0.6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	1.1	0.1	100.0	3.4	4.7	1.6	1.2	0.6

Espécie	P175								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	22	18.2	21.3	100.0	3.1	42.6	14.2	39.5	19.7
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	20	16.5	11.6	100.0	3.1	31.2	10.4	28.1	14.0
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	7	5.8	21.3	100.0	3.1	30.2	10.1	27.0	13.5
<i>Moquiastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	6	5.0	10.1	100.0	3.1	18.2	6.1	15.0	7.5
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	8	6.6	8.2	100.0	3.1	18.0	6.0	14.8	7.4
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	6	5.0	3.0	100.0	3.1	11.1	3.7	8.0	4.0
<i>Bauhinia forficata</i> Link	7	5.8	1.9	100.0	3.1	10.9	3.6	7.7	3.9
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	4	3.3	3.9	100.0	3.1	10.4	3.5	7.2	3.6
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	6	5.0	0.7	100.0	3.1	8.7	2.9	5.6	2.8
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	1	0.8	4.5	100.0	3.1	8.4	2.8	5.3	2.6
<i>Zanthoxylum</i> sp.	4	3.3	1.4	100.0	3.1	7.8	2.6	4.7	2.4
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	3	2.5	2.0	100.0	3.1	7.6	2.5	4.5	2.2
<i>Machaerium villosum</i> Vogel	3	2.5	0.8	100.0	3.1	6.4	2.1	3.3	1.7
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	2.5	0.8	100.0	3.1	6.4	2.1	3.2	1.6
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	3	2.5	0.6	100.0	3.1	6.2	2.1	3.0	1.5
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	1	0.8	1.9	100.0	3.1	5.8	1.9	2.7	1.4
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F.Macbr.	2	1.7	0.8	100.0	3.1	5.6	1.9	2.4	1.2
<i>Erythrina</i> sp.	1	0.8	1.0	100.0	3.1	4.9	1.6	1.8	0.9
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	1	0.8	0.9	100.0	3.1	4.9	1.6	1.7	0.9
<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	1	0.8	0.9	100.0	3.1	4.8	1.6	1.7	0.8
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	1	0.8	0.5	100.0	3.1	4.5	1.5	1.4	0.7
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	1	0.8	0.3	100.0	3.1	4.3	1.4	1.1	0.6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	0.8	0.3	100.0	3.1	4.2	1.4	1.1	0.6
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	1	0.8	0.3	100.0	3.1	4.2	1.4	1.1	0.5
<i>Solanum</i> sp.	1	0.8	0.2	100.0	3.1	4.2	1.4	1.0	0.5
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	1	0.8	0.2	100.0	3.1	4.2	1.4	1.0	0.5
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	0.8	0.2	100.0	3.1	4.1	1.4	1.0	0.5
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	0.8	0.1	100.0	3.1	4.1	1.4	1.0	0.5
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	1	0.8	0.1	100.0	3.1	4.1	1.4	1.0	0.5
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1	0.8	0.1	100.0	3.1	4.1	1.4	0.9	0.5
<i>Duguetia lanceolata</i> A.St.-Hil.	1	0.8	0.1	100.0	3.1	4.1	1.4	0.9	0.5
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	1	0.8	0.1	100.0	3.1	4.1	1.4	0.9	0.5

Espécie	P20								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	58	45.7	33.2	100.0	3.8	82.7	27.6	78.8	39.4
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	17	13.4	19.9	100.0	3.8	37.1	12.4	33.3	16.6
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	6.3	8.3	100.0	3.8	18.5	6.2	14.6	7.3
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	2	1.6	8.1	100.0	3.8	13.5	4.5	9.7	4.8
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	8	6.3	2.8	100.0	3.8	13.0	4.3	9.1	4.6
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1	0.8	5.6	100.0	3.8	10.3	3.4	6.4	3.2
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	2	1.6	4.4	100.0	3.8	9.9	3.3	6.0	3.0
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3	2.4	1.7	100.0	3.8	7.9	2.6	4.1	2.1
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	2	1.6	2.3	100.0	3.8	7.7	2.6	3.9	1.9
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	3	2.4	1.2	100.0	3.8	7.4	2.5	3.6	1.8
<i>Eugenia florida</i> DC.	3	2.4	0.8	100.0	3.8	7.0	2.3	3.2	1.6
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	3	2.4	0.8	100.0	3.8	7.0	2.3	3.1	1.6
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	2	1.6	1.3	100.0	3.8	6.8	2.3	2.9	1.5
<i>Inga vera</i> Willd.	1	0.8	2.1	100.0	3.8	6.7	2.2	2.8	1.4
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	2	1.6	1.2	100.0	3.8	6.6	2.2	2.7	1.4
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	1	0.8	1.3	100.0	3.8	6.0	2.0	2.1	1.1
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	2	1.6	0.4	100.0	3.8	5.8	1.9	2.0	1.0
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schtdl.	1	0.8	1.1	100.0	3.8	5.7	1.9	1.8	0.9

Colubrina glandulosa Perkins	1	0.8	1.0	100.0	3.8	5.6	1.9	1.8	0.9
Machaerium stipitatum Vogel	1	0.8	0.6	100.0	3.8	5.3	1.8	1.4	0.7
Senna multijuga (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	1	0.8	0.6	100.0	3.8	5.3	1.8	1.4	0.7
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	1	0.8	0.4	100.0	3.8	5.0	1.7	1.2	0.6
Cordia ecalyculata Vell.	1	0.8	0.3	100.0	3.8	4.9	1.6	1.1	0.5
Alchornea triplinervia (Spreng.) Müll.Arg.	1	0.8	0.2	100.0	3.8	4.9	1.6	1.0	0.5
Guarea guidonia (L.) Sleumer	1	0.8	0.2	100.0	3.8	4.8	1.6	1.0	0.5
Myrcia tomentosa (Aubl.) DC.	1	0.8	0.1	100.0	3.8	4.8	1.6	0.9	0.5

Espécie	P23								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr.	30	34.1	45.9	100.0	3.4	83.4	27.8	80.0	40.0
Croton floribundus Spreng.	11	12.5	16.9	100.0	3.4	32.9	11.0	29.4	14.7
Casearia sylvestris Sw.	7	8.0	7.4	100.0	3.4	18.8	6.3	15.3	7.7
Pera glabrata (Schott) Baill.	5	5.7	3.7	100.0	3.4	12.8	4.3	9.4	4.7
Tapirira guianensis Aubl.	2	2.3	4.9	100.0	3.4	10.6	3.5	7.1	3.6
Virola sebifera Aubl.	2	2.3	4.5	100.0	3.4	10.3	3.4	6.8	3.4
Guazuma ulmifolia Lam.	3	3.4	2.4	100.0	3.4	9.3	3.1	5.9	2.9
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.	2	2.3	1.2	100.0	3.4	6.9	2.3	3.5	1.7
Holocalyx balansae Micheli	2	2.3	1.0	100.0	3.4	6.8	2.3	3.3	1.7
Luehea divaricata Mart.	2	2.3	1.0	100.0	3.4	6.7	2.2	3.2	1.6
Lonchocarpus cultratus (Vell.) A.M.G.Azevedo & H.C.Lima	2	2.3	0.7	100.0	3.4	6.5	2.2	3.0	1.5
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	2	2.3	0.7	100.0	3.4	6.4	2.1	2.9	1.5
Trichilia pallida Sw.	2	2.3	0.5	100.0	3.4	6.2	2.1	2.8	1.4
Nectandra lanceolata Nees	1	1.1	1.3	100.0	3.4	5.8	1.9	2.4	1.2
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	1	1.1	1.2	100.0	3.4	5.8	1.9	2.4	1.2
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.	1	1.1	1.2	100.0	3.4	5.7	1.9	2.3	1.1
Centrolobium tomentosum Guillem. ex Benth.	1	1.1	0.9	100.0	3.4	5.5	1.8	2.0	1.0
Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. & Planch.	1	1.1	0.7	100.0	3.4	5.3	1.8	1.8	0.9
Handroanthus ochraceus (Cham.) Mattos	1	1.1	0.7	100.0	3.4	5.3	1.8	1.8	0.9
Cupania vernalis Cambess.	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.7	0.8
Matayba elaeagnoides Radlk.	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.6	0.8
Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.6	0.8
Machaerium stipitatum Vogel	1	1.1	0.5	100.0	3.4	5.1	1.7	1.6	0.8
Inga vera Willd.	1	1.1	0.3	100.0	3.4	4.9	1.6	1.4	0.7
Siparuna guianensis Aubl.	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.4	0.7
Bauhinia forficata Link	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.4	0.7
Myrcia splendens (Sw.) DC.	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.3	0.7
Myrciaria floribunda (H.West ex Willd.) O.Berg	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.3	0.7
Cariniana estrellensis (Raddi) Kuntze	1	1.1	0.2	100.0	3.4	4.8	1.6	1.3	0.7

Espécie	P15								
	N	DeR	DoR	FrA	FR	IVI	VI%	IVC	VC%
Moquiniastrium polymorphum (Less.) G. Sancho	11	15.1	29.4	100.0	3.6	48.0	16.0	44.5	22.2
Copaifera langsdorffii Desf.	3	4.1	18.6	100.0	3.6	26.2	8.7	22.7	11.3
Tapirira guianensis Aubl.	6	8.2	7.0	100.0	3.6	18.8	6.3	15.2	7.6
Casearia sylvestris Sw.	5	6.8	7.3	100.0	3.6	17.7	5.9	14.2	7.1
Terminalia triflora (Griseb.) Lillo	6	8.2	4.6	100.0	3.6	16.4	5.5	12.8	6.4
Pterogyne nitens Tul.	4	5.5	6.6	100.0	3.6	15.7	5.2	12.1	6.0
Pera glabrata (Schott) Baill.	6	8.2	3.1	100.0	3.6	14.9	5.0	11.3	5.6
Machaerium hirtum (Vell.) Stellfeld	5	6.8	3.3	100.0	3.6	13.7	4.6	10.1	5.1
Croton floribundus Spreng.	1	1.4	5.2	100.0	3.6	10.2	3.4	6.6	3.3
Ixora venulosa Benth.	3	4.1	1.3	100.0	3.6	8.9	3.0	5.4	2.7
Guazuma ulmifolia Lam.	2	2.7	1.7	100.0	3.6	8.0	2.7	4.5	2.2
Myrsine gardneriana A.DC.	2	2.7	1.2	100.0	3.6	7.5	2.5	3.9	2.0
Colubrina glandulosa Perkins	2	2.7	1.2	100.0	3.6	7.5	2.5	3.9	1.9
Vochysia tucanorum Mart.	2	2.7	0.7	100.0	3.6	7.0	2.3	3.4	1.7
Matayba elaeagnoides Radlk.	2	2.7	0.5	100.0	3.6	6.9	2.3	3.3	1.6

<i>Viola sebifera</i> Aubl.	1	1.4	1.3	100.0	3.6	6.3	2.1	2.7	1.4
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1	1.4	1.2	100.0	3.6	6.2	2.1	2.6	1.3
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	1.4	1.0	100.0	3.6	5.9	2.0	2.4	1.2
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	1.4	0.9	100.0	3.6	5.8	1.9	2.2	1.1
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	1	1.4	0.8	100.0	3.6	5.7	1.9	2.1	1.1
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	1.4	0.7	100.0	3.6	5.6	1.9	2.0	1.0
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1	1.4	0.5	100.0	3.6	5.4	1.8	1.9	0.9
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1.4	0.5	100.0	3.6	5.4	1.8	1.8	0.9
<i>Ficus</i> sp.	1	1.4	0.4	100.0	3.6	5.3	1.8	1.7	0.9
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	1	1.4	0.4	100.0	3.6	5.3	1.8	1.7	0.9
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	1	1.4	0.4	100.0	3.6	5.3	1.8	1.7	0.9
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	1	1.4	0.2	100.0	3.6	5.2	1.7	1.6	0.8
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1	1.4	0.2	100.0	3.6	5.2	1.7	1.6	0.8

Nota: N = número de indivíduos; DeR = Densidade relativa; DoR = Dominância relativa; FrA= Frequência absoluta; FR = Frequência relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; VI% = Valor de Importância Relativo; IVC = Índice de Valor de Cobertura; VC% = Valor de Cobertura Relativo.