

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**FITOSSOCIOLOGIA, DINÂMICA E BIOMASSA DE UM FRAGMENTO DA
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL - PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

QOHELET JOSÉ IANISKI VERES

IRATI - PR

2012

QOHÉLET JOSÉ IANISKI VERES

**FITOSSOCIOLOGIA, DINÂMICA E BIOMASSA DE UM FRAGMENTO DA
FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL - PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Co-orientador: Prof. Dr. Gabriel de Magalhães Miranda

Co-orientador: Prof. Dr. Rafaelo Balbinot

IRATI - PR

2012

Catálogo na Fonte
Biblioteca da UNICENTRO

V492f VERES, Qohelet José Ianiski
Fitossociologia, dinâmica e biomassa de um fragmento da floresta
estacional semidecidual - Paraná / Qohelet José Ianiski Veres. – Irati, PR
: UNICENTRO, 2012.

99f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade
Estadual do Centro-Oeste, PR

Orientador : Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick

Coorientador : Prof. Dr. Rafaelo Balbinot

Prof. Dr. Gabriel Magalhães Miranda

1. Engenharia Florestal – diversidade arbórea. 2. Estoque de carbono.
I. Watzlawick, Luciano Farinha. II. Balbinot, Rafaelo. III. Miranda,
Gabriel Magalhães. IV. Título.

CDD 20ª ed. 634.9



Universidade Estadual do Centro-Oeste

Reconhecida pelo Decreto Estadual nº 3.444, de 8 de agosto de 1997

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PARECER

Defesa Nº 44

A Banca Examinadora instituída pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Campus de Irati, após arguir o mestrando **Qohelet José Ianiski Veres** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "FITOSSOCIOLOGIA, DINÂMICA E BIOMASSA DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do estudante, habilitando-o ao título de **Mestre em Ciências Florestais**, Área de Concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais.

Irati-PR, 31 de agosto de 2012.

Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Primeiro Examinador

Dr. Rafaelo Balbinot
Universidade Federal de Santa Maria
Segundo Examinador

Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Home Page: <http://www.unicentro.br>

Ao meu pai Mesaque Kecot Veres e minha mãe Claudenice Ianiski, e aos meus irmãos Paulo Rvah, Thomas Breithner, Raissa Aleixo, Indiamara Veres, Gabriel Broday e Mateus Veres, dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, infinita fonte de sabedoria, ciência e paciência.

Aos meus pais pelo incentivo, educação e orientação.

Ao orientador, Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick, “Dom Farinha”, pelo grande estímulo, sólida amizade, conselhos profissionais e pessoais, meu muito obrigado.

Aos Professores Dr. Gabriel de Magalhães Miranda, Dr. Rafaelo Balbinot e Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira pelas correções e contribuições que foram de enorme valia.

Ao programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Florestais, da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO.

Aos professores da Universidade Estadual do Centro Oeste que contribuíram na formação da graduação e da pós graduação, tanto ética quanto profissionalmente.

À Fundação Rureco, que possibilitou o desenvolvimento desse estudo em São José das Palmeiras - PR.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa.

Aos funcionários e colegas já mestres, pelos bons momentos do curso.

À Francielli Teleginski e ao meu filho Lucas Henrique Veres, pelo amor e paciência.

Aos companheiros que auxiliaram na coleta e digitação dos dados: MSc Aurélio Lourenço Rodrigues, MSc. Ângelo Augusto Ebling, MSc Raul Silvestre, MSc Patrikk John Martin, Regiane Aparecida Ferreira, Thomas Breitner Ianiski Pereira, Acadêmico de Agronomia Elito Ianiski, Técnico Florestal Gerson Luiz Lopes pela identificação das espécies florestais e ao Técnico Florestal Wilian Leandro Broday pela ajuda na elaboração do mapa.

E a todos que contribuíram de uma forma ou outra na elaboração deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	3
1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA	5
1.1. Referencial Teórico.....	5
1.1.1. Floresta Estacional Semidecidual Submontana.....	5
1.1.2. Composição Florística e Fitossociologia.....	7
1.1.3. Dinâmica de Crescimento em Florestas Secundárias.....	8
1.1.3.1. Crescimento	10
1.1.3.2. Ingresso.....	10
1.1.3.3. Mortalidade.....	10
1.1.4. Aquecimento Global	11
1.1.5. Carbono e as Florestas.....	11
1.1.6. Determinação de Biomassa e Carbono Estocado em Florestas.....	12
1.1.6.1. Método Direto	13
1.1.6.2. Métodos Indiretos	14
a) Fator de Conversão	14
b) Modelos Alométricos.....	14
1.2. Material e Métodos	16
1.2.1. Caracterização da Área de Estudo.....	16
1.2.2. Instalação da Unidade Amostral	18
1.2.3. Suficiência da Amostragem	19
1.3 Referências	20

2. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS – PR.....	25
RESUMO	25
Abstract.....	26
2.1 Introdução	27
2.2 Material e Métodos	28
2.3. Resultados e Discussão	28
2.3.3 Estrutura Horizontal	32
2.4. Conclusões.....	36
2.5 Referências	37
3. DINÂMICA DE CRESCIMENTO EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS - PR	40
RESUMO	40
Abstract.....	41
3.1. Introdução	42
3.2. Material e Métodos	43
3.3. Resultados e Discussão	43
3.3.1. Distribuição Diamétrica	43
3.3.2. Dinâmica da Floresta.....	45
3.3.2.1. Incremento Diamétrico	45
3.3.2.2. Evolução da Área Basal.....	49
3.3.2.3. Ingresso e Mortalidade	50
3.4. Conclusões	51
3.5. Referências	52

4. ESTIMATIVAS DE BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO PARA UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL - PARANÁ	56
RESUMO	56
Abstract.....	57
4.1. Introdução	58
4.2. Material e Métodos	59
4.3. Resultados e Discussão	63
4.3.1. Conjunto de Dados Utilizados no Ajuste das Equações	63
4.3.2. Teor de Carbono para as Espécies e para os Componentes	65
4.3.3. Estimativa da Biomassa Acima do Solo e Estimativa de Carbono Estocado Total	67
4.3.4. Estimativa da Biomassa e Estimativa de Carbono Estocado dos Galhos Vivos.....	71
4.3.5. Estimativa da biomassa e estimativa de carbono da folhagem	75
4.3.6. Estimativa da Biomassa e Carbono Estocado na Madeira do fuste	79
4.3.7. Estimativa da biomassa e estimativa de carbono da casca do fuste.....	82
4.3.8. Estimativas da Biomassa e Carbono orgânico na Serapilheira	86
4.3.9. Biomassa e Carbono para o Sub-bosque	87
4.3.10. Síntese dos resultados.....	87
4.3.11. Dióxido de Carbono efetivamente seqüestrado e montante gerado em 40 anos de Projeção.....	90
4.4 Conclusões	94
4.5 Referências	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Unidade Amostral em São João das Palmeiras – PR.....	17
Figura 2: Disposição das subunidades amostrais na área de estudo, município de São José das Palmeiras, PR.	18
Figura 3: Curva espécie/área para avaliação da suficiência amostral em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	29
Figura 4: Distribuição Diamétrica das espécies amostradas no fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, PR, 2007 e 2011	44
Figura 5: Incremento Médio Anual durante os anos de 2007 a 2011, por classes de DAP	48
Figura 6: Evolução da Área Basal por hectare para os anos de medição.	49
Figura 7: Número de árvores mortas e ingressas por classes de DAP (cm), para o período de 4 anos.....	50
Figura 8: Distribuição dos resíduos por classe de diâmetro das equações para biomassa aérea total.	70
Figura 9: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para a biomassa dos galhos vivos.	74
Figura 10: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da madeira das folhas.	78
Figura 11: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da madeira do fuste.	81
Figura 12: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da casca.	85
Figura 13: Projeção da Estrutura Diamétrica de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.....	91
Figura 14: Projeções de carbono estocado no período de 2011 – 2031 em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de espécies amostradas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.....	30
Tabela 2: Parâmetros Fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Estacional Semidecidual, São José das Palmeiras, PR – 2007	33
Tabela 3: Incremento Periódico Anual (IPA) das espécies amostradas na Floresta Estacional Semidecidual, entre 2007 a 2011.....	45
Tabela 4: Modelos utilizados para estimar biomassa e carbono estocado em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual.....	61
Tabela 5: Lista de indivíduos e respectivas espécies selecionadas para ajuste dos modelos alométricos	64
Tabela 6: Teor de Carbono para os indivíduos amostrados e para os respectivos componentes	66
Tabela 7: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa acima do solo para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.....	68
Tabela 8: Equações para estimativa da biomassa dos galhos vivos em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	72
Tabela 9: Equações para estimativa da biomassa da folhagem em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	76
Tabela 10: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa da madeira do fuste em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	79
Tabela 11: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa da casca do fuste em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	83
Tabela 12: Equações selecionadas para biomassa acima do solo e estatísticas de regressão...	88
Tabela 13: Estoque de biomassa e carbono orgânico nos componentes arbóreos, na Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras-PR.....	89
Tabela 14: Biomassa e carbono estimados para os compartimentos de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.	89
Tabela 15: Projeção da Distribuição do Carbono Estocado Total por ano e por classe diamétrica.	92

RESUMO GERAL

O presente estudo teve como objetivos abordar a Floresta Estacional Semidecidual nos aspectos das relações florísticas e fitossociológicas, conhecer os seus processos dinâmicos, estimar a quantidade de biomassa acumulada e carbono seqüestrado em seus diversos componentes, e por fim, realizar uma avaliação econômica atual e futura do capital estocado na floresta. A floresta em questão localiza-se no município de São José das Palmeiras, região Oeste do Estado do Paraná. Foram coletados os dados de diâmetro à altura do peito - DAP (cm) e altura (m) de todas as árvores com $DAP \geq 5$ cm, procedentes de uma unidade amostral permanente, com área de 5000 m², subdividida em 50 subunidades de 100m², que foram instaladas em 2007 e remedidas em 2011. Em relação ao aspecto fitossociológico, realizada em 2007, foram registrados 779 indivíduos arbóreos, sendo 102 indivíduos mortos em pé e 677 vivos, distribuídos em 31 famílias, 56 gêneros, e 61 espécies. Destacaram-se em número de espécies as famílias Fabaceae (27,47%), Verbenaceae (15,51%), Euphorbiaceae (7,39%), Meliaceae (5,61%), seguidos por Malvaceae (4,87%) e Rutaceae (4,87%), representando 65 % do total de espécies encontradas. Em relação ao aspecto florístico, o fragmento apresentou uma riqueza de espécies considerável, com altos valores de Shannon e Pielou. Com isso pode-se observar que o fragmento é bem conservado, caracterizando uma floresta em estágio inicial de regeneração. Em 2011, foram registrados os indivíduos mortos, remensurados os sobreviventes e mensurados e identificados os indivíduos recrutados ($DAP > 5$ cm). A área basal/hectare manteve-se praticamente a mesma, com queda de 0,30 m²/ha, sendo influenciada pela alta taxa de mortalidade anual (5,98%) e pequena taxa de ingresso (3,32%). O incremento médio anual (IMA) para todas as espécies foi de 0,20 cm, variando de 0,03 a 0,76 cm. As espécies *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez obtiveram IMA de 0,86 cm e 0,32 cm respectivamente, elevando assim o IMA médio para as últimas classes de diâmetro. Foram abatidas 32 árvores-amostra para o ajuste das equações alométricas, as quais foram selecionadas por meio do ranqueamento do valor de importância (VI). Os componentes das árvores foram separados em casca, fuste, folhas, miscelânea, galhos vivos, galhos mortos e total. Foram selecionadas as equações que obtiveram os melhores valores referentes às estatísticas de regressão, R² ajustado e Syx%, bem como por análise visual do gráfico de dispersão dos resíduos. A prognose da distribuição diamétrica foi realizada pelo método da razão de movimentos. Na avaliação econômica foi estimado o Valor

produtivo do povoamento referente à capacidade atual e futura de fixação do carbono. Os coeficientes de determinação (R^2 adj.) para as equações selecionadas variaram de 0,11 a 0,90 e erro 141,89 a 41,53%, para biomassa dos componentes, e de 0,03 a 0,87 para R^2 adj. e 143,64 a 46,20% de erro, para carbono estocado nos componentes. Estimou-se em 42,1 ton.ha^{-1} para biomassa total e 29,39 ton.ha^{-1} para carbono estocado total. Para o fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, há um maior estoque de carbono na madeira do fuste > galhos vivos > folhas > casca do fuste > galhos mortos > miscelânea. Utilizando as distribuições diamétricas futuras por meio do método da razão de movimentos estimou-se o carbono estocado total (aérea + raízes), de 4 em 4 anos, até atingir o ano de 2031. Utilizou-se o valor de U\$ 9,28 por tonelada de Dioxido de carbono efetivamente sequestrado. O valor produtivo para o povoamento atingiu R\$ 299,95 por hectare/ano.

Palavras-chave: diversidade arbórea, crescimento, mortalidade e ingresso, estoque de carbono

ABSTRACT

The present study aimed to address the Semideciduous Forest aspects of floristic and phytosociological relationships, knowing their dynamic processes, estimate the amount of accumulated biomass and carbon sequestered in its various components, and finally perform an economic evaluation of current and future capital stored in the forest. The work was conducted in the municipality of São José das Palmeiras, western region of Paraná State. Data consisted in collected diameter at breast height - DBH (cm) and height (m) of all trees with $DBH \geq 5$ cm, coming from a permanent sample plot, with an area of 5000 m², divided into 50 subunits of 100m², that were installed in 2007 and remeasured in 2011. Regarding the phytosociological aspects 779 individual trees were recorded, of which 102 individuals standing dead and 677 alive, distributed in 31 families, 56 genera and 61 species. Stood out in number of species families Fabaceae (27.47%), Verbenaceae (15.51%), Euphorbiaceae (7.39%), Meliaceae (5.61%), followed by Malvaceae (4.87%) and Rutaceae (4.87%), they gathered 65% of the total species found. In relation to floristic aspect, the fragment showed a considerable richness of species with high values of Shannon and Pielou. Thus it can be seen that the fragment is well maintained, featuring a forest in initial stage of regeneration. In 2011, there were individuals killed, measured and remeasured the survivors identified and recruited individuals ($DBH > 5$ cm). The basal area / hectare remained virtually the same, with a drop of 0.30 m² / ha, being influenced by the high annual mortality rate (5.98%) and small entrance fee (3.32%). Due to mortality, six species no longer exist in the survey, but three other new species arose. The mean annual increment (MAI) for all species was 0.20 cm, ranging from 0.03 to 0.76 cm. The species *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. and *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez obtained IMA of 0.86 cm and 0.32 cm respectively, bringing the average for the last IMA diameter classes. 32 trees were felled samples for adjustment of allometric equations, which were selected by means of ranking the importance value (IV). Once the components were separated in the trees bark, stem, leaves, miscellaneous, live and dead branches, was also adjusted to the total. We selected the equations that have the best values for the regression statistics, adjusted R² and Syx%, as well as by visual analysis of the scatter plot of the residuals. The prognosis of the distribution of the diameter distribution was performed by reason of movements. In assessing the economic value was estimated productive capacity of the stand on the current and future carbon sequestration. The

coefficient of determination (R^2 adj.) For the selected equations ranged from 0.11 to 0.90 and error 141.89 to 41.53% for biomass components, and between 0.03 and 0.87 for R^2 adj. and from 143.64 to 46.20% error for carbon stored in the components. Was estimated at 42.1 ton.ha⁻¹ to total biomass and 29.39 ton.ha⁻¹ to total carbon stored. For the seasonal semideciduous forest fragment, there is a greater carbon storage in wood bole > live branches > leaves > bark bole > dead branches > miscellaneous. Using the future diameter distributions by the method ratio was estimated motion carbon stored total (air + roots) of 4 in 4 years, up to the year 2031, used the value of U \$ 9.28 per ton of carbon dioxide effectively sequestered. The productive value to the settlement reached U.S. \$ 299.95 per hectare / year.

Key-words: arboreal diversity, growth, mortality and recruitment, carbon storage.

1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1.1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1. Floresta Estacional Semidecidual Submontana

A formação Floresta Estacional é conhecida também como mata do interior ou ainda mata branca, que se deve ao seu aspecto fisionômico em época de estiagem, ocasionado pela queda das folhas de parte dos indivíduos. Conforme IBGE (1992), dependendo do percentual de árvores do estrato superior que possuem a característica da decidualidade, a Floresta Estacional divide-se em duas, assim sendo, quando mais de 50% das árvores presentes no dossel perdem as folhas, esta é classificada como Estacional Decidual, e quando o número de indivíduos for inferior a este, variando de 20 a 50%, classifica-se como Floresta Estacional Semidecidual (FES). Essa característica fisionômica da semidecidualidade na estação desfavorável é praticamente restrita aos estratos superiores e parece ter correlação principalmente com os parâmetros climáticos, quer históricos ou atuais (LEITE, 1994).

A FES ocorre em grande extensão territorial do Brasil, indo desde o sul da Bahia, com manchas dispersas no nordeste, sul do Espírito Santo, norte do Rio de Janeiro, leste de Minas Gerais, oeste de São Paulo, oeste de Mato Grosso, extremo sul do Mato Grosso do Sul, extremo sul de Goiás, sudoeste e norte do Paraná, e oeste do Rio Grande do Sul, nas proximidades de Porto Alegre, coincidindo com a bacia do rio dos Sinos e nas encostas orientais da Serra do Sudeste.

Conforme Veloso e Góes Filho (1982), a floresta localizada na bacia do Rio Paraná, não possui períodos de estiagem e chuvas prolongadas, e é distribuída ao longo do ano com períodos de baixa temperatura no inverno, e geadas pouco frequentes.

No Paraná, esta formação florestal encontra-se ao lado esquerdo da bacia do rio Paranapanema, a partir do rio Itararé, e as bacias de todos os afluentes da margem esquerda do rio Paraná, desde o rio Paranapanema até a bacia do rio Iguaçu (IBGE, 1992). Distribui-se sobre solos derivados principalmente de derrames basálticos (Latosolo Roxo e Terra Roxa Estruturada) e das coberturas sedimentares (Latosolo Vermelho Escuro e Podzólico Vermelho Escuro).

Por desenvolver-se, na maioria das vezes, em condições naturais, não perturbadas, os fatores determinantes de cada fisionomia estão relacionados principalmente à fertilidade dos

solos, considerada alta sob as florestas estacionais (LUGO *et al.*, 2006), tanto do ponto de vista químico quanto físico, ocorrem em solos com maior disponibilidade de água durante a estação seca (RIBEIRO e WALTER, 1998). Tais aspectos de fertilidade do solo aliados ao grande potencial madeireiro de suas espécies, levaram a Floresta Estacional Semidecidual a ser reduzida a pequenos fragmentos, e em geral, muito alterada e em diferentes fases de sucessão (SANQUETTA, 2000).

Conforme a altitude, a FES enquadra-se em diferentes formações, podendo ser Aluviais, Terras Baixas, Submontana e Montana, sendo que a formação Floresta estacional Semidecidual Submontana no estado do Paraná, abrange as regiões norte e oeste, onde a altitude varia entre 800 m e 200 m (RODERJAN *et al.* 2002). Os poucos remanescentes preservados da formação florestal são, portanto, de grande valor ecológico e taxonômico, funcionando como uma coleção viva de espécies representativas da flora local e de sua diversidade genética, bem como banco de informações acerca da estrutura e funcionamento desse tipo de ecossistema (ORTEGA e ENGEL, 1992).

Segundo Veloso *et al.* (1991), nas encostas interioranas das serras marítimas, os gêneros dominantes, com indivíduos caducifólios, são os mesmos que ocorrem na floresta atlântica, como *Cedrela*, *Parapitdenia* e *Cariniana*, mas nos estados do Paraná e São Paulo, o gênero dominante é *Aspidosperma*. Conforme Roderjan (2002), a Floresta Estacional Semidecidual tem como espécies típicas do dossel a *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (peroba) que é a espécie mais evidente, sendo comuns também *Tabebuia heptaphylla* (Vell.), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (pau marfim), *Ficus luschnathiana* (figueira), *Gallesia gorazema* (Vell.) Moq. (pau d'alho), *Holocalyx balansae* Micheli (pau alecrim), *Astronium graveolens* Jack. (guarita), *Pterogyne nitens* Tul. (amendoim bravo), *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk. (Maria preta) e *Chorisia speciosa* A. St.-Hil. (paineira).

Prado (2000) identificou ainda algumas espécies-chave indicadoras dessas formações florestais na América do Sul, principalmente *Anadenanthera colubrina* var. *colubrina*, sinonímia de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, entre outras 30 espécies, as quais mostram sua expansão geográfica e concentração em três unidades claramente definidas e conectadas entre si, uma na caatinga, no nordeste do Brasil; outra na bacia do rio Paraná-Paraguai, no nordeste da Argentina, leste do Paraguai e

sudoeste do Mato Grosso do Sul; e a terceira, nas florestas sub-andinas do sudoeste da Bolívia e noroeste da Argentina.

Após vários levantamentos realizados nas Florestas Estacionais Semidecíduais do Paraná, Isernhagen *et al.* (2001), observaram o predomínio das famílias Lauraceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rutaceae e as do grupo das leguminosas.

1.1.2. Composição Florística e Fitossociologia

Segundo Sanquetta *et al.* (2003), para manejar, racionalmente, florestas alteradas por segundas ações antrópicas é preciso conhecer e respeitar sua capacidade regenerativa e produtiva, o que torna necessário estudos mais aprofundados nesse sentido.

Um estudo fitossociológico não é somente conhecer as espécies que compõem a flora, mas também como elas estão arrançadas, sua interdependência, como funcionam, como crescem e como se comportam no fenômeno de sucessão (RODRIGUES e PIRES, 1988). A fitossociologia, como ciência, é uma área muito ampla e complexa, pois estuda o agrupamento das plantas bem como sua inter-relação e dependência a os fatores bióticos em determinado ambiente (BRAUN-BLANQUET, 1979)

Para o levantamento fitossociológico do conjunto de plantas em uma determinada área, faz-se necessário conhecer as medidas de densidade, frequência e dominância. Essas medidas hoje são empregadas e consolidadas em todos os trabalhos de levantamento fitossociológicos realizados por vários pesquisadores da área florestal e biológica (LONGHI, 1997).

A abundância (densidade), dominância e frequência são dados estruturais que revelam aspectos essenciais na composição florística das florestas, conforme Longhi (1980), mas sempre são somente enfoques parciais, que isoladas não dão a informação requerida sobre a estrutura florística da vegetação em conjunto, os autores afirmam que para a análise da vegetação é importante encontrar um valor que permita uma visão mais abrangente da estrutura das espécies ou que caracterize a importância de cada espécie no conglomerado total do povoamento. O índice do valor de importância (IVI) é a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com finalidade de atribuir um valor para elas dentro da comunidade vegetal a que pertencem (MATTEUCCI e COLMA, 1982). O Índice de

Valor de Cobertura (IVC) de cada espécie é obtido pela soma dos valores relativos de densidade e dominância.

Uma espécie vegetal, embora apresente uma grande ocorrência em uma determinada área, sua distribuição espacial, nas diferentes classes de tamanho, pode ser bastante irregular. O grau de agregação pode apresentar diferentes valores, com as plantas das menores classes de tamanho apresentando tendência ao agrupamento e as plantas das maiores classes de tamanho podendo ocorrer de maneira fortemente agrupada (CARVALHO, 1983). O índice de Payandeh determina o grau de agregação da espécie, por meio da relação existente entre a variância do número de indivíduos, por parcela, e a média do número de indivíduos (BARROS e MACHADO, 1984). Quando $P_i < 1,0$, ocorre o não agrupamento ou aleatório; quando $1,0 \leq P_i < 1,5$ indica tendência ao agrupamento e, quando $P_i \geq 1,5$ indica agrupamento ou agregação.

A definição da diversidade é complexa, pois essa é afetada por dois elementos fundamentais, a variação do número de espécies e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies (WALKER, 1989). Esta definição está explicitada nos índices de Shannon e equabilidade de Pielou, que abrangem estas duas variáveis, sendo que a equabilidade de Pielou representa a proporção da diversidade de espécies encontradas na amostragem atual em relação à diversidade máxima que a comunidade poderá atingir e também a uniformidade da repartição dos indivíduos entre as espécies. O valor mínimo é zero e o máximo um, representando equabilidade baixa e alta, respectivamente (ODUM, 1986).

O parâmetro de suficiência amostral no qual, um aumento de 10% na área amostrada não implica em um aumento superior a 10% do número total de espécies já levantadas, conforme Lamprecht (1990) resulta na curva espécie - área, que apresenta graficamente a estabilização, ou seja, visivelmente identifica-se na curva o “ponto onde se inicia o patamar”.

1.1.3. Dinâmica de Crescimento em Florestas Secundárias

As florestas secundárias apresentam algumas características peculiares tais como: a composição e as estruturas não dependem somente do sítio, mas igualmente da idade, alterando-se com a sucessão gradual; os povoamentos mais jovens possuem uma estrutura mais simples e são consideravelmente mais pobres em espécies do que florestas primárias em condições de sítios comparáveis (LAMPRECHT, 1990).

Segundo Glennlewin e van der Maarel (1992), sucessão secundária é o reaparecimento de uma vegetação preexistente após um distúrbio, freqüentemente a partir do banco de sementes e, ou, de plântulas existentes no solo. Para Corlett (1994), o termo floresta secundária deve estar restrito aos efeitos que interrompem a continuidade da floresta primária, levando a modificações estruturais e/ou florísticas.

Os processos dinâmicos, de intensidade variável, que ocorrem nessas florestas tendem a produzir mudanças na composição florística, na fisionomia e na estrutura, no decorrer dos anos (BUDOWSKI, 1966). As florestas secundárias variam em fisionomia e composição florística, segundo a idade, o tipo de solo em que crescem e a natureza das intervenções a que foram submetidas. Essas florestas podem ser divididas, segundo a idade, em secundárias jovens (menos de 20 anos) e secundárias tardias, entre 25 e 100 anos (FERREIRA, 1997).

Um ecossistema em evolução começa por fases pioneiras, que são substituídas por uma série de comunidades de maior maturidade, até que se desenvolva uma comunidade mais estável, em equilíbrio com as condições locais. A série completa das comunidades desenvolvidas numa determinada situação é denominada de sere; as transitórias de fases serais ou comunidades serais e o produto final do processo de sucessão, em que a comunidade atinge um equilíbrio dinâmico com as condições locais, é que se conhece como clímax (ODUM, 1977).

Segundo Carvalho (1997), a formação de clareiras é o início da dinâmica de uma floresta, provocando mudanças nas características edafoclimáticas, dando início ao processo de sucessão vegetal. Conforme Barros (1980), o contínuo aparecimento de indivíduos no estrato inferior da floresta limita o espaço do crescimento das árvores novas, em consequência do aumento da densidade, propiciando a eliminação de elementos menos capazes de competir. A morte de árvores grandes do estrato superior promove a abertura de clareiras. Esse espaço é ocupado pelas árvores que se encontram no estrato imediato inferior que, por sua vez, proporcionam o estabelecimento de novos indivíduos, provocando uma distribuição de idades heterogêneas dos indivíduos que conformam a floresta.

O ingresso, o crescimento e a mortalidade são o resultado final do processo da dinâmica na formação dos povoamentos multiâneos (MOSCOVICH, 2006). Os estudos de dinâmica temporal podem ser feitos por meio de observações diretas no tempo (parcelas permanentes). É sugerido para a descrição da vegetação o uso de quadros contíguos para

permitir a junção de quadros menores em maiores e interpretar a sucessão ou regeneração vegetal como um processo espaço-temporal em diferentes escalas (ORLÓCI, 1993)

1.1.3.1. Crescimento

O crescimento de uma floresta é definido pelas mudanças de tamanho ocorridas em um determinado período de tempo. Sabe-se, portanto, que em uma floresta o crescimento é dado pela atividade das árvores vivas, mas sua somatória não reflete o crescimento da floresta como um todo, pelo fato de existirem árvores que morrem, são cortadas ou recrutadas no período de crescimento. O crescimento das árvores, mais convenientemente medido pelo incremento da circunferência ou diâmetro à altura do peito é de grande interesse da silvicultura e do manejo florestal (GOMIDE, 1997).

1.1.3.2. Ingresso

É subentendido como o processo pelo qual as árvores surgem na tabela de povoamento de parcelas permanentes depois de uma medição inicial (ALDER, 1983), ou seja, ingressos são considerados como árvores que atingiram um diâmetro mínimo pré-estipulado no planejamento do inventário, entre duas medições subseqüentes.

1.1.3.3. Mortalidade

De acordo com Vanclay (1994) a mortalidade das árvores pode ser classificada em dois tipos: mortalidade regular, normalmente causadas pela competição e supressão, idade, incidência de pragas e efeitos climáticos, e mortalidade irregular ou por catástrofes, que inclui outras formas de mortalidade. Em relação ao porte dos indivíduos, alguns estudos referem-se a espécies emergentes que apresentam taxa anual de mortalidade mais baixa, enquanto que espécies de subosque apresentam altas taxas, além disso, outros estudos considerando apenas os indivíduos com $DAP > 10$ cm, não indicam nenhuma diferença em mortalidade por classes de tamanho (CARVALHO, 1997).

1.1.4 Aquecimento Global

O efeito estufa é antes de tudo um dos fatores positivos e benéficos que propiciam as condições necessárias para que haja vida animal e vegetal no planeta Terra. Dentre os gases presentes na atmosfera, responsáveis pela absorção e emissão da radiação solar e terrestre estão os vapores d' água, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), e o ozônio (O₃). Se não houvesse a atuação destes, a temperatura seria 30°C mais fria (EVEREST, 1989), porém, a preocupação atual decorrente deste processo se dá pelo aumento crescente na concentração desses gases que resultam na elevação das temperaturas globais.

Apesar do óxido nitroso possuir poder de aquecimento 296 vezes maior que o dióxido de carbono e do metano ser 23 vezes maior, a queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) e a destruição e queima das florestas desencadearam um aumento muito grande da concentração de CO₂ na atmosfera, fazendo deste o principal responsável pelo aumento da temperatura (IPCC, 2007).

As medidas sistemáticas realizadas desde 1958 no Laboratório de Mauna Loa, no Havaí, mostram um aumento da concentração de dióxido de carbono de 315 partes por milhão (ppm) para 350 ppm entre 1958 e 1990, mas em análises de amostras de gelo da Antártida e da Groenlândia permitiram deduzir que o CO₂ tem aumentado a partir da metade do século XIX, quando começou a era industrial, passando de 280 ppm para 350 ppm, com um aumento de 25% em 150 anos (MARQUES, 1992).

Entre 1861 e 2000, a temperatura aumentou 0,6 °C e estima-se que se o nível médio de carbono emitido anualmente se mantiver, a temperatura média da Terra aumentará entre 1,4 e 5,8°C até 2100, com as áreas terrestres se aquecendo mais que os oceanos e causando uma elevação no nível do mar entre 9,0 e 88,0 cm (IPCC, 2007). Se não houver nenhuma ação mitigadora, os efeitos da mudança climática serão devastadores, onde ocorrerá aumento na incidência de temporais intercalados por anos de seca prolongada (MACHADO, 2005).

1.1.5. Carbono e as Florestas

No ciclo bioquímico do carbono, os oceanos são os maiores sumidouros de carbono, vários estudos estimam que a absorção varie entre 26 e 44 % do dióxido de carbono (SEDJO, 1990). Nos ecossistemas terrestres, os estoques de carbono podem se dar pela vegetação,

única alternativa passível de manejo, intervenção e melhoramento, e após este processo dinâmico, há a decomposição dos restos vegetais e acumulação do carbono orgânico no solo, com quatro vezes maior capacidade de estoque, aproximadamente (MACHADO, 2005).

Essa capacidade de sequestro do CO₂ da atmosfera, por meio da vegetação, se dá por meio da fotossíntese. A fotossíntese envolve processos que ocorrem na presença de luz (fotoquímicos), processos que não necessitam de luz (enzimáticos) e processos de difusão, que provocam troca de dióxido de carbono e oxigênio entre os cloroplastos e o ar exterior (LARCHER, 1986). Segundo o mesmo autor, a matéria seca que constitui a biomassa é formada, especialmente, por carbono e por nutrientes minerais, cujas concentrações variam com a espécie, fase de desenvolvimento, estado nutricional, condições edafoclimáticas e com a parte do vegetal considerada.

Desde 1988, em Estocolmo, na Suécia, cresceu o interesse de vários países em propor alternativas de solucionar a questão de âmbito global, mas foi em 1997, na terceira conferência das partes, em Quioto, no Japão, que foi gerado um protocolo com responsabilidades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento com diferentes metas de redução do CO₂. Nas negociações em Quito foram assinaladas as responsabilidades das partes envolvidas, entre elas, estabeleceu-se o mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), que mitiga as ações do efeito estufa, sendo negociado por créditos de carbono, equivalente a uma tonelada de CO₂ acumulado.

Cada bioma estoca diferentes quantidades de carbono, conforme Watson *et al.* (2000), há um total estocado nas florestas do planeta equivalente a 466 Gt de Carbono (C) e especificamente para a floresta tropical, há estocado 212 Gt de C. Segundo IPCC (2000), a concentração de carbono na parte aérea em diferentes tipos de vegetação no mundo é bastante variável, chegando a valores próximos de 120 t.ha⁻¹ em florestas tropicais, 64 t.ha⁻¹ em florestas boreais, 55 t.ha⁻¹ em florestas temperadas, 24 t.ha⁻¹ em savanas tropicais, cinco t.ha⁻¹ em pradarias de zonas temperadas e quatro t.ha⁻¹ em terras agrícolas.

1.1.6. Determinação de Biomassa e Carbono Estocado em Florestas

Martinelli *et al.* (1994) definem a biomassa como a quantidade expressa em massa do material vegetal disponível em uma floresta. O termo específico biomassa florestal pode significar toda biomassa existente na floresta ou apenas a correspondente às espécies arbóreas. Em trabalhos realizados em pequenas áreas, todas as árvores podem ser derrubadas e pesadas.

Em áreas maiores, não sendo possível a pesagem de todas as árvores, equações para estimativa devem ser ajustadas, correlacionando a biomassa com variáveis de fácil medição, como o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total da árvore ou a altura comercial.

As metodologias usadas atualmente para obter estimativas de biomassa em áreas florestais tomam como base, principalmente, dados de inventário florestal, empregando-se fatores e equações de biomassa, que transformam dados de diâmetro, altura ou volume em tais estimativas (SOMOGYI *et al.*, 2006). Conforme Higuchi e Carvalho Júnior (1994), os estudos para quantificação de biomassa florestal dividem-se em métodos diretos (ou determinação) e métodos indiretos (ou estimativas).

1.1.6.1. Método Direto

O método direto implica em derrubar as árvores e obter os valores reais referentes à biomassa. Este método pode ser realizado de duas formas, pelo método da árvore individual, ou por parcela.

Em florestas com estrutura mais complexa, o método direto por meio da árvore individual, geralmente, é aplicado com uma variação. Após a realização de um inventário florestal piloto para se conhecer a distribuição diamétrica da floresta, será derrubado um determinado número de árvores para cada amplitude diamétrica, abrangendo todas as classes existentes na floresta (SILVEIRA, 2008). Este método, empregado por Vogel *et al.* (2006), resultou em um valor de 210 t.ha⁻¹ de biomassa em uma Floresta Estacional Decidual de 70 anos, em Itaara-RS. Para Floresta Estacional Decidual Secundária, de 53 anos, localizado em Santa Tereza-RS, Brun (2004) encontrou para biomassa acima do solo, valor de 157,6 t.ha⁻¹.

Pelo método direto, por parcela, são derrubados todos os indivíduos presentes na mesma, podendo ser então pesados os indivíduos. Foi o método utilizado por Watzlawick *et al.* (2002) que realizaram trabalhos no município de General Carneiro - PR, onde obtiveram resultados de estoque de biomassa no componente arbóreo acima do solo em Floresta Ombrófila Mista Montana em diferentes estágios sucessionais, sendo encontrado para o estágio inicial um estoque de 69,37 t.ha⁻¹ de biomassa, para o estágio médio um estoque de 168,84 t.ha⁻¹ e para o estágio avançado um estoque de 397,79 t.ha⁻¹.

1.1.6.2. Métodos Indiretos

Brown *et al.* (1989) acreditam que estimativas de biomassa com base em inventários florestais volumétricos propiciam ótima oportunidade de melhorar as estimativas de biomassa acima do solo, porque as informações de volumes oriundas de inventários florestais são abundantes e geralmente coletadas em grandes áreas, usando métodos planejados para representar a população de interesse. As metodologias indiretas empregadas atualmente estão relacionadas a seguir.

a) Fator de Conversão

Somogyi *et al.* (2006) afirmam que avaliações de biomassa de forma indireta podem ser feitas utilizando dados de volume de árvores ou talhões e multiplicá-los por um fator ou fatores apropriados, denominados (BF), fatores de biomassa, que convertem (expandem ou reduzem) as estimativas de volume para estimativas de biomassa.

Para estimar os valores de biomassa, Segura e Kannine (2005), converteram os valores dos volumes de cada componente para biomassa, usando os valores da densidade básica, a qual é obtida por meio da divisão da massa seca pelo volume úmido, sendo que o fator de expansão de biomassa foi definido como uma razão entre a biomassa total e biomassa do tronco.

Para gerar estimativas de carbono, o valor encontrado para biomassa deverá ser multiplicado por um valor médio, referente à porcentagem de carbono na biomassa, que pode variar, conforme os autores, que se situa entre 0,4 a 0,5.

Em um estudo realizado num fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado nos municípios de Presidente Nereu Ramos e Apiúna – SC, Silveira (2010), comparou valores resultantes de modelos alométricos e por fatores de expansão e conversão para biomassa, carbono estocado e dióxido de carbono, e concluiu que os valores gerados, tanto pelos modelos alométricos selecionados, quanto pelos fatores médios utilizados, se assemelham.

b) Modelos Alométricos

A estimativa de biomassa dos ecossistemas florestais, geralmente, é feita a partir de modelos, nem sempre validados para o ecossistema em questão. Isso decorre da inexistência

de modelos específicos para os diferentes ecossistemas, devido às dificuldades inerentes a este tipo de estudo, como o elevado custo e a necessidade do corte da vegetação (BURGER, 2007).

Conforme Koehler *et al.* (2005), diferentes tipos florestais produzem diferentes quantidades de biomassa, portanto, deve-se tomar cuidado no uso de equações obtidas para tipos florestais e condições diferentes daqueles que estarão sendo estimados, e ainda salientam que o ideal seria ter um modelo matemático para cada tipo florestal e para cada sítio.

Para Vanclay (1994), as equações usadas para estimar biomassa são empíricas, pois descrevem o comportamento da variável resposta sem tentar identificar as causas ou explicar os fenômenos. Para que essas equações forneçam estimativas biologicamente realistas, devem ser formuladas de forma a se comportarem de modo biologicamente realista dentro da amplitude de condições possíveis.

Assim, a modelagem é uma ferramenta muito utilizada na área florestal, para diversas finalidades, visando obter variáveis de difícil obtenção, através de uma ou mais variáveis de fácil obtenção, como é o caso do volume, da biomassa e do carbono orgânico estocado (SILVA, 1999). Silva (1996) destaca que a variável diâmetro à altura do peito e altura total são altamente correlacionadas com a biomassa, possibilitando assim a obtenção de bons ajustes.

As relações alométricas são empiricamente determinadas, estabelecendo a forma e a significância da relação funcional entre duas ou mais variáveis biológicas. O método mais comum de descrição das relações alométricas tem sido a análise de regressão, a qual estima a relação funcional entre Y (variável dependente) e X (variável independente), estabelecendo uma média esperada para os valores de Y em função de um valor específico de X (NIKLAS, 1994).

Conforme Sanquetta (2002), no ajuste de equações em estudos de biomassa e carbono, deve-se ter o cuidado de sempre avaliar com probidade as melhores equações, por meio da avaliação das estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste (erro padrão da estimativa, coeficiente de determinação), além de um exame gráfico do comportamento dos resíduos.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi realizado em um fragmento florestal localizado no município de São José das Palmeiras, região Oeste do Estado do Paraná (Figura 1). A unidade amostral instalada nesta região compõe um projeto que visa o monitoramento das florestas no Paraná, com unidades presentes na Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, coordenadas pela Fundação Rureco.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região de São José das Palmeiras é Subtropical Úmido Mesotérmico-Cfa, caracterizado por verões quentes, temperatura média superior a 22° C, com tendência de concentração das chuvas, e invernos com geadas pouco freqüentes, atingindo temperatura média inferior a 18° C, sem estação seca definida (PARANÁ, 1994). A precipitação média anual varia de 1600 mm a 1800 mm (IAPAR, 1994).

Conforme Machado (2006), o Mapa Geológico do Brasil mostra que a geologia da região oeste do Estado do Paraná enquadra-se como rochas basálticas do Grupo São Bento, compreendendo a unidade geológica de Formação da Serra Geral, onde os basaltos são do tipo toleítico, com intercalação de arenito, ou são vulcânicas ácidas, ambas intercaladas por diques e sills de diabásio, onde, em termos de minerais que o compõem, foram citados os feldspatos alcalicálcicos e os piroxênios, totalizando 70 a 80% do volume da rocha. O substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação da Serra Geral. As classes de solos predominantes são os Latossolos Roxos e a Terra Roxa Estruturada, bem desenvolvida fisicamente, de elevada fertilidade natural (EMBRAPA, 1999).

A área em questão está inserida na formação Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 1992), a qual está condicionada à dupla estacionalidade, com seca fisiológica de 20 % a 50 % dos indivíduos.

A altitude local é de 435 metros, que a caracteriza como uma formação submontana. A área em questão possui declividade acentuada, em média 35°, chegando a 45° em alguns pontos.

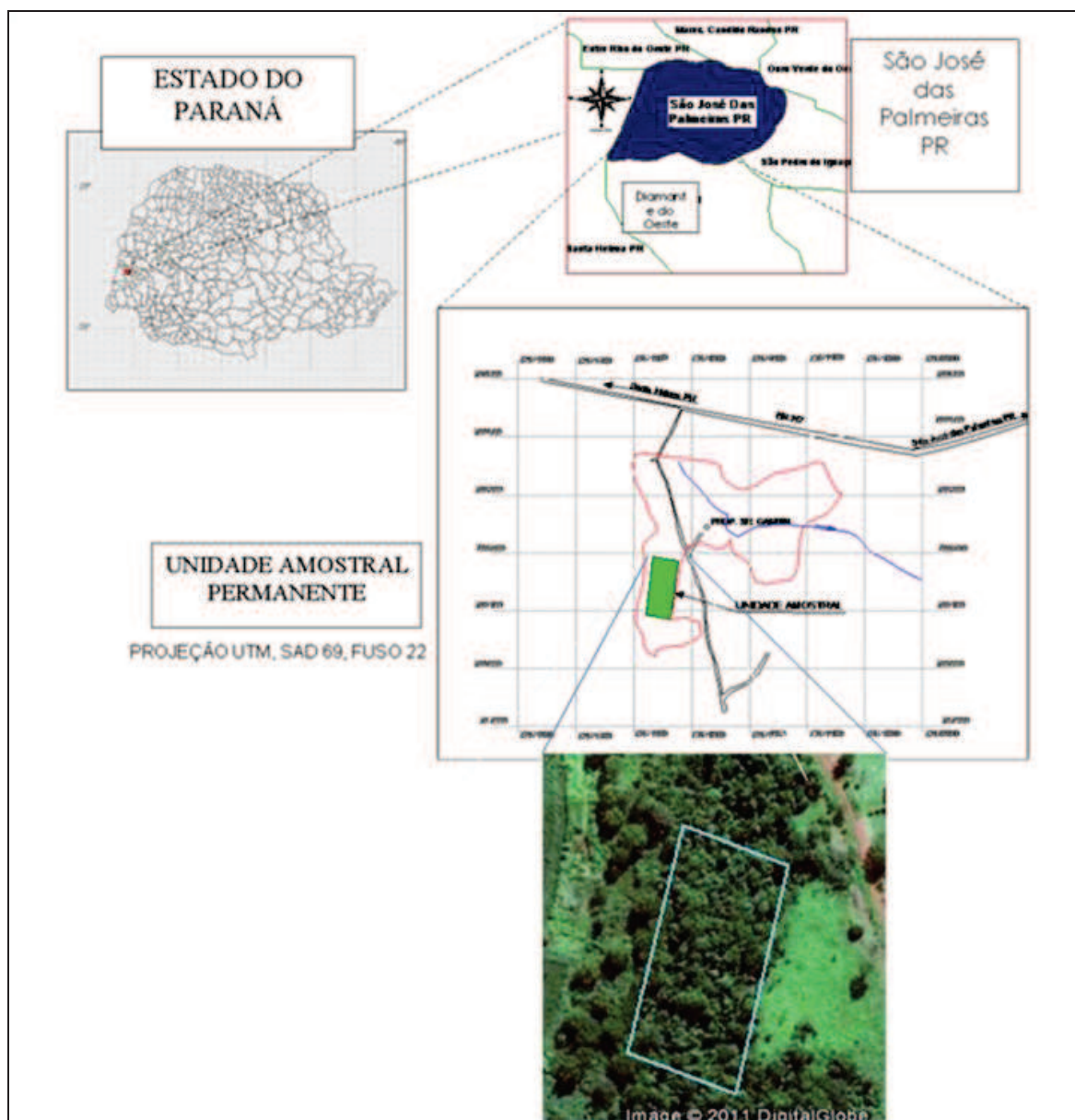


Figura 1: Localização da Unidade Amostral em São João das Palmeiras – PR

As principais atividades econômicas da região são a agricultura de soja, trigo, milho e mandioca, agropecuária que engloba a suinocultura, avicultura, gado leiteiro, de corte e piscicultura e também a agroindustrialização, como laticínios, frigoríficos e indústria de óleos

vegetais, sendo que os municípios de maior expressão agroindustrial da região oeste são Cascavel e Toledo – PR.

Anteriormente, a área de estudo era destinada à produção comercial de hortelã com algumas árvores dispersas, e há cerca de 20 anos o local não sofre interferência, foi cercado, isolado e deixado para se desenvolver naturalmente.

1.2.2. Instalação da Unidade Amostral

A unidade amostral foi instalada no ano de 2007, com área total de 5.000 m² (50 x 100 m). A fim de facilitar a coleta dos dados, a unidade amostral foi subdividida em 50 subunidades de 100 m² (10 x 10 m), tendo as extremidades demarcadas com estacas de madeira, conforme Figura 2.

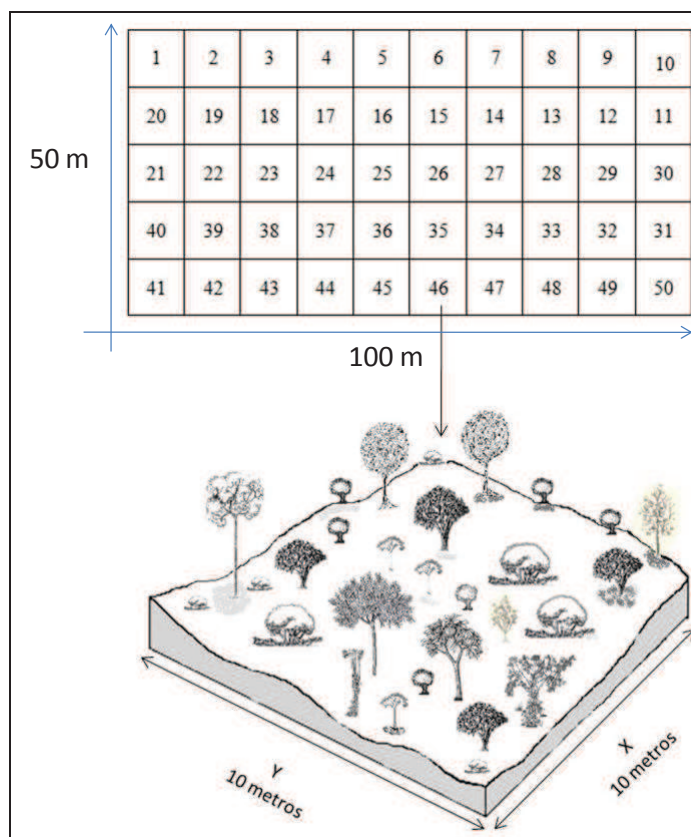


Figura 2: Disposição das subunidades amostrais na área de estudo, município de São José das Palmeiras, PR.

Na coleta de dados, todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP) \geq 5 cm foram avaliados. Os indivíduos foram numerados com etiquetas de metal à altura de 1,20 metro, identificados e alocados em croqui (x,y).

Para estimar a altura foram medidas as primeiras 200 árvores com critério sistemático de seleção, e em seguida, ajustou-se o modelo $h = \beta_0 + \beta_1.d$, por meio de regressão linear e estimou-se a altura do restante dos indivíduos.

1.2.3. Suficiência da Amostragem

A coleta de dados foi realizada de forma a obter uma representatividade adequada da variabilidade vegetal do fragmento. Para determinação da suficiência amostral empregou-se a técnica da curva do coletor, considerando como critério de estabilidade o aumento de menos de 10% no número de novas espécies para um aumento de 10% na área amostral.

1.3 REFERÊNCIAS

- ALDER, D. **Growth and yield of the mixed forests of the humid tropics: a review.** Oxford: FAO Report, 1983.
- BARROS, P. L. C. Estudo **das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós – Pará.** Curitiba: UFPR, 1980. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, 1980
- BARROS, P.L.C., MACHADO, S.S. **Aplicação de índice de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira.** Curitiba: FUPEF, 1984, 44p.
- BRAUN- BLANQUET, J. B. **Fitosociologia: base para el estudio de las comunidades vegetales.** Madrid: H. Blume, 1979. 829 p.
- BROWN,S. e LUGO, A. E. Tropical Secondary Forests. **Journal Tropical Ecology** 6: 1-32, 1990
- BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS.** Santa Maria: UFSM, 2004. 136p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- BUDOWSKI, G. **Los bosques de los trópicos húmedos de América.** Turrialba. 1966.
- CAIN, S.A. 1938. The species-area curve. **The American Midland Naturalist** 19:573-581.
- CARVALHO, J.O. P. de. **Abundância, frequência e grau de agregação de Pau-rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional do Tapajós.** Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 24p.
- CORLETT, R.T. **What is secondary forest?** J. Trop. Ecol., v.10, n.3, p.445-447. 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- IPCC Assessment Report, 4., 2007, Valencia, Spain. **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: summary for policymakers.** [Genebra]: IPCC, 2007a. 16 p. A report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>.
- EVEREST, D. A. The greenhouse effect: issues for policymakers. **Energy Policy**, v. 17,n. 2, p.177-181, 1989.

FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG.** 1997. 208 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primárias e secundárias no estado do Amapá.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 179 p.

GLENN-LEWIN, D.C., VAN DER MAAREL, E. Pattern and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K., VEBLER, T.T. (Eds.). **Plant succession : theory and prediction.** London: Chapman & Hall, 1992. p.11-59.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. **Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia.** In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná.** Londrina: Instituto Agrônomo do Parana. 1994.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p.

ISERNHAGEN, I. SILVA, S.M. GALVÃO, F. **Fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada,** mar/2001.

KOHELER, H.S.; WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; VALERIO, A.F. Fontes de erros nas estimativas de biomassa e carbono fixado na Floresta Ombrófila mista. **Renabio**, n.2, v.1, p.69-77, 2005.

LAMPRECHT, Hans. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn: GTZ, 1990. 316 p

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** 4ª. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA. 1986.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da Região Sul do Brasil. Proposta de classificação.** Curitiba, 1994. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil.** 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS**. Curitiba: UFPR, 1997. 193 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.

LUGO, A. E., MEDINA, E., TREJO-TORRES, J. C. & HELMER, E. 2006. **Botanical and ecological basis for the resilience of Antillean dry forests**. p. 359-382. In: Neotropical Savannas 167 and Seasonally Dry Forests: diversity, biogeography, and conservation/R. Toby Pennington and James A. Ratter (eds.). CRC Press.

MACHADO, P. L. O. A. **Carbono no solo e a mitigação da mudança climática global**. Química Nova, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005

MACHADO, W. C. P. **Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio pato branco**. 312 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

MARQUES, Valdo S. **O efeito estufa e o aquecimento global**. Anu. Inst. Geocienc., 1992, vol.15, p.93-106. ISSN 0101-9759.

MARTINELLI, L. A. *et al.* Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais. In: **Emissão X Seqüestro De Co₂ – Uma Nova Oportunidade De Negócios Para O Brasil, 1994**. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: 1994. p. 197-221

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The General Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167f. (Série Biologia - Monografia, 22).

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. Santa Maria: UFSM, 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2006

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Ed. Pioneira, 1977. 201p

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara. 1986.

ORLÓCI, L. **Conjectures and scenarios in recovery study**. Coenoses 8:141-148. 1993.

ORTEGA, V. R.; ENGEL, V. L. **Conservação da Biodiversidade de Remanescentes de Mata Atlântica na região de Botucatu, SP**. Revista do Instituto Florestal, v.4, p.839-852, 1992.

PARANÁ. IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas Básicas doParaná**. Londrina, 1994.

PRADO, D. E. 2000. Seasonally dry Forest of tropical South America: from forgotten ecosystems to a new phytogeographic unit. **Edinburgh Journal of Botany**, 57: 437-461.

RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. p. 89-166. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.). **Cerrado ambiente e flora**. Embrapa. Planaltina, DF

RICHARDS, P. W. 1996. **The tropical rainforest: an ecological study**. 2 nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Revista Ciência e Ambiente**, 24: 75-92, jan/jun 2002.

RODRIGUES, W. A., PIRES, J. M. Inventário fitossociológico. In: ENCONTRO SOBRE INVENTÁRIOS FLORÍSTICOS NA AMAZONIA, 1988, Manaus. **Anais ...Manaus**, 1988.5p.

RODRIGUES, R.R. **Análise estrutural de formações florestais ripárias**. In Anais do I Simpósio sobre mata ciliar. (L.M. Barbosa, coord.), Fundação Cargill, Campinas, p.99-119. 1989.

SANQUETTA, C.R. Avaliação biométrica da dinâmica da regeneração natural em áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2000, Blumenau, SC. **Anais....** Sl.: s.n., 2000.

SANQUETTA, C. R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: ; SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. 264p.

SANQUETTA, C. R.; ZILLOTTO, M. A. B.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; DALLA CORTE, A. P. **Estudo de viabilidade de projeto de implantação de florestas fixadoras de carbono: estudo de caso no sul do estado do Paraná**. Curitiba: FNMA, 2003. 92 p. Relatório final de atividades MMA/FNMA

SEDJO, R. The global carbon cycle: are the forest the missin sink. **Journal of Forestry** 88(10): 33-34. 1990.

SILVA, I. P. **Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais de pesquisa agropecuária**. Recife, UFRPE, 1999. VIII, 305p.

SILVEIRA, P. **Métodos indiretos de estimativa do conteúdo de biomassa e do estoque de carbono em um fragmento de floresta ombrófila densa.** Tese (Doutorado em ciências florestais). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR, 2008

SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MÄKIPÄÄ, MUUKKONEN, P.; LEHTONEN A.; WEISS, P. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, [S.l.], Feb., 2006.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests**, CAB International, 1994. 312p.

VELOSO, H.P. & GÓES-FILHO, L. 1982. **Fitogeografia brasileira - classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical.** Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL, Série Vegetação 1:1-80.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VENTUROLI, F. **Manejo de Floresta Estacional Semidecídua secundária em Pirenópolis, Goiás.** 2008. 186f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, DF.

WALKER, D. Diversity and stability. In: CHERRETT, J.M., ed. *Ecological concepts.* Oxford, Blackwell Scientific Public, 1989. p.115-146.

2. FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS – PR

RESUMO

O presente estudo objetivou caracterizar a composição florística e estrutura horizontal em dois períodos de avaliação (2007 e 2011) e também a distribuição espacial do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR. Os dados de DAP (cm) e altura (m) são oriundos de uma unidade amostral permanente, com área de 5000 m², subdividida em 50 subunidades de 100 m², instaladas no ano de 2007, seguidos de medidas anuais. Incluiu-se na coleta dos dados todas as árvores com diâmetro a altura do peito \geq cinco cm. No levantamento fitossociológico foram registrados 779 indivíduos arbóreos, sendo 102 indivíduos mortos em pé e 677 vivos, distribuídos em 31 famílias, 56 gêneros e 61 espécies. Destacaram-se em número de espécies as famílias Fabaceae (27,47%), Verbenaceae (15,51%), Euphorbiaceae (7,39%), Meliaceae (5,61%), seguidos por Malvaceae (4,87%) e Rutaceae (4,87%), representando 65 % do total de espécies encontradas. Em relação ao aspecto florístico, o fragmento apresentou uma riqueza de espécies considerável. Em relação à estrutura horizontal, a dominância observada para a floresta variou de 18,29 m².ha⁻¹ em 2007 a 18,53 m².ha⁻¹ em 2011. A densidade de indivíduos apresentou redução ao longo do período, passando de 1356 ind.ha⁻¹ em 2007 para 1240 ind.ha⁻¹ em 2011. O corte de alguns indivíduos efetuado em 2008 representou 53,45% na redução da densidade, no período, e a grande mortalidade de indivíduos da espécie pioneira, *Aloysia virgata*, afetou esta redução na densidade. As espécies *Aloysia virgata*, *Machaerium paraguariense*, *Nectandra megapotamica* e *Machaerium stipitatum* foram as de maior importância na floresta, em ambos os períodos. Conclui-se que o fragmento estudado apresenta boa diversidade de espécies e encontra-se em estágio médio/inicial de sucessão, caracterizado pela elevada densidade de árvores que, no entanto, representa uma baixa dominância, característica de florestas dominadas por indivíduos de pequeno porte.

Palavras-chave: diversidade arbórea, estrutura horizontal, agregação de espécies

ABSTRACT

The purpose of this work was to characterize the floristic composition and horizontal structure into two periods (2007 and 2011) and also the spatial distribution of the arboreal component of a Semideciduous Forest fragment in São José das Palmeiras, PR. The data of DAP (cm) and height (m) are derived from a permanent sample plot, with an area of 5000 m², divided into 50 subunits of 100 m², established in 2007, followed by annual measurements. All trees with a diameter at breast height ≥ 5 cm were measured. The phytosociological survey recorded 779 individual trees, with 102 standing dead trees and 677 alive individuals, distributed in 31 families, 56 genera and 61 species. Stood out in number of species families Fabaceae (27.47%), Verbenaceae (15.51%), Euphorbiaceae (7.39%), Meliaceae (5.61%), followed by Malvaceae (4.87%) and Rutaceae (4.87%). These families gathered 65% of the total species found. Regarding the floristic composition, the fragment showed a considerable species richness. Regarding the horizontal structure, dominance observed for forest ranged of 18.29 m². ha⁻¹ in 2007 to 18.53 m².ha⁻¹ in 2011. The density of individuals decreased over the period from 1356 ind.ha⁻¹ in 2007 to 1240 ind.ha⁻¹ in 2011. Cutting some individuals made in 2008 represented 53.45% of the reduction in the density in the period and mortality of individuals of the pioneer species *Aloysia virgata* also affected this reduction in density. The species *Aloysia virgata*, *Machaerium paraguariense*, *Nectandra megapotamica* and *Machaerium stipitatum* were the most important in the forest in both periods. It is concluded that the remainder exhibits good species diversity and lies in the middle / initial successional stage, characterized by a high density which, however, represents a low dominance, characteristic of forests dominated by small individuals.

Key-words: arboreal diversity, horizontal structure, species aggregation

2.1 INTRODUÇÃO

No estado do Paraná ocorrem três grandes unidades fitogeográficas florestais: Floresta Ombrofila Densa, Floresta Ombrofila Mista e Floresta Estacional Semidecidual, além de outras formações menores, localizadas no litoral e segundo planalto. Este trabalho está inserido na Floresta Estacional Semidecidual, na região oeste do estado do Paraná. Esta região é caracterizada, principalmente, pela ocorrência de espécies arbóreas que perdem as folhas durante a estação seca do ano, em consequência do estresse hídrico nesse período (MURPHY e LUGO, 1986).

Estudos de amplitude global, como o de Miles *et al.* (2006), indicam que as florestas estacionais são a fitofisionomia mais ameaçada do planeta. Concordantemente, os remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual presentes no estado do Paraná encontram-se severamente degradados em toda a área de ocorrência natural, principalmente em função de práticas agropecuárias (DURIGAN *et al.*, 2000).

A atividade agrícola que ocorreu no norte e oeste do Paraná, a partir da década de 1920, se deve aos solos altamente férteis e planos, e ainda, aos incentivos à expansão das fronteiras agrícolas. Com isso, a cobertura da Floresta Estacional Semidecidual (FES) foi praticamente dizimada. Segundo Torezan *et al.* (2005), a área remanescente desta tipologia no estado representa 2 % da cobertura florestal original e encontra-se dispersa em pequenos fragmentos florestais. A maior área ainda preservada de FES no Paraná encontra-se no Parque Nacional do Iguaçu.

Estes cenários de redução e degradação das áreas ocupadas pela FES colocam este ecossistema numa posição imperativa quanto à sua conservação. Estudos que contemplem a situação atual destas florestas, avaliando-as sob seus aspectos florísticos, estruturais e dinâmicos permitirão a adoção de medidas apropriadas ao seu manejo e preservação, garantindo assim a conservação da biodiversidade e manutenção dos benefícios diretos e indiretos proporcionados pelas florestas.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição florística de um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras (PR), bem como caracterizar a fitossociologia e os índices de diversidade e de agregação, utilizando os parâmetros consolidados da literatura.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente os indivíduos foram identificados a campo com base nos aspectos dendrológicos, paralelamente à coleta de exsicatas de algumas espécies arbóreas para arquivamento no herbário de Dendrologia, do Departamento de Engenharia Florestal, *campus* de Irati da UNICENTRO. O sistema de classificação adotado foi o APG (Angiosperm Phylogeny Group) III (2009).

A diversidade florística foi estimada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974) e pelo índice de Equabilidade de Pielou (ODUM, 1986).

Estimando-se o índice de Payandeh (Pi), obteve o grau de agregação da espécie por meio da relação entre a variância do número de árvores por parcela e a média do número de árvores (PAYANDEH, 1970).

Para a vegetação arbórea foram avaliados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta (AB Abs); dominância absoluta (D Abs); frequência absoluta (F Abs); densidade relativa (AB Rel); dominância relativa (D Rel); frequência relativa (FR Rel); índice de valor de cobertura (IVC) e índice de valor de importância (IVI).

Para determinação dos índices e parâmetros, os dados obtidos em campo foram examinados com o auxílio do *software Mata Nativa*.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de estudo foram observadas 61 espécies arbóreas. Com base nos dados de espécies acumulados do gráfico (Figura 3), pode-se inferir que a curva do coletor tende a estabilizar a partir de 3.700 m², com 58 espécies encontradas, ou seja, 37 unidades já seriam suficientes para obter uma representação adequada conforme o critério adotado, pois quando aumenta-se 10% da área amostral já não encontram-se 10% de espécies novas. Sendo assim, a utilização das 50 unidades amostrais permitiu uma amostragem que enquadrava a maior parte da diversidade florística na área de estudo.

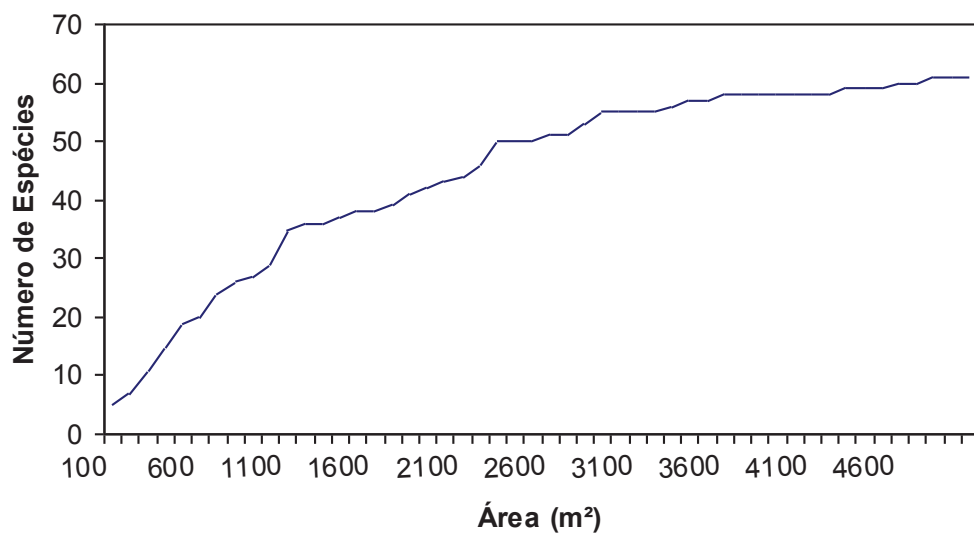


Figura 3: Curva espécie/área para avaliação da suficiência amostral em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

De acordo com o critério de inclusão empregado, foram amostrados um total de 779 indivíduos arbóreos, sendo 102 indivíduos mortos em pé e 677 vivos, distribuídos em 31 famílias, 56 gêneros e 61 espécies, as quais estão relacionadas na Tabela 1. Do total de indivíduos amostrados, três foram identificados apenas conforme o gênero.

Tabela 1: Lista de espécies amostradas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

<i>FAMILIA</i>	<i>NOME CIENTÍFICO</i>	<i>NOME POPULAR</i>
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guarita
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	Ariticum
	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	Ariticum preto
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Peroba
	<i>Peschiera australis</i> (Müll. Arg.) Miers	Leiteiro
Araliaceae	<i>Pentapanax warmingiana</i> (marchal) J. Wen	Sabugueiro
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	Mandioca brava
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Palmeira
Asteraceae	<i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	Vassorão de brinco
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Ipê roxo
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Café de bugre
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	Louro
	<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Tapiá
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Limão do mato
	<i>Manihot grahamii</i> Hook.	Mandioca do mato
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Leiteirinho
	<i>Albizia cf niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha seca
	<i>Ateleia glazioviana</i> baill	Timbó
	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Caliandra
	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Rabo de bugio
	<i>Gleditschia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	Sucareiro
	<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	Alecrim
Fabaceae	<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	Ingá banana
	<i>Lonchocarpus</i> sp.	Timbó graúdo
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela do brejo
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho
	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula
Lamiaceae	<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	Pau de gaiola
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela guaicá
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	Paineira
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Agodoeiro
	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.	Cedro
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Guateria
	<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	Catiguá graúdo
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Catigua miúdo
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Figueira

Continua....

FAMILIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
	<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	Uvaia
Myrtaceae	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Guamirim graúdo
	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guabijú
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Imbuzeiro
Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau amargo
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> L.	Piper
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn	Marmeleiro
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva do Japão
Rosaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich	Pessegueiro bravo
Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	-
	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau marfim
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Jaburandi
	<i>Zanthoxylum chiloperone</i> (Mart.) Engl.	Mamica de cadela
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica de cadela
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga
	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Vacum
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuvatã
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria preta
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel pintado
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	Guatambu
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	Canema
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Lixeira

Destacaram-se em número de espécies as famílias Fabaceae (12), Myrtaceae (4), Euphorbiaceae (4), Meliaceae (4), Sapindaceae (4) e Rutaceae (3). Juntas estas 6 famílias representaram 51 % do total de espécies observadas.

Foram encontradas 102 árvores mortas, representando 13% do total de indivíduos em pé. Tais árvores estão bem distribuídas por toda a área de estudo, estando presentes em 76% das parcelas, e como não há indícios de perturbações localizadas, atribui-se a mortalidade aos processos naturais de sucessão em florestas.

O índice de Shannon-Wiener (H'), que expressa a riqueza e abundância das espécies, foi de 3,4 valor que pode ser considerado alto, caracterizando uma floresta com diversidade alta. Arruda e Daniel (2007) em estudo localizado em Dourados (MS) encontraram para o fragmento de floresta estacional semidecidual às margens do rio Dourados, com critério de inclusão de $CAP \geq 15$ cm, $H' = 3,48$. Del Quiqui *et al.* (2007) em Diamante do Norte-PR, na Estação Ecológica de Caiuá, com inclusão de todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm,

encontraram valor de $H' = 3,56$. Giordani *et al.* (2007), em floresta alterada por efeito de exploração seletiva em um fragmento da FES, no município de Rancho Alegre, em que foram mensurados todos os indivíduos com $CAP \geq 7,8$ cm, encontrou valor de $H' = 3,16$. Barros (1986), amostrando indivíduos com $DAP \geq 5$ cm, conduziu estudos em uma floresta tropical úmida da Amazonia brasileira e encontrou valor de $H' = 4,8$ para diversidade.

O índice de equitabilidade de Pielou (J) foi de 0,82, indicando um alto padrão de dispersão das espécies na área. Em trabalhos semelhantes realizados na formação floresta estacionais semidecíduais, Arruda e Daniel (2007), em Dourados (MS), encontraram índice igual a 0,80.

Quanto à tendência de distribuição espacial das espécies verificou-se que 42,9% apresentaram padrão de distribuição agrupada, 44,4%, não agrupadas e 12,7% possuem tendência ao agrupamento. Entre as espécies mais importantes, todas apresentaram padrão de distribuição agregado.

Trabalhos desenvolvidos em diversas tipologias florestais constataram a predominância da distribuição agrupada (GARCIA e SARTORI, 2009; GIEHL *et al.*, 2007; LINDENMAIER e BUDKE, 2006; HARDY e SONKÉ, 2004). Segundo Barbour *et al.* (1987), a distribuição agrupada ocorre principalmente devido a existência de locais mais favoráveis à ocorrência de determinadas espécies, que acabam se concentrado nestes ambientes, o que demonstra uma característica seletiva por parte desses indivíduos

2.3.3 Estrutura Horizontal

A estrutura horizontal do fragmento, caracterizada pelos parâmetros de densidade, frequência e dominância verificados para a área, e também com o somatório dos valores relativos, resulta nos índices de VC e de VI, que são apresentados na Tabela 2, para o ano de 2007.

Tabela 2: Parâmetros Fitosociológicos das espécies amostradas na Floresta Estacional Semidecidual, São José das Palmeiras, PR – 2007

<i>NOME CIENTÍFICO</i>	<i>DA</i>	<i>DR</i>	<i>FA</i>	<i>FR</i>	<i>DoA</i>	<i>DoR</i>	<i>VC</i>	<i>VI</i>
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	210	15,5	64	8,7	1,6	8,8	12,2	11,0
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	80	5,9	44	6,0	1,9	10,5	8,2	7,5
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	60	4,4	26	3,5	2,4	13,2	8,8	7,1
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	88	6,5	34	4,6	1,2	6,4	6,4	5,8
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	72	5,3	44	6,0	0,9	4,8	5,1	5,4
<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	26	1,9	18	2,4	1,7	9,4	5,7	4,6
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	62	4,6	38	5,1	0,6	3,1	3,8	4,3
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	66	4,9	34	4,6	0,4	2,0	3,5	3,8
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	66	4,9	28	3,8	0,5	2,5	3,7	3,7
<i>Albizia cf niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	40	3,0	28	3,8	0,6	3,1	3,0	3,3
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	50	3,7	34	4,6	0,2	1,1	2,4	3,1
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	38	2,8	22	3,0	0,6	3,4	3,1	3,1
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	40	3,0	18	2,4	0,7	3,6	3,3	3,0
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	38	2,8	12	1,6	0,8	4,4	3,6	3,0
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	38	2,8	28	3,8	0,2	1,1	1,9	2,6
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	34	2,5	18	2,4	0,4	2,3	2,4	2,4
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	40	3,0	18	2,4	0,3	1,7	2,4	2,4
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	22	1,6	18	2,4	0,3	1,5	1,6	1,9
<i>Ficus</i> sp.	14	1,0	6	0,8	0,5	2,8	1,9	1,6
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	18	1,3	16	2,2	0,1	0,5	0,9	1,4
<i>Annona</i> sp.	20	1,5	12	1,6	0,1	0,6	1,0	1,2
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	22	1,6	12	1,6	0,1	0,3	1,0	1,2
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	16	1,2	12	1,6	0,1	0,5	0,8	1,1
<i>Phytolacca dioica</i> L.	4	0,3	2	0,3	0,5	2,6	1,4	1,0
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	10	0,7	8	1,1	0,2	1,1	0,9	1,0
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	12	0,9	8	1,1	0,1	0,6	0,7	0,9
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	12	0,9	8	1,1	0,1	0,5	0,7	0,8
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	16	1,2	6	0,8	0,0	0,3	0,7	0,8
<i>Lonchocarpus</i> sp.	8	0,6	8	1,1	0,1	0,6	0,6	0,8
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	10	0,7	8	1,1	0,1	0,4	0,6	0,7
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich	6	0,4	4	0,5	0,2	1,2	0,8	0,7
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	10	0,7	6	0,8	0,1	0,4	0,6	0,7
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	8	0,6	8	1,1	0,0	0,2	0,4	0,6
<i>Inga uruguensis</i> Hook. & Arn.	6	0,4	6	0,8	0,1	0,6	0,5	0,6
<i>Ateleia glazioviana</i> baill	4	0,3	4	0,5	0,1	0,7	0,5	0,5
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	6	0,4	6	0,8	0,0	0,2	0,3	0,5
<i>Manihot grahamii</i> Hook.	6	0,4	6	0,8	0,0	0,2	0,3	0,5
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	6	0,4	6	0,8	0,0	0,1	0,3	0,5
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,4	6	0,8	0,0	0,1	0,3	0,5
<i>Pentapanax warmingiana</i> (marchal) J. Wen	4	0,3	4	0,5	0,1	0,3	0,3	0,4
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,2	0,3	0,3
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	4	0,3	2	0,3	0,1	0,4	0,4	0,3
<i>Raulinoreitzia leptophlebia</i> (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3

Continua...

NOME CIENTÍFICO	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Patagonula americana</i> L.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Psidium guajava</i> L.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	4	0,3	4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> (Mart.) Engl.	2	0,15	2	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	2	0,15	2	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	0,15	2	0,3	0,1	0,4	0,3	0,3
<i>Holocalyx balansae</i> Mich.	4	0,3	2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Psychotria</i> sp.	4	0,3	2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Piper amalago</i> L.	4	0,3	2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2
<i>Gleditschia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>Peschiera australis</i> (Müll. Arg.) Miers	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal in D.C.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	2	0,15	2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2
TOTAL	1356	100	742	100	18,29	100	100	100

Onde: DA-Densidade Absoluta; DR-Densidade Relativa (%); FA –frequência absoluta; FR-frequencia relativa(%); DoM-dominancia absoluta(m²/ha); DoR-dominancia relativa(%); VC-valor de cobertura (%); VI-valor de importância (%)

O valor encontrado para dominância ou área basal no ano de 2007 foi de 18,29 m².ha⁻¹. Destacam-se em relação à dominância as espécies *Nectandra megapotamica* e *Machaerium paraguariense* com 2,4 e 1,9 m².ha⁻¹, respectivamente, representando juntas 23,5% da área basal da floresta.

Estudos desenvolvidos nas FES apontam que a dominância absoluta total dos remanescentes nesta formação encontra-se entre 23 e 31 m².ha⁻¹ (FONSECA; RODRIGUES, 2000; NUNES *et al.*, 2003; BOTREL *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2003; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2004; PRADO JÚNIOR, 2010).

A densidade total para a área foi de 1356 ind.ha⁻¹ em 2007, sendo que a espécie que se destacou com maior valor foi *A. virgata*, que soma 210 ind.ha⁻¹ ou 15 % (Tabela 2) do total de indivíduos registrado na primeira avaliação.

Ivanauskas *et al.* (1999) avaliando a FES em São Paulo constatou valor de densidade de 2271 ind.ha⁻¹, valor muito superior ao observado no presente trabalho, sendo que os autores também consideraram um diâmetro de inclusão de 5 centímetros.

Os valores obtidos para a densidade e dominância do remanescente florestal avaliado indicam que a floresta encontra-se ainda em estágios médio inicial de desenvolvimento, dados pela grande densidade de indivíduos que, no entanto, representam pouco em área basal, sendo, portanto, majoritariamente indivíduos de pequeno porte.

No ranqueamento dos dados de VI quatro espécies destacam-se no fragmento em 2007: *Aloysia virgata* (11%); *Machaerium paraguariense* (7,45%); *Nectandra megapotamica*

(6,85%) e *Machaerium stipitatum* (5,82%), que representaram 36,8% do VI total, as únicas a possuírem valores acima de 5% para esse parâmetro. A espécie *A. virgata* apresentou elevado VI, devido à sua grande abundância na população, refletindo nos seus altos valores de densidade, diferentemente das outras quatro espécies, que obtiveram as colocações devido ao parâmetro dominância.

Cerca de 60% das espécies possuem VI abaixo de 1%, característica esta de florestas tropicais, conforme Martins (1979), onde poucas espécies detêm altos valores de VI, e muitas espécies apresentam baixos VI, o que se deve ao processo dinâmico, envolvendo ingresso, mortalidade e crescimento.

Silva *et al.* (2004) constataram que na FES em Viçosa, cinco espécies foram responsáveis por 31,93% do VI total. Da mesma forma, Prado Júnior *et al.* (2010) constataram que as cinco espécies como maior VI representaram juntas 32,63% do total da floresta. Ivanauskas *et al.*, (1999) observaram que em um remanescente de FES em São Paulo, as 10 espécies de maior VI representavam 42,29% do total.

Tais resultados corroboram com o presente estudo, onde poucas espécies contribuem com os valores de densidade, dominância e frequência, proporcionando altos valores de VI para um número restrito de espécies. Este aspecto é observado com frequência em florestas tropicais, onde o número de espécies raras ou de baixa densidade é elevado, permitindo que as espécies mais abundantes ocupem lugar de destaque quantos aos parâmetros da estrutura horizontal da floresta (PARTHASARATHY, 1999).

2.4 CONCLUSÕES

- O fragmento analisado possui uma grande riqueza de espécies, indicado pelo alto valor de Shannon (3,4);
- A equitabilidade da área é alta, possuindo um padrão na dispersão dos indivíduos por espécies, que apesar da complexidade da comunidade, os indivíduos encontram-se bem distribuídos;
- Trata-se de uma floresta jovem, em pleno estágio de sucessão, o parâmetro da dominância possui valor baixo, e igualmente ao parâmetro da densidade, são muito afetados por apenas algumas espécies.
- Os valores obtidos para a densidade e dominância do remanescente florestal avaliado somado ao histórico de exploração permitem constatar de que se trata de uma floresta em sucessão primária bastante alterada.

2.5 REFERÊNCIAS

- ARRUDA, L.; DANIEL, O. **Florística e Diversidade em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial em Dourados, MS.** Floresta, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.
- BARBOUR, M. G; BURK, J.H; PITTS, W.D. **Terrestrial Plant Ecology.** P Company Ecology, Inc, Mento Park 604 p. 1987.
- BOTREL, R. T.; OLIVEIRA - FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. & CURI, N. 2002. **Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutural da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG.** Revista Brasileira de Botânica 25 (2): 195-213
- Del Quiqui, E.M.; Martins, S.S.; Silva, I.C.; Borghi, W.A.; Silva, O.H. da; Sakuragui, C.M.; e Rosiley Berton Pacheco, R.B. **Estudo fitossociológico de um trecho da floresta estacional semidecidual em Diamante do Norte, Estado do Paraná, Brasil.** Acta Sci. Agron. Maringa, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2007.
- DURIGAN, G.; FRANCO, G. A. D. C.; SAITO, M.; BAITELLO, J. B. **Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP.** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 371-383, 2000.
- FONSECA, R. C. B.; RODRÍGUES, R. R. **Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP.** Scientia forestalis. n. 57, p. 27-43, 2000.
- GARCIA, A. S.; SARTORI, A. L. B. **“Síndromes de dispersão e distribuição espacial de leguminosas arbóreas em um fragmento de cerradão da RPPN UFSM, Campo Grande, Mato Grosso do Sul”.** 2009.
- HARDY, O. J.; SONKÉ, B. Spatial pattern analysis of tree species distribution in a tropical rain forest of Cameroon: assessing the role of limited dispersal and niche differentiation. **Forest Ecology and Management**, v. 197, p. 191-202, 2004
- GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A.; BUDKE, J. C.; GESING, J. P. A.; EINSIGER, S. M. & CANTODOROW, T. S. **Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil.** Acta Botanica Brasilica. São Paulo 21 (1): 137-145. 2007.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. **Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 56, p. 83-99, 1999.

LINDENMAIER, D. & BUDKE, J.C. 2006. **Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do Rio Jacuí, sul do Brasil**. Pesquisas, Botânica 57: 193-216.

MARTINS, F.R. 1979. **O método dos quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MILES, L., NEWTON, A. C., DEFRIES, R., RAVILIOUS, C., MAY, I., BLYTH, S., KAPOS, V., GORDON, J. A. **global overview of the conservation status of tropical dry forests**. Journal of Biogeography 33: 491-505. 2006.

MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. Wiley, New York. 547 p. 1974

MURPHY, P. G. & LUGO, A. E. **Ecology of tropical dry forest**. Annual Review of Ecology and Systematics, 17: 67-88. 1986.

NUNES, Y.R.F. *et al.* **Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG**. Acta Botanica Brasilica, v.17, n.2, p.213-229, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara. 1986.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A.; VILELA, E. A.; CURTI, N.; FONTES, M. A. L. **Diversity and structure of tree community of a fragment of tropical secondary forest of the Brazilian Atlantic Forest domain 15 and 40 years after logging**. Revista Brasileira de Botânica. v. 27, n. 4, p. 685-701, 2004.

PARTHASARATHY, N. Tree diversity and distribution in undisturbed and human-impacted sites of tropical wet evergreen forest in southern Western Ghats, India. **Biodiversity and Conservation**, v. 8, p.1365-1381, 1999.

PAYANDEH, B. **Comparison of method for assessing spatial distribution of trees**. Forest Science 16: 312-317. 1970.

PRADO JÚNIOR, J. A.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. **Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de**

floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 638-647, jul./ago. 2010

SILVA, J.M.C., M. TABARELLI, M.T. FONSECA & L.V. LINS (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 2004.

SOUZA, J.S. *et al.* **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras-MG.** Revista Árvore, v.27, n.2, p.185-206, 2003.

TOREZAN, J.M.D.; SOUZA, R.F.; RUAS, P.M.; RUAS, C.F.; CAMARGO, E.H.; VANZELA, A.L.L. **Genetic variability of pre and post-fragmentation cohorts of *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. (Apocynaceae).** Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v.48, n.2, p.171-180, 2005.

3. DINÂMICA DE CRESCIMENTO EM UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS - PR

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo caracterizar um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual submontana, quanto aos atributos ligados aos processos dinâmicos, como taxa de ingresso, mortalidade e crescimento. Para isso, foi instalada no ano de 2007, uma unidade amostral permanente de 0,5 hectare (ha), na Floresta Estacional Semidecidual, localizada no município de São José das Palmeiras, região Oeste do Estado do Paraná. Em 2011, foram registrados os indivíduos mortos, remensurados os sobreviventes e mensurados e identificados os indivíduos recrutados ($DAP > 5$ cm). A área basal manteve-se estável, com queda de $0,30\text{m}^2/\text{ha}$, sendo influenciada pela alta taxa de mortalidade anual (5,98%) e pequena taxa de ingresso (3,32%). Devido à mortalidade, seis espécies deixaram de existir no levantamento, porém outras três espécies novas surgiram. O incremento periódico anual (IPA) para todas as espécies foi de 0,20 centímetros, variando de 0,03 a 0,76 centímetros. As espécies *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez obtiveram IMA de 0,86 e 0,32 centímetros respectivamente, elevando assim o IPA médio para as últimas classes de diâmetro.

Palavras-chave: incremento, mortalidade, ingresso

ABSTRACT

This study aimed to characterize a fragment of Semideciduous Submontane Forest according to its attributes related to dynamic processes such recruitment and mortality rates and growth. For that was established in 2007 a permanent sample plot of 0.5 hectares (ha), located in São José das Palmeiras, in western Paraná State. In 2011, the dead individuals were counted, remeasured the survivors and identified the recruitment. Basal area remained virtually the same, with a drop of $0.30 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, being influenced by the high annual mortality rate (5.98%) and small recruitment rate (3.32%). Due to mortality, six species no longer exist in the survey, but three other new species arose. The periodic annual increment (IPA) for all species was 0.20 cm, ranging from 0.03 to 0.76 cm. The species *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. and *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez obtained IMA of 0.86 cm and 0.32 cm respectively, bringing the average for the latest IPA diameter classes higher.

Key-words: ingrowth, tree mortality, tree recruitment.

3.1. INTRODUÇÃO

Com o ritmo acelerado dos desmatamentos que ocorreram nas florestas no Brasil, desde o início do século XX, houve um salto no desenvolvimento agropecuário e na balança comercial brasileira, porém, o nível de exploração e intensidade de intervenção, acarretou o surgimento de enormes áreas de vegetação secundária, distribuídas em pequenos fragmentos.

A capacidade de regeneração, bem como o crescimento e a produtividade de uma vegetação secundária, dependem de vários fatores como o solo, clima, relevo, nível de exploração e impacto gerado, idade, distância de outros fragmentos e banco de sementes. O manejo florestal vem ao encontro desta realidade, com o intuito de conduzir a floresta em regime sustentável, garantindo que ela forneça continuamente benefícios econômicos, ecológicos e sociais, mediante um planejamento para o aproveitamento dos recursos madeireiros e não-madeireiros disponíveis (REIS *et al.*, 2000).

Para que haja um planejamento adequado e eficaz do manejo em florestas inequívocas, é de suma importância conhecer inicialmente a estrutura espacial da vegetação, a distribuição diamétrica do componente arbóreo e avaliar, por meio do monitoramento, seus processos dinâmicos de crescimento e produção. Conforme Budowski (1966), os processos dinâmicos que ocorrem nessas florestas tendem a produzir mudanças na composição florística, na fisionomia e na estrutura, no decorrer dos anos.

As estimativas dos parâmetros do crescimento, recrutamento e mortalidade são obtidas, principalmente, por meio de inventário florestal contínuo, com parcelas permanentes monitoradas a médio e longo prazos. Assim, o estudo da dinâmica pode possibilitar o entendimento dos processos, por meio dos quais ocorrem as mudanças, em níveis de espécies e para a floresta como um todo (FIGUEIREDO FILHO, *et al.*, 2010).

No Estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual foi praticamente dizimada, devido aos solos altamente férteis, restando em torno de 2% da cobertura original, a qual se encontra distribuída em pequenos fragmentos. Atualmente, poucos estudos tem se dirigido em torno dessas florestas secundárias, fazendo-se necessárias informações sobre aspectos dinâmicos da floresta secundária, fundamentais para o manejo, com base no rendimento sustentado (MUNIZ, 2007).

Essa escassez de informações impossibilita o conhecimento da sua real potencialidade econômica, inviabilizando planos de manejo. Mediante a isso, este trabalho foi realizado de

forma a analisar atributos estruturais e a dinâmica de crescimento de um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, durante um período de quatro anos.

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar um fragmento da floresta estacional semidecidual, caracterizando-a quanto à sua estrutura diamétrica, bem como, as mudanças ocorridas nos processos dinâmicos de crescimento.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área de estudo encontra-se detalhada no Capítulo 1. As avaliações do fragmento florestal iniciaram-se em 2007, no momento da instalação da unidade amostral. Em maio de 2011, foram remedidas as árvores da unidade, totalizando um intervalo de quatro anos entre a primeira e a última avaliação. Todos os indivíduos que atingiram o limite de inclusão estipulado ($DAP \geq 5$ cm), ao longo dos quatro anos foram contabilizados como ingressos, recebendo plaquetas em ordem de numeração e identificação. As árvores mortas também foram contabilizadas e tiveram seu registro na ficha de campo. Com base nos dados de ingresso e mortalidade obteve-se as taxas percentuais para estes eventos.

Em 2008, o fragmento avaliado passou por uma intervenção, sendo removidas 32 árvores para a quantificação de biomassa e carbono

A caracterização da estrutura da vegetação foi alcançada por meio da distribuição diamétrica nas duas medições (2007 – 2011). A análise da dinâmica do crescimento em diâmetro foi realizada mediante as diferenças, resultando no incremento periódico anual (IPA), tanto por classe de diâmetro quanto por espécie. Os cálculos para a dinâmica florestal, mortalidade, ingresso e crescimento foram efetuados com o auxílio dos *softwares* Mata Nativa e *Excel 2003*.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Distribuição Diamétrica

Na Figura 4 é apresentada a evolução do número de árvores por hectare entre as duas medições realizadas, por classes de diâmetro, com amplitude de cinco centímetros. Observou-se a redução no número de indivíduos nas duas primeiras classes, na segunda medição e pouca diferença nas demais.

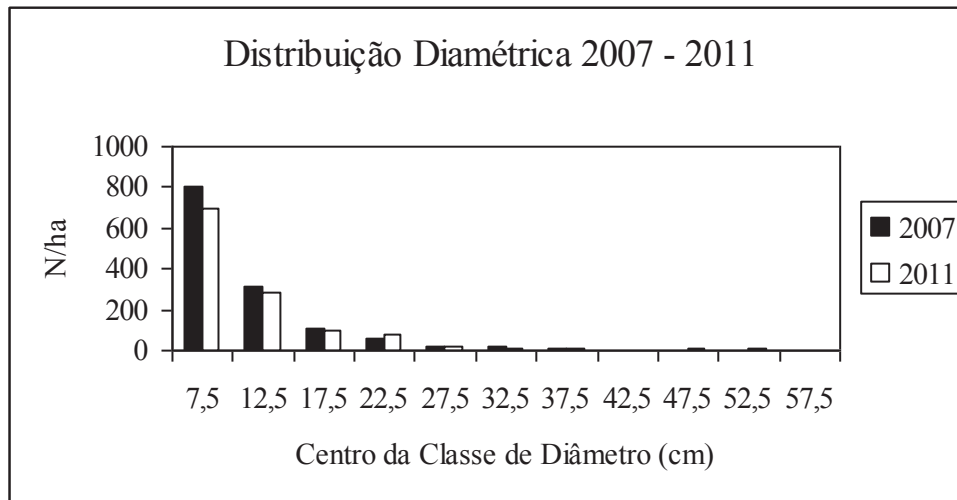


Figura 4: Distribuição Diamétrica das espécies amostradas no fragmento da Floresta Estacional Semidecidual, PR, 2007 e 2011

A mortalidade observada nas primeiras classes diamétricas foi afetada pela intervenção efetuada na floresta em 2008. Do total de árvores mortas no período (338 ind.ha⁻¹), cerca de 60% compunham a primeira classe, e desse total de indivíduos mortos na primeira classe (202 ind.ha⁻¹), aproximadamente 17% foram removidos da floresta na intervenção e não por processos naturais de mortalidade. Na segunda classe diamétrica este percentual de árvores afetadas pela intervenção foi ainda maior, igual a 24%.

Excetuando-se a intervenção efetuada na floresta no período de estudo, a tendência da mortalidade concentrar-se nas classes diamétricas iniciais também é normalmente observada em outros estudos. Rossi (2007) e Figueiredo Filho *et al.* (2007) atribuem esta tendência ao fato de que as classes diamétricas inferiores apresentam maior densidade, que estimula o processo de competição por recursos entre as árvores, ocasionando maior mortalidade.

A distribuição diamétrica apresentou forma decrescente (“J” invertido), como já é previsto para uma floresta nativa. Este modelo de distribuição indica que as populações que compõe a comunidade são estáveis e autoregenerativas, havendo um balanço entre a mortalidade e o recrutamento dos indivíduos (PEREIRA-SILVA, 2004).

Constata-se que há poucas árvores com DAP superior a 27 centímetros. Atribui-se este fato ao histórico do fragmento florestal, que foi descaracterizado em sua estrutura original por práticas antropogênicas, há mais de 20 anos, incluindo-se a extração seletiva de espécies, especialmente as de grande porte. Portanto, o período de 20 anos em que o

fragmento permaneceu isolado não foi suficiente para promover o retorno de sua estrutura às prováveis condições originais, sendo poucos os indivíduos que avançam para as classes diamétricas superiores.

3.3.2. Dinâmica da Floresta

3.3.2.1. Incremento Diamétrico

Podem-se observar na Tabela 4, os incrementos médios anuais em diâmetro para todas as espécies e por classe de diâmetro, para o período de quatro anos. O incremento médio anual para todas as espécies foi de 0,20 cm, variando de 0,03 a 0,76 cm. As espécies que tiveram maior valor médio de incremento anual foram *Solanum sanctae-catharinae* com 0,76 cm e *Chorisia speciosa* com 0,59 cm.

Tabela 3: Incremento Periódico Anual (IPA) das espécies amostradas na Floresta Estacional Semidecidual, entre 2007 a 2011

Nome Científico	Classes de Diâmetro (cm)										Média (cm.ano ⁻¹)
	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	47,5	52,5	57,5	
<i>Aegiphyla sellowiana</i>	0,16										0,16
<i>Albizia cf niopoides</i>	0,12	0,30	0,56	0,49		0,57					0,25
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,08	0,78									0,31
<i>Allophylus edulis</i>	0,21										0,21
<i>Aloysia virgata</i>	0,11	0,13	0,00	0,00							0,11
<i>Annona sp.</i>	0,09	0,58									0,21
<i>Annona rugulosa</i>	0,23										0,23
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,05	0,13									0,10
<i>Astronium graveolens</i>	0,38	0,14	0,48	0,42	0,24						0,31
<i>Ateleia glazioviana</i>	0,00	0,53			0,92						0,48
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,15	0,33	0,55	0,58							0,24
<i>Cabralea canjerana.</i>	0,14										0,14
<i>Calliandra foliolosa</i>	0,08										0,08
<i>Casearia decandra</i>	0,21	0,08									0,16
<i>Cecropia pachystachya</i>	0,00	0,00	0,00	0,00							0,00

Continua...

Nome Científico	Classes de Diâmetro (cm)										Média (cm.ano ⁻¹)
	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	47,5	52,5	57,5	
<i>Cedrela fissilis</i>	0,00										0,00
<i>Chorisia speciosa</i>	0,51	0,57	0,00			0,00	0,86		1,23		0,59
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	0,26	0,41	0,50								0,31
<i>Cordia ecalyculata</i>	0,22	0,16									0,21
<i>Cordia trichotoma.</i>	0,20	0,00	0,76	0,98							0,40
<i>Cupania vernalis</i>	0,00	0,18									0,09
<i>Dalbergia frutescens</i>	0,07	0,12	0,04								0,07
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	0,13	0,22	0,18								0,17
<i>Eugenia pyriformis</i>	0,12	0,34									0,16
<i>Eugenia sp.</i>	0,00										0,00
<i>Ficus sp.</i>	0,07	0,00	0,12	0,44				0,40			0,16
<i>Gleditschia amorphoides.</i>	0,00										0,00
<i>Guarea kunthiana</i>	0,16	0,34		0,62							0,20
<i>Gymnanthes concolor</i>	0,13										0,13
<i>Heliocarpus americanus</i>	0,20	0,59	0,30	0,33	0,13						0,29
<i>Holocalyx balansae</i>	0,19										0,19
<i>Hovenia dulcis</i>		0,54									0,54
<i>Inga uruguensis</i>	0,39			0,42							0,40
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0,10		0,00								0,07
<i>Machaerium paraguariense</i>	0,16	0,14	0,34	0,70	0,50	0,15				0,12	0,25
<i>Machaerium stipitatum</i>	0,10	0,15	0,14	0,28		0,00					0,13
<i>Manihot grahamii</i>	0,00	0,00									0,00
<i>Matayba elaeagnoides</i>		0,00									0,00
<i>Myrcia multiflora</i>	0,03										0,03
<i>Myrcianthes pungens</i>	0,23	0,46									0,31
<i>Myrocarpus frondosus</i>	0,12	0,62	1,19								0,18
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,24	0,30	0,09	0,15	0,15	0,42	0,32		0,08		0,23
<i>Parapiptadenia rigida</i>	0,24	0,24	0,92	0,45	1,44						0,33
<i>Patagonula americana</i>	0,13										0,13
<i>Peltophorum dubium.</i>	0,00										0,00
<i>Pentapanax warmingiana</i> (0,00	0,32								0,16
<i>Peschiera australis</i>	0,00										0,00

Continua...

Nome Científico	Classes de Diâmetro (cm)										Média (cm.ano ⁻¹)
	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	47,5	52,5	57,5	
<i>Phytolacca dioica</i>	0,16									0,92	0,54
<i>Picramnia parvifolia</i>	0,21	0,58									0,22
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	0,00										0,00
<i>Piper amalago</i>	0,15										0,15
<i>Prunus brasiliensis</i>	0,89		0,00			0,00					0,30
<i>Psidium guajava</i>	0,06										0,06
<i>Psychotria</i> sp.	0,00										0,00
<i>Raulinoreitzia leptophlebia</i>	0,00										0,00
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	0,14										0,14
<i>Schefflera morototoni</i>	0,00										0,00
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	0,24	0,38									0,26
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	0,76										0,76
<i>Syagrus romanzoffiana</i>				0,04							0,04
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,10		0,64		0,00						0,19
<i>Trichilia clausenii</i>	0,24										0,24
<i>Trichilia elegans</i>	0,07										0,07
<i>Zanthoxylum chiloperone</i>				0,31							0,31
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,00			1,03							0,52
Média	0,16	0,23	0,31	0,38	0,38	0,25	0,77	0,40	0,65	0,52	0,20

O incremento periódico anual (IPA) por classe de diâmetro teve maior expressão nas últimas classes, como é apresentado na Figura 5. Entre as classes 37,5 e 57,5 cm especificamente, foi onde ocorreram os maiores incrementos médios, chegando a 0,77 cm. As espécies *Chorisia speciosa* e *Nectandra megapotamica* apresentaram os maiores incrementos, iguais a 0,86 cm.ano⁻¹ e 0,32 cm.ano⁻¹, respectivamente, sendo estes incrementos observados nas classes superiores de diâmetro.

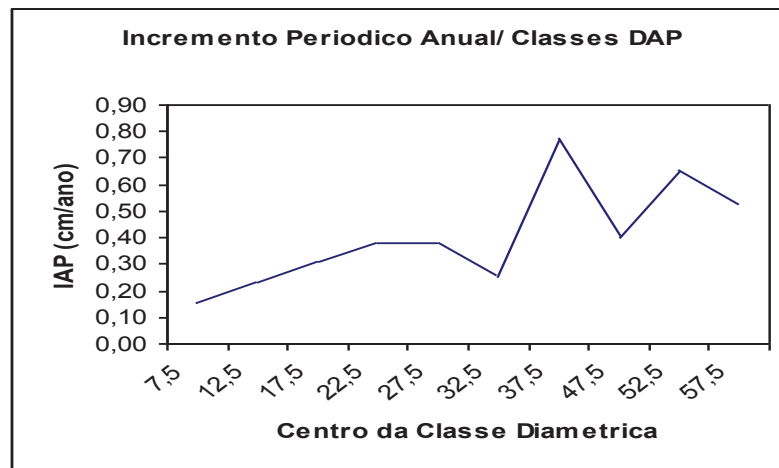


Figura 5: Incremento Médio Anual durante os anos de 2007 a 2011, por classes de DAP

Schaaf (2001) estudando o crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista, no Paraná, constatou que os maiores incrementos diamétricos periódicos foram verificados nas classes diamétricas 50,0 - 60,0 cm e na classe 60,0 - 70,0 cm. Pulz (1998), estudando uma Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais, entre 1987 e 1992, também verificou um maior incremento nas classes diamétricas próximas a 60 cm. Gomide (1997) verificou comportamento semelhante numa Floresta Ombrófila Densa primária no Amapá, sendo que os maiores incrementos foram verificados nas classes diamétricas superiores (próximas a 60 cm). Pizato (1999), também avaliando o crescimento na Floresta Ombrófila Mista, observou taxas de incremento maiores nas classes superiores, acima de 45 cm.

O fato do crescimento apresentar-se maior nas classes diamétricas superiores, como observado no presente estudo, se dá em decorrência de que as árvores mais grossas, que estão estabelecidas a tempo na floresta, possuem posição privilegiada no dossel, que lhes garante um aporte maior e mais constante de energia solar, o que permite a estes indivíduos apresentarem incrementos diamétricos maiores e com menor variabilidade (SCHAAF, 2001), para o manejo de florestas nativas deve-se levar em consideração este aspecto, no sentido de acentuar os investimentos nestas espécies que possuem maiores crescimentos.

Considerando todas as espécies avaliadas, o IPA médio para a floresta foi igual a 0,20 cm.ano⁻¹. Carvalho (1992) avaliando o crescimento na Floresta Nacional do Tapajós, PA, obteve valor igual ao do presente estudo, de 0,20 cm.ano⁻¹, também considerando indivíduos com diâmetros maiores que 5 centímetros. Vaccaro (2002), estudando o crescimento em Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, constatou que a média obtida, considerando todas as espécies, foi de 0,10 cm.ano⁻¹ em área de floresta secundária.

Figueiredo Filho *et al.*, (2010), com base em estudos realizados na Floresta Ombrófila Mista, relatam que o crescimento diamétrico da floresta é, em média, de $0,23 \text{ cm.ano}^{-1}$.

De acordo com Scolforo (1997) a literatura mundial concernente ao crescimento de florestas tropicais relata que este situa-se entre $0,1$ e $0,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ em florestas não manejadas, sendo que estes valores pode chegar de $0,6$ a $1,0 \text{ cm.ano}^{-1}$, caso ocorra o manejo sustentado. Os resultados obtidos no presente estudo encontram-se dentro dos limites observado pelos diferentes trabalhos citados.

3.3.2.2. Evolução da Área Basal

A área basal da floresta, na primeira avaliação (2007), foi de $18,86 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. Na avaliação efetuada em 2011, o valor da área basal da floresta apresentou uma redução, passando a $18,56 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. Como já descrito anteriormente, no ano de 2008 procedeu-se o corte de 32 indivíduos concentrados nas duas primeiras classes diamétricas, ocasionado a redução de $0,36 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ na área basal da floresta, o que não interferiu na estrutura da floresta. A redução deve-se a mortalidade natural dos indivíduos no período, que atingiu $338 \text{ ind.}\text{ha}^{-1}$ ao longo dos 4 anos. A Figura 6 representa o comportamento da área basal da floresta ao longo do período de estudo.

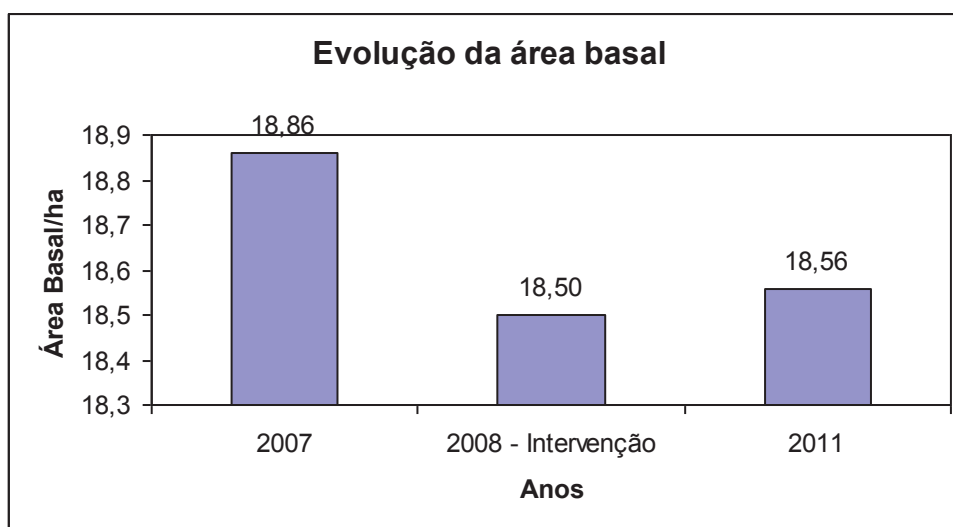


Figura 6: Evolução da Área Basal por hectare para os anos de medição.

Prado Júnior *et al.*, (2010), avaliando um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais observaram uma área basal média para a floresta de $27 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$

¹, considerando diâmetro de inclusão de 5 centímetros. Para outros autores trabalhando em FES, os valores de área basal variaram entre 23 e 31 m².ha⁻¹ (FONSECA e RODRIGUES, 2000; NUNES *et al.*, 2003; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2004). Portanto, o baixo valor observado para a área basal do presente fragmento pode ser considerado baixo, indicando uma floresta em fase de sucessão primária bastante alterada.

3.3.2.3. Ingresso e Mortalidade

Na Figura 7 são apresentados os valores médios anuais de árvores mortas e ingressas, por classe de DAP (cm). Observa-se que a mortalidade é superior ao número de indivíduos ingressos na área.

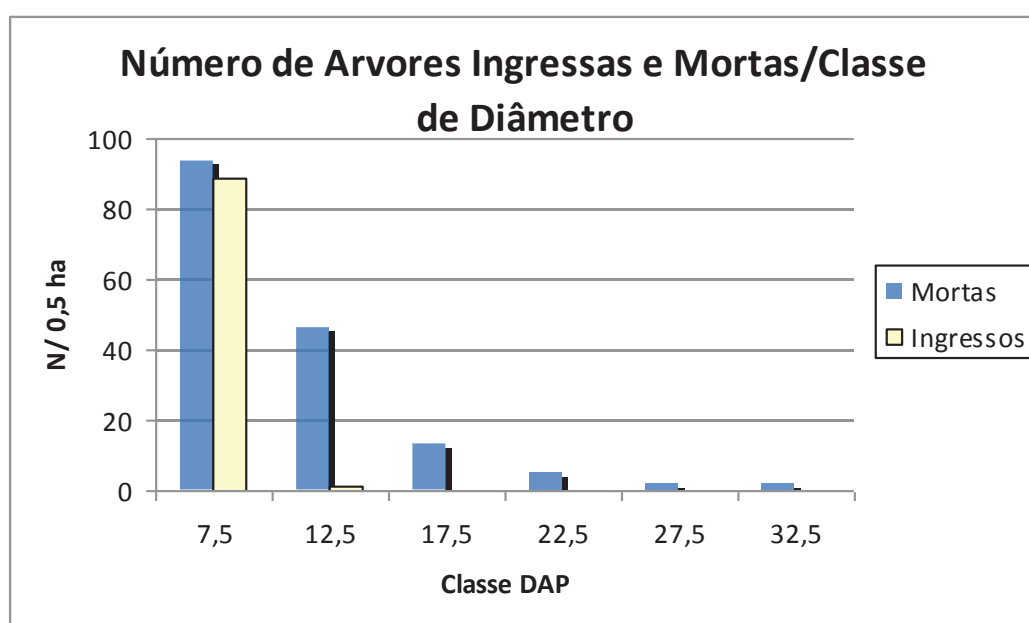


Figura 7: Número de árvores mortas e ingressas por classes de DAP (cm), para o período de 4 anos

A taxa de mortalidade anual atingiu valor igual 5,98%. A mortalidade de indivíduos, neste caso, além de ser decorrente dos processos naturais de competição e susceptibilidade à pragas e a doenças aumentando a taxa média anual de mortalidade. Observa-se que mortalidade concentrou-se nas classes diamétricas iniciais, proporcional ao número de indivíduos observados nestas mesmas classes.

Vaccaro (2002), avaliando a dinâmica de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, observou que a taxa média anual de ingresso, de acordo com o estágio de sucessão da floresta, foi de 2,87% para o capoeirão, 4,26% para a floresta secundária e 2,42%

para a floresta madura. Figueiredo Filho *et al.* (2010), ao analisar os dados de mortalidade em diferentes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, constataram que a mortalidade nestas áreas situa-se entre 1% e 2%. Comparativamente, os valores de mortalidade observados no presente trabalho são superiores.

Considerando o ingresso, a taxa média anual para todas as espécies foi de 3,32%. Vaccaro (2002) obteve valores de 1,62% para o capoeirão, 1,71% para floresta secundária e 1,58% para a floresta madura. Conforme Figueiredo Filho *et al.* (2010), na Floresta Ombrófila Mista a tendência geral é que o ingresso supere a mortalidade, com taxas anuais em torno de 3%. Entretanto, o mesmo não pôde ser constatado no presente trabalho, corroborando com Vaccaro (2002), Moscovich (2006), Stepka (2008), Roik (2012) e Rodrigues (2012), que também observaram taxas de mortalidade superiores ao ingresso em florestas no sul do Brasil.

3.4. CONCLUSÕES

- A distribuição diamétrica apresentou curva decrescente nas duas medições, com valores inferiores para a última nas três primeiras classes;
- A área basal do componente arbóreo manteve-se estável entre as medições, variou de 18,86 para 18,56 m²/ha, que se deve à alta taxa média anual de mortalidade (5,98%), e baixa taxa de ingresso (3,32%), mas apresentou tendência em aumentar a sua capacidade de estoque, no momento permanece estabilizada, característico de floresta em plena recuperação de distúrbio, neste caso antrópico;
- Os indivíduos com maiores portes de DAP, principalmente entre as classes 37,5 e 57,5 cm, obtiveram os maiores incrementos médios, chegando a 0,77 cm, e tendo as espécies *Chorisia speciosa* A.St.-Hil. e *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez os IMA's de 0,86 cm e 0,32 cm respectivamente.

3.5. REFERÊNCIAS

- ALDER, D. **Growth and yield of the mixed forests of the humid tropics: a review.** Oxford: FAO Report, 1983.
- BARROS, P. L. C. **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós – Pará.** Curitiba: UFPR, 1980. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, 1980
- BARTH FILHO N. **Monitoramento do crescimento e da produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes.** 2002. 99 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- BUDOWSKI, G. **Los bosques de los trópicos húmedos de América.** Turrialba, v.16, n.3, p.278-285, 1966
- CARVALHO, J. O. P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região dos tapajós no estado do Pará.** 1982. 128 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1982.
- CARVALHO, J. O. P. **Structure and dynamics of logged over Brazilian Amazonian rain forest.** 1992. 215 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1992.
- CARVALHO, J. O. P. Curso de Manejo Florestal Sustentável. **Tópicos em manejo florestal sustentável.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 253p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).
- CORLETT, R.T. **What is secondary forest?** J. Trop. Ecol., v.10, n.3, p.445-447, 1994
- FERREIRA, R. L. C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG.** 1997. 208 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) — Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, T. F.; SAWCZUK, A. R. Crescimetno, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.
- FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma florestasemidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, v. 57, p. 27-43, 2000

GLENN-LEWIN, D.C., VAN DER MAAREL, E. Pattern and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K., VEBLEN, T.T. (Eds.). **Plant succession : theory and prediction**. London: Chapman & Hall, 1992. p.11-59.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Pará**. Curitiba: Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Engenharia Florestal - UFPR, 1997.

KUNIYOSHI, Y. S. Reconhecimento das fases sucessionais da vegetação arbórea. In: **Simpósio sobre Avaliação de Impactos Ambientais**. (1989: Curitiba). Anais Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais, 1989

LAMPRECHT, Hans. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 316 p

MARANGON, L. C. *et al.*, Estrutura Fitossociológica e Classificação Sucessional do Componente Arbóreo de um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne, Lavras**, v. 13, n.2, p. 208-221, 2007.

MARTIN, G. J.; **Ethnobotany: a methods manual**. Conservation series. Earthscan, Unite Kingdom, 2004.

MIKICH, S.B.; SILVA, S.M. Composição florística e fenológica da espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no Centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botânica Brasilis**, n.15, v.1. p.89-113. 2001

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. Santa Maria: UFSM, 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2006

MUNIZ, A. L. V.; ESQUERDO, L. N.; RIBEIRO, M. S.; SILVA, M. F. F. DA; PINHEIRO, K. A. O.; ALVINO, F. O.; ARAÚJO, E. L. S. DE; JUNIOR, R. C. C. **Dinâmica de Floresta Secundária com e sem Tratamento Silvicultural para fins de Manejo no Nordeste Paraense** Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 2007.

NUNES, Y.; MENDONÇA, A.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Ed. Pioneira, 1977. 201p.

OLIVEIRA FILHO, A.; CARVALHO, D.; FONTES, M.; VAN DEN BERG, E.; CURI, N.; CARVALHO, W. Variações estruturais do compartimento arbóreo de uma floresta Semidecídua alto-montana na chapada das Perdizes, Carrancas, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 129-309, 2004.

ORLÓCI, L. 1993. **Conjectures and scenarios in recovery study**. *Coenoses* 8:141-148.

PEREIRA-SILVA, E.F.L. **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. 2004. 120f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Unicamp, Campinas.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR: 1995 a 1998**. Curitiba, 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

PRADO JÚNIOR, J. A.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 638-647, jul./ago. 2010.

PULZ, F A. **Estudo da dinâmica e a modelagem da estrutura diamétrica de uma floresta semidecídua montana na região de Lavras-MG**. 1998. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REIS, M. S. *et al.* **Sustained yield management of *Euterpe edulis* Martius (Palmae): a tropical palm tree from the Atlantic Tropical Forest**. *Journal of Sustainable Forestry*, v. 11, n. 3, p. 1-17, 2000

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. **Unidades fitogeográficas do estado do Paraná**. *Ciência e Ambiente: Santa Maria*. v.24. n.1. 2002.

ROIK, M. **Florística, dinâmica e modelagem do incremento diamétrico em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná**. 2012. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, Irati, PR.

RODRIGUES, A. L. **Dinâmica e correlações ambientais em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em Guarapuava, PR**. 2012. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati.

ROSSI, L. M. B. **Processo de difusão para simulação da dinâmica de Floresta Natural**. Curitiba, 2007c. 168 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SCHAAF, L.B.; **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná.** 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidêneas heterogêneas.** Santa Maria: UFSM, 2000

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438p

SCOLFORO, J. R.; **Inventário Florestal.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo – 2010: dados de 2005-2010.** Brasília: SFB, 2010. 152 p.

STEPKA, T.F. **Modelagem da dinâmica e prognose da estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista por meio de matriz de transição e razão de movimentação.** 2008. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: A review. **Journal of Tropical Ecology**, v.3, n.4, p.359-366, 1987.

VACARO, S. **Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais, no município de Santa Tereza, RS, Brasil.** 2002. 157f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests,** CAB International, 1994. 312p.

VELOSO, P. H.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE: Rio de Janeiro, 1991.

4. ESTIMATIVAS DE BIOMASSA E CARBONO ESTOCADO PARA UM FRAGMENTO DA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL - PARANÁ

RESUMO

O presente estudo objetivou ajustar e estimar valores referentes à biomassa e ao carbono estocado total e por componentes, e pretendeu ainda realizar a prognose da distribuição diamétrica para o fragmento, para estimar os valores futuros de carbono estocado e obter assim o valor produtivo econômico de fixação de carbono da Floresta Estacional Semidecidual. Foram abatidas 32 árvores-amostra em 2008, para o ajuste das equações alométricas, as quais foram selecionadas por meio do ranqueamento do valor de importância (VI). Assim, foram separados os componentes das árvores em casca, fuste, folhas, miscelânea, galhos vivos, galhos mortos e para o total. Foram selecionadas as equações que obtiveram os melhores valores referentes às estatísticas de regressão, R^2 ajustado e $Syx\%$, bem como por análise visual do gráfico de dispersão dos resíduos. A prognose da distribuição diamétrica foi realizada pelo método da razão de movimentos. Na avaliação econômica foi estimado o valor produtivo do povoamento, referente à capacidade atual e futura de fixação do carbono. Os coeficientes de determinação (R^2 adj.) para as equações selecionadas variaram de 0,11 a 0,90 e erro de 141,89 a 41,53%, para biomassa dos componentes, e de 0,03 a 0,87 para R^2 adj. e 143,64 a 46,20% de erro, para carbono estocado nos componentes. Estimou-se em $56,25 \text{ t.ha}^{-1}$ a biomassa total do componente arbóreo e $25,88 \text{ t.ha}^{-1}$ de carbono total. Para o fragmento na Floresta Estacional Semidecidual, o estoque de carbono seguiu a sequencia madeira do fuste > galhos vivos > casca do fuste > galhos mortos. Utilizando as distribuições futuras por meio do método da razão de movimentos estimou-se o carbono estocado total (aérea + raízes) em $14,44 \text{ t.ha}^{-1}$ no período de 20 anos. O valor produtivo para o fragmento atingiu R\$ 299,95 por hectare/ano.

Palavras-chave: Equações Alométricas, Razão de Movimentos, Crédito de Carbono

ABSTRACT

This study aimed to estimate and adjust amounts related total biomass and total carbon stored and by the components, and also to make the prognosis of the diameter distribution to the forest, to estimate future values of stored carbon and thus obtain the value of economic productivity of a Semideciduous Forest, related to its ability to fix carbon. Thirty-two trees were felled and sampled for adjustment of allometric equations, which were selected by means of ranking the species according to their importance value (IV). Once the components were separated in the trees bark, stem, leaves, miscellaneous, live and dead branches, was also adjusted to the total. We selected the equations that have the best values for the regression statistics, adjusted R^2 and $Syx\%$, as well as by visual analysis of the scatter plot of the residuals. The prognosis of the diameter distribution was performed by movements ratio. In assessing the economic value was estimated productive capacity of the stand on the current and future carbon sequestration. The coefficient of determination (R^2 adj.) for the selected equations ranged from 0.11 to 0.90 and error 141.89 to 41.53% for biomass components, and between 0.03 and 0.87 for R^2 adj. and from 143.64 to 46.20% error for carbon stored in the components. It was estimated in 56.25 t.ha⁻¹ the total biomass of tree component and 25.88 t ha⁻¹ of total carbon. For the seasonal semideciduous forest fragment, the sequence of carbon and biomass storage follows: stem wood > live branches > bark bole > dead branches. Using future distributions through the ratio method of movement was estimated total carbon stored (air + roots) in 14.44 t.ha⁻¹ in the period of 20 years. The productive value for the fragment reached R \$ 299.95 per hectare / year.

Key-words: allometric equations, movement ratio, carbon credits

4.1. INTRODUÇÃO

Em estudo realizado pelo IPCC (2000), foram gerados vários cenários de mudanças climáticas para todos os continentes para o final do século XXI, com base nas taxas de emissões crescentes de poluentes na atmosfera, desde a década de 1980, prevendo um aumento na temperatura de 1,4° C a 5,8° C. Essa mudança na temperatura desencadearia vários fenômenos e intensificaria os existentes como *El Niño* e *La Niña*, havendo grande possibilidade de alterar, prolongar e intensificar os regimes de chuvas e secas.

Os gases de efeito estufa, CO₂, N₂O e CH₄, que representam 1% na atmosfera, são os grandes responsáveis pela elevação da temperatura na Terra. Entre estes gases, o óxido nitroso (N₂O) e do metano (CH₄) possuem uma maior capacidade de aquecimento, mas é o dióxido de carbono que está presente em maior quantidade na atmosfera, em torno de 65%, em relação aos demais (EVEREST, 1989).

Várias alternativas foram elaboradas na Conferência das Partes (COP's), que reúne países em busca de soluções e ações para a redução da quantidade de dióxido de carbono do ar. Em Quioto, Japão, no ano de 1997, é que foram definidas as responsabilidades dos países desenvolvidos na melhoria da eficiência da matriz energética e investimentos em pesquisas para criar alternativas aos combustíveis fósseis. Para os países em desenvolvimento foi estabelecido que somente participariam mediante o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), o qual foi ratificado em 2004, quando a Rússia assinou o acordo.

Em síntese, o MDL na área florestal consiste em que cada tonelada de CO₂ equivalente (tCO_{2e}) que deixar de ser emitida ou for retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento poderá ser negociada no mercado mundial, criando novo atrativo para a redução das emissões globais. Desde a implantação do MDL, mais de 6000 projetos estão em andamento, estando o Brasil, em terceiro lugar no ranking geral de projetos, seguindo atrás da China e da Índia.

Os países que estão dispostos e possuem condições de reduzir as emissões por desmatamento deveriam ser recompensados financeiramente, e essa é a idéia básica apresentada por trás do conceito de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), (KAROUSAKIS, 2009) *apud* (DUPRA, 2010). Ainda segundo o autor, no âmbito do REDD, foi ampliado e seu conceito expandido para incluir também a conservação, o manejo florestal sustentável e o aumento dos estoques de carbono.

Em 2009, pelo Acordo de Copenhague, foi reconhecida a importância da redução das emissões geradas pelo desmatamento e pela degradação das florestas (UNFCCC, 2009), gerando uma grande oportunidade aos países detentores dessas reservas florestais, que podem obter grande ganho para a sua biodiversidade, por meio da redução da perda de carbono.

Essa alternativa para reduzir a concentração de dióxido de carbono por meio de florestas naturais será uma grande oportunidade para o Brasil, país detentor de grandes biomas florestais em recuperação por distúrbios antrópicos, como a Floresta Estacional Semidecidual. Especificamente no Estado do Paraná, esta formação florestal pertencente ao bioma Mata Atlântica, foi reduzida a pequenos fragmentos, e o REED pode ser uma alternativa economicamente viável, socialmente justa e ecologicamente correta.

Dúvidas surgem em relação à quantificação dos estoques de carbono nas diferentes formações florestais e quanto a outros diversos aspectos metodológicos, sendo estes os principais entraves científicos para se incluir integralmente a questão florestal em um mecanismo dentro da Convenção (DUPRA, 2010).

Diante do exposto, este trabalho objetivou ajustar modelos alométricos, para estimar a biomassa e o carbono do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em São José das Palmeiras - PR.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de dados utilizado neste trabalho para ajustar os modelos para gerar estimativas da biomassa arbórea é advindo da unidade amostral permanente instalada em São José das Palmeiras – PR, pertencente à formação Floresta Estacional Semidecidual. A unidade amostral foi inventariada no ano de 2007, obtendo-se a partir desse processamento dos dados, os parâmetros absolutos e relativos da densidade, dominância e frequência nas parcelas, dando subsídios para determinar os valores de importância (VI). Foram iniciados os estudos de biomassa e carbono a partir destes dados, do ano de 2008.

Para determinação da biomassa arbórea acima do solo, foi empregado o método da árvore individual, havendo, no entanto, uma adaptação, onde foram selecionadas as espécies que obtiveram os maiores valores de importância (VI), devido a sua atribuição de representatividade para o restante da população.

Foram abatidas 31 árvores vivas e uma morta, as quais são pertencentes a 29 espécies diferentes, e para o ajuste dos modelos alométricos, foram utilizados apenas os dados dos indivíduos que possuíam os respectivos compartimentos. Com as árvores derrubadas, os componentes foram separados em fuste, casca, galhos vivos, galhos mortos, folhas e miscelânea (frutos, flores, sementes entre outros).

A etapa seguinte consistiu na pesagem das toras, com a utilização de uma balança de vara, neste processo foi incluída toda maravalha oriunda do traçamento, obtendo assim a biomassa verde do fuste com casca. Após a operação, foram coletados discos nas posições inferior, médio e superior da árvore, com uma espessura em torno de 2 cm, que foram acondicionados em sacos de papel com a respectiva identificação.

A biomassa da casca foi determinada por meio da proporção entre casca e fuste. Para isso, foram separados as cascas dos discos amostrados a 0, 50 e 100% da altura total, pesados em balança eletrônica com precisão de 0,001 g. Obteve-se então a média dos valores de casca por quantidade de fuste do disco, e este valor médio foi extrapolado para o restante do fuste.

Para determinar a biomassa dos galhos, estes foram separados em mortos e vivos, e os galhos vivos ainda foram separados em galhos e folhas. Estes componentes foram pesados em balança de precisão de 0,1g. Considerou-se como galho os componentes acima do ponto de inversão morfológica.

Para cada componente foram coletadas amostras de aproximadamente 1000 g, identificadas e armazenadas em sacos de papel, sendo que o material coletado dos galhos diferiu em diferentes diâmetros e as folhas foram retiradas da ponta, do meio e da base da copa, buscando uma fiel representatividade das condições reais.

As amostras coletadas de cada um dos componentes, após serem identificados e armazenados, foram levadas ao laboratório da UNICENTRO, *Campus do CEDETEG*, em Guarapuava – PR, onde se procedeu a secagem em estufas com circulação de ar forçada, iniciando a secagem a 60° C e finalizando a 70° C, até a estabilização do peso.

Após a secagem, o material foi triturado em moinho tipo Wiley (peneira Mesch 20), para análise de biomassa e posterior análise do teor de carbono orgânico.

As análises de carbono orgânico no tecido vegetal foram realizadas no laboratório da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, pelo método WALKLEY-BLACK, com calor externo, proposto por TEDESCO *et al.* (1995).

Neste trabalho foram testados 17 modelos para estimar biomassa estocada total e para os componentes (Tabela 5). Os modelos foram ajustados com o uso do *software Microsoft office Excel 2003*.

Tabela 4: Modelos utilizados para estimar biomassa e carbono estocado em um fragmento da Floresta Estacional Semidecidual

Nº	Modelos Matemáticos
1	$y = b_o d^b$
2	$y = b_o + b_1 d + b_2 d^2$
3	$y = b_o + b_1 d + b_2 (d^2 h)$
4	$y = b_o + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 (d^2 h)$
5	$y = b_o + b_1 d^2 + b_2 (d^2 h)$
6	$y = b_o + b_1 d + b_2 h$
7	$y = b_o d^b h^c$
8	$y = b_o + b_1 d$
9	$y = b_o + b_1 d^2$
10	$y = b_o + b_1 d^3$
11	$y = b_o + b_1 d^2 h$
12	$\ln y = b_o + b_1 \ln (d^2 h)$
13	$y = b_o + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3$
14	$y = b_o + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3 + b_4 d^4$
15	$y = b_o + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3 + b_4 d^4 + b_5 d^5$
16	$\ln y = y = b_o + b_1 \ln h$
17	$y = b_o + b_1 d^2 + b_2 h^2 + b_3 (d^2 h)$

Onde: $b_o, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$ = coeficientes estimados por regressão; d = diâmetro a altura do peito (1,3 m) da árvore; \ln = logaritmo natural; y = peso da biomassa, volume e carbono estocado, e h = altura total (ht) ou altura do ponto de inversão morfológica (hm).

A correção da discrepância logarítmica, presente nas estimativas das equações de modelos logarítmicos linearizados, foi feita multiplicando-se a quantidade do compartimento estimado pela expressão conhecida como índice de Meyer (IM): $IM = e^{0,5 * S^2_{yx}}$, em que: e = base dos logaritmos neperianos e S^2_{yx} = quadrado do erro padrão da estimativa (ORELLANA e KOEHLER, 2008; MACHADO *et al.*, 2008).

Para selecionar as melhores equações, foram analisados os seguintes critérios estatísticos de regressão: coeficiente de determinação ajustado (R^2 aj.), erro padrão da estimativa expresso em porcentagem ($S_{yx}\%$) e distribuição gráfica dos resíduos.

Para estimar a quantidade de carbono estocado no componente arbóreo, realizou-se a multiplicação da biomassa pelo teor de carbono referente ao componente analisado.

Para estimar a serapilheira foram instaladas 50 parcelas de 625 cm² (25 x 25 cm) cada, alocadas em todas as subunidades ímpares de 100 m² da unidade amostral permanente, dispostas uma no canto inferior e outra no superior, de onde se procedeu a coleta e pesagem de todo o material em estágio de decomposição ali presente. Retirou-se uma amostra de cada parcela, com valor aproximado de um kg, para posterior secagem e determinação do teor de carbono. Estes valores foram extrapolados para toda a unidade amostral e para o hectare.

Para estimar biomassa do sub-bosque, instalou-se 25 unidades amostrais de um m², dispostas em todas as subunidades ímpares, onde foi realizada a coleta e pesagem de todo material vivo e retirada de amostras, as quais foram secas em laboratório, para determinação do peso seco e do teor de carbono, os quais foram extrapolados por unidade de área.

Para estimar a quantidade de dióxido de carbono (CO₂) armazenado na floresta, foram usados os valores totais de carbono estimados para todos os componentes descritos anteriormente, ou seja, carbono estocado no componente arbóreo, arbustivo e na serapilheira, e a soma destes foi multiplicada pelo fator de conversão obtido pela razão entre a massa atômica do dióxido de carbono (44) e a massa atômica do carbono (12), resultando no fator 3,6667.

Para estimar a distribuição diamétrica futura, empregou-se o método da Razão de Movimentos, que consiste em projetar o número de indivíduos por classes de DAP, com base nos incrementos periódicos e ajuste de equações de ingresso e mortalidade. Para isso foi ajustado um modelo não linear desenvolvido por Scolforo (1998), sendo:

$$\text{Modelo de Ingresso} - I_i = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot di}$$

$$\text{Modelo de Mortalidade} - M_i = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot di}$$

Onde:

I_i – Ingresso;

M_i – Mortalidade;

di – diâmetro médio da classe

b₀ e b₁ - Coeficientes do modelo

Para estabelecer o valor produtivo da floresta, que ainda está em estágio crescente na fixação de carbono, há receitas que ainda que serão acrescentadas ao longo

do tempo, por isso faz-se necessário o cálculo do valor produtivo do povoamento florestal.

O Vp também é utilizado para fazer a avaliação de florestas para fins de indenização, desapropriação e loteamento. Nestes casos o cálculo se baseia nas receitas líquidas e nos custos futuros, descontados para a idade de avaliação Silva *et al.* (2005).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Conjunto de Dados Utilizados no Ajuste das Equações

Na Tabela 6, estão dispostos os indivíduos com suas respectivas espécies selecionadas para ajuste das equações e as suas medidas de CAP (cm) e altura total (m), bem como o valor de importância obtido para a espécie.

Tabela 5: Lista de indivíduos e respectivas espécies selecionadas para ajuste dos modelos alométricos

Nome Popular	Nome Científico	CAP	HT	VI
Angico vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	45,30	12,22	2,43
Ariticum	<i>Annona</i> sp.	28,40	8,52	1,24
Ariticum preto	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	25,30	3,92	0,62
Ariticum preto	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	17,00	6,24	-
Cabreúva	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	23,50	8,89	5,36
Café de bugre	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	24,70	7,48	2,55
Caliandra	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	17,70	5,3	1,18
Canela	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	61,60	12,05	7,05
Catiguá miudo	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	19,60	5,98	0,15
Embauba	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	45,00	9,82	3,06
Farinha seca	<i>Albizia cf niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	41,90	10,02	3,28
Figueira	<i>Ficus</i> sp.	40,70	9,83	1,56
Guabijú	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	35,40	8,86	0,65
Guaçatunga	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	22,40	7,47	0,47
Guarítá	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	20,30	6,46	2,95
Guatambú	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	29,90	8,77	2,38
Guateria	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	31,10	7,23	3,71
Ipê roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	28,90	9,5	0,97
Leiteiro	<i>Peschiera australis</i> (Müll. Arg.) Miers	31,00	11,13	0,15
Limão do mato	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	20,90	7,11	0,75
Lixeira	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	32,00	9,00	11,00
Louro	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	34,20	13,17	1,86
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	103,50	13,32	4,58
Pau amargo	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	23,00	7,1	3,12
Pau marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	29,90	12,29	4,26
Peroba	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	33,50	9,8	0,74
Pessegueiro bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich	50,00	12,28	0,73
Sapuva	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	37,20	11,91	5,82
Sapuva	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	45,00	11	-

Continua...

Nome Popular	Nome Científico	CAP	HT	VI
Tapiá	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	34,50	8,85	0,81
Uvaia	<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	23,10	8,90	1,35
Morta	-	34,50	6,47	-
TOTAL				74,8

Onde: CAP: Circunferência à altura do peito; HT: altura total; VI: valor de importância.

Observa-se que as 29 espécies presentes no fragmento que tiveram indivíduos amostrados para a determinação da biomassa e carbono correspondem a 74,8% do VI total da floresta, indicando que tais espécies representam bem a estrutura do remanescente, podendo, portanto, servir como base para a estimativa destes parâmetros para o restante da floresta.

4.3.2. Teor de Carbono para as Espécies e para os Componentes

Os teores de carbono por espécie e para seus componentes estão apresentados na Tabela 7. O valor médio do teor de carbono foi de 431,68 g.kg⁻¹. Os valores médios do teor de carbono apresentaram uma variação de 401,32 a 457,71 g.kg⁻¹ entre as espécies, e de 410,52 a 444,12 entre os componentes. Pode-se constatar que utilizar o valor padrão de 0,500 g.kg⁻¹ para estimar carbono estocado na biomassa arbórea, para Floresta Estacional Semidecidual ocorre superestima dos valores, proporcionando erros na quantificação.

Tabela 6: Teor de Carbono para os indivíduos amostrados e para os respectivos componentes

Nome Científico	Nome Popular	Teor de Carbono - g kg ⁻¹						Média
		Casca	Folhas	Fuste	Galhos Mortos	Galhos Vivos	Miscelânea	
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico Vermelho	436,94	453,70	448,32	426,60	436,86	443,00	440,90
<i>Annona</i> sp.	Ariticum	402,37	422,52	448,22	438,65	438,29		430,01
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	Ariticum Preto	422,71	428,10	438,90	437,51	437,95		433,03
<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H.Rainer	Ariticum Preto.	417,60	518,42	441,69	445,97	445,18		453,77
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabreúva	426,17	416,87	428,65		431,93		425,91
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Cafê de Bugre	405,40	428,20	438,23	433,89	433,76		427,90
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Caliandra	405,84	420,45	444,82		432,81	437,61	428,30
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela	396,48	482,66	455,22	502,35	451,82		457,71
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Catiguá Miúdo	415,95	462,56	447,94		443,98		442,61
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	399,31	395,11	451,63	431,49	433,24		422,16
<i>Albizia cf niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha Seca	414,17	478,46	441,18		434,11		441,98
<i>Ficus</i> sp.	Figueira	400,18	428,03	435,77		411,79		418,94
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guabijú	407,26	408,89	451,42		423,68		422,81
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga	389,27	473,44	436,87	423,63	426,50		429,94
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guarita	409,68	457,21	429,23	416,18	428,57		428,17
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichl.) Engl.	Guatambu	398,18	462,15	443,31	424,61	434,66		432,58
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Guateria	405,16	385,39	441,78	427,25	409,78		413,87
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Ipê Roxo	408,94	425,51	449,35		446,38		432,55
<i>Peschiera australis</i> (Müll. Arg.) Miers	Leiteiro	400,20	439,79	462,96		429,41		433,09
<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	Limão do Mato	409,27	413,00	435,26	427,71	431,04		423,26
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Lixeira	411,23		443,97	440,42	441,23		434,21
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro	414,23	414,73	453,03	432,79	429,36	448,41	432,09
	Morta	423,40		439,08	438,20			433,56
<i>Chorisia speciosa</i> A.St.-Hil.	Paineira	388,26	420,95	413,59	381,83		401,96	401,32
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau Amargo	402,58	418,04	444,89	430,55	437,70		426,75
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau Marfim	391,48	417,83	441,35	433,55	413,14		419,47
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Peroba	409,88	456,86	458,26	433,10	423,93		436,41
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schlecht.) D. Dietrich	Pessegueiro Bravo	456,44	467,94	448,82	451,09	447,91		454,44
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva	411,55	433,92	446,42	435,64	432,16		431,94
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva.	418,89	426,25	463,49	433,51	427,66		433,96
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Tapiá	435,26	465,58	439,13	439,90	436,01		443,18
<i>Eugenia pyriformis</i> Camb.	Uvaia	402,41	411,08	449,07	441,25	430,25		426,81
Média / Componente		410,52	437,79	444,12	434,49	432,70	432,74	431,68

A espécie *Chorisia speciosa* foi a que obteve menor teor médio de carbono, com valor de 401,32 g.kg⁻¹. Desta espécie, o componente galho morto foi o que apresentou o menor teor de carbono (381,83 g.kg⁻¹) sendo este o valor mais baixo observado entre os componentes. Por outro lado, *Nectandra megapotamica* foi a espécie que apresentou o maior teor médio de carbono, com 457,71 g.kg⁻¹. Os galhos mortos foram os que apresentaram o maior valor para esta espécie, com 502,35 g.kg⁻¹. Entretanto, foram as folhas de *Annona rugulosa* que apresentaram o maior teor de carbono entre os componentes (518,42 g.kg⁻¹). De modo geral, o teor de carbono nos componentes seguiu esta tendência: madeira do fuste > folhagem > galhos mortos > miscelânea > galhos vivos > casca.

Ferez (2010), avaliando o carbono em plantios de recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica, constatou que, em média, o teor de carbono nas espécies avaliadas foi de 460 g.kg⁻¹. Weber *et al.* (2006) avaliando as diferenças entre as concentrações de carbono em seis espécies da Floresta Ombrófila Mista (*Myrsine ferruginea*, *Ocotea porosa*, *Mimosa scabrella*, *Styrax leprosus*, *Symplocos uniflora* e *Ilex paraguariensis*), constatou que em média a folhagem é o componente com maior teor de carbono (442,0 g.kg⁻¹), enquanto a miscelânea apresentou os menores teores (339 g.kg⁻¹). Watzlawick *et al.* (2011), avaliando os teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista, do Paraná, observaram que os maiores valores foram observados nas espécies *Prunus brasiliensis*, *Ocotea puberula* e *Drimys cf. angustifolia*. Em contrapartida, os menores teores foram encontrados nas espécies *Persea major*, *Myrcia* sp. e *Lamanonia ternata*. Em relação aos componentes, os autores constataram que a tendência no teor de carbono foi a seguinte: folhagem > galhos mortos > madeira do fuste > galho vivo > casca.

De modo geral, os resultados obtidos no presente trabalho assemelham-se aos apresentados em outros trabalhos, havendo, no entanto, carência de estudos que contemplem os teores de carbono em espécies da Floresta Estacional Semidecidual em estágios médio/inicial de sucessão.

4.3.3. Estimativa da Biomassa Acima do Solo e Estimativa de Carbono Estocado Total

Com base nos dados de biomassa e carbono das árvores, conforme já apresentado na Tabela 7, foram ajustadas equações para a estimativa da biomassa e carbono totais e para os componentes. As estatísticas de análise das equações para estimar a biomassa do componente

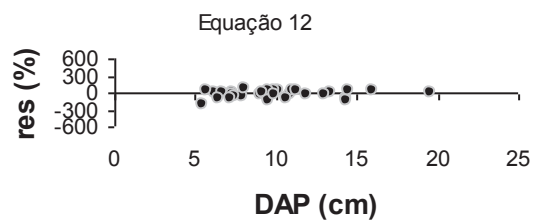
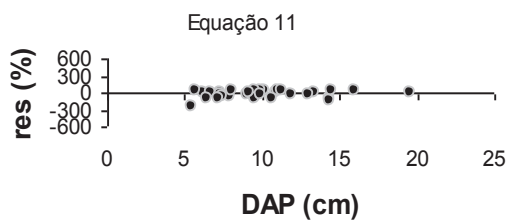
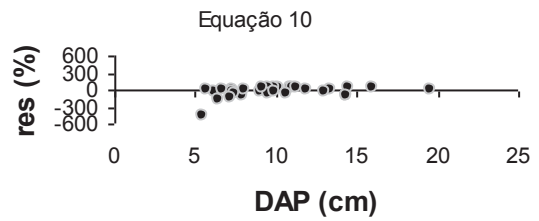
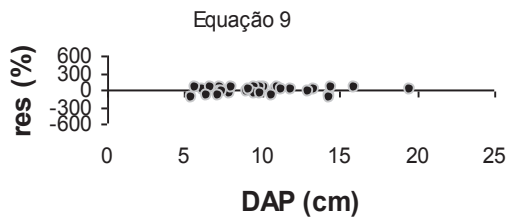
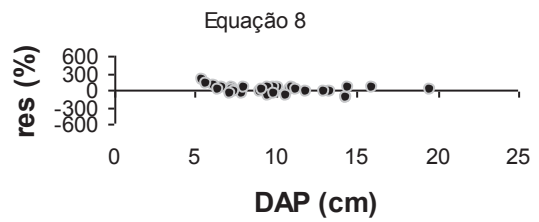
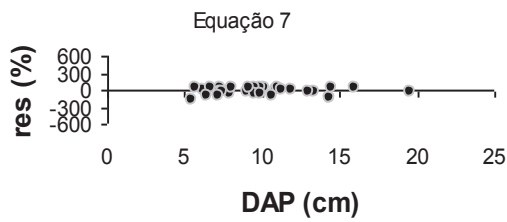
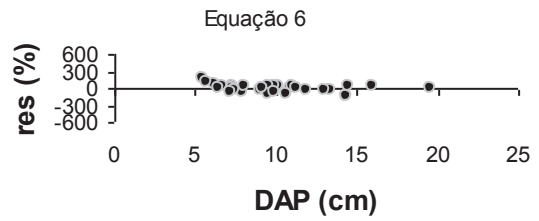
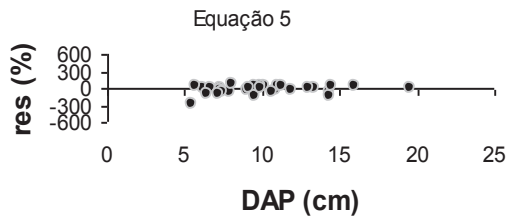
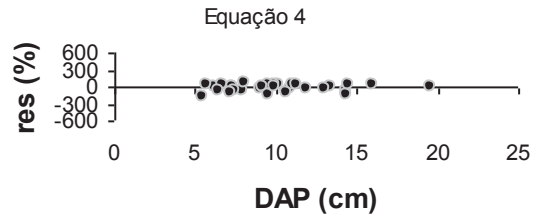
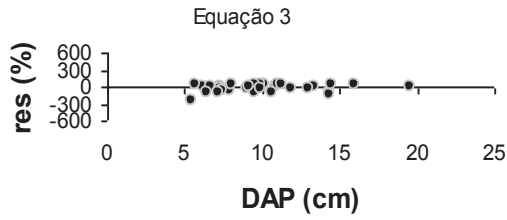
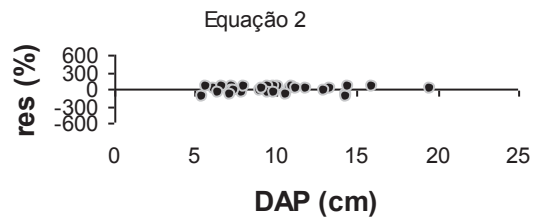
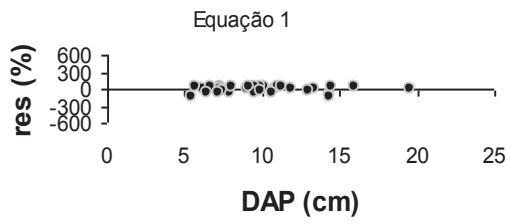
arbóreo total estão apresentadas na Tabela 8, e apontam a equação 4 com menor erro (48%) e maior R² ajustado (0,72). Porém, a análise gráfica dos resíduos (Figura 8) mostra maior dispersão dos dados em relação às demais, sendo, por isso, selecionada a equação 2, com coeficiente de determinação ajustado (R² adj.) no valor de 0,70 e erro padrão da estimativa de 50,98%, apresentando uma distribuição mais uniforme dos resíduos em relação às demais. Em contrapartida, a equação 16, que teve como variável independente a altura total, foi a que apresentou os piores resultados, com R² adj. = 0,39 e Syx% de 70,09%.

Tabela 7: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa acima do solo para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

	Equações	R² adj	Syx (%)
1	$\text{Log } P_{\text{Stotal}} = -1,0365 + 2,3822 \cdot \log(d) \times 1,0497$	0,69	49,59
2	$P_{\text{Stotal}} = -4,8639 + 0,3981 \cdot d + 0,2625 \cdot d^2$	0,70	50,98
3	$P_{\text{Stotal}} = 3,2213 + 0,02445 \cdot d + 0,02223 \cdot d^2 \cdot h$	0,73	46,87
4	$P_{\text{Stotal}} = -4,8269 + 2,0525 \cdot d - 0,1997 \cdot d^2 + 0,0311 \cdot (d^2 \cdot h)$	0,72	48,69
5	$P_{\text{Stotal}} = 5,6692 - 0,09205 \cdot d^2 + 0,0294 \cdot d^2 \cdot h$	0,73	46,69
6	$P_{\text{Stotal}} = -37,3274 + 6,25677 \cdot d + 0,324747 \cdot h$	0,67	51,41
7	$\ln P_{\text{Stotal}} = -2,3401 + 2,45906 \cdot \ln d - 0,06716 \cdot \ln h \times 1,12274$	0,66	50,51
8	$P_{\text{Stotal}} = -36,066 + 6,4223 \cdot d$	0,68	50,52
9	$P_{\text{Stotal}} = -2,7344 + 0,2793 \cdot d^2$	0,71	48,70
10	$P_{\text{Stotal}} = 9,2205 + 0,01408 \cdot d^3$	0,68	50,72
11	$P_{\text{Stotal}} = 3,3785 + 0,0223 \cdot d^2 \cdot h$	0,74	46,03
12	$\ln P_{\text{Stotal}} = -2,7143 + 0,8546 \cdot \ln (d^2 \cdot h) \times 1,1364$	0,73	46,51
13	$P_{\text{Stotal}} = -5,9264 + 0,7041 \cdot d + 0,2355 \cdot d^2 + 0,0007 \cdot d^3$	0,68	51,95
14	$P_{\text{Stotal}} = -157,592 + 59,9706 \cdot d - 7,9268 \cdot d^2 + 0,4715 \cdot d^3 - 0,0096 \cdot d^4$	0,68	52,58
15	$P_{\text{Stotal}} = 1516,1 - 783,778 \cdot d + 154,562 \cdot d^2 - 14,478 \cdot d^3 + 0,6481 \cdot d^4 - 0,01109 \cdot d^5$	0,72	47,38
16	$\ln P_{\text{Stotal}} = -1,34567 + 2,0084 \cdot \ln h \times 1,2877$	0,39	70,09
17	$P_{\text{Stotal}} = 11,6374 - 0,190971 \cdot d^2 - 0,0693 \cdot h^2 + 0,0392 \cdot (d^2 \cdot h)$	0,72	47,29

Onde: PS – peso seco da biomassa total arbóreo; d = diâmetro a altura do peito (1,3 m); h = altura total; R² adj – Coeficiente de determinação, Syx (%) – Erro padrão da estimativa, ln - logaritmo neperiano

A alta variação encontrada nas florestas nativas, que possuem grande heterogeneidade de espécies, de tamanhos diferentes e densidade da madeira variável, sendo comum encontrar árvores tortas, com fuste pequeno e grande dimensão de copa, se reflete em alta variação na determinação da biomassa e carbono, como pode ser observado também nos gráficos de dispersão dos resíduos.



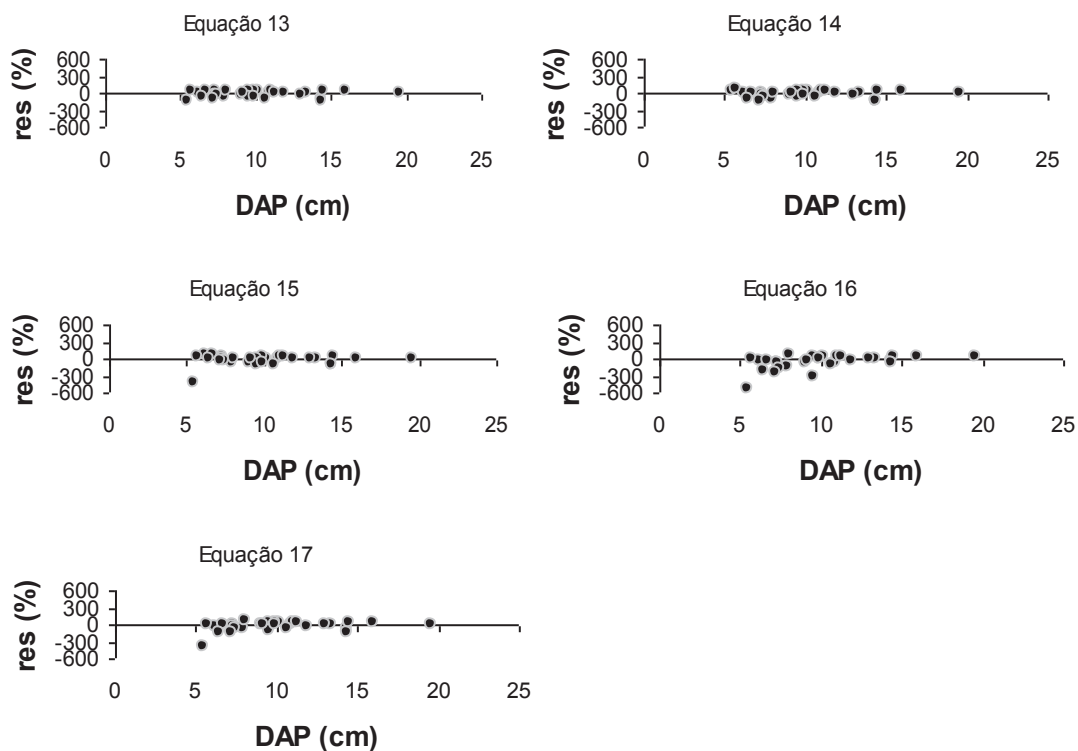


Figura 8: Distribuição dos resíduos por classe de diâmetro das equações para biomassa aérea total.

Com base na equação 2, escolhida pela sua melhor estatística de precisão, estimou-se a biomassa do componente acima do solo por hectare, resultando em $56,25 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ no ano de 2007.

Boina (2008), avaliando a biomassa do componente arbóreo de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em Minas Gerais, em estágio inicial de sucessão, observou que o total variou de $69,17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a $73,39 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ao longo de cinco anos. Estes valores situam-se próximos aos observados no presente estudo, destacando-se que no trabalho citado, a área também deixou de ser explorada há 20 anos.

Já em Floresta Estacional Semidecidual Montana madura em Minas Gerais, com pelos menos 100 anos sem intervenção antrópica, Ribeiro, *et al.* (2009), estimaram em $166,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de biomassa aérea. Watzlawick (2003) realizou estudos de quantificação da biomassa e carbono em espécies arbóreas de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em General Carneiro, PR, constatando que a biomassa média produzida pela floresta foi de $250,90 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Constata-se que a biomassa acumulada em diferentes tipologias florestais é variável, bastante influenciada pelo estágio de sucessão da vegetação. Dessa forma, formações florestais em estágios mais avançados de sucessão, com a presença de indivíduos de grande

porte, tendem a acumular quantidade maior de biomassa, enquanto formações em estágios iniciais apresentam um menor acúmulo, como observado no presente estudo.

Como o teor médio de carbono foi de $431,68\text{g.kg}^{-1}$ para o total, estimou-se em $24,28\text{ ton.ha}^{-1}$ de carbono orgânico estocado na parte aérea da vegetação.

Boina (2008), avaliando os estoques de carbono em FES em estágio inicial de sucessão, constatou que os valores acumulados variaram de $36,70\text{ t.ha}^{-1}$ a $44,44\text{ t.ha}^{-1}$. Martins (2011) estimou valores semelhantes em um fragmento da Floresta Ombrófila Mista em estágios iniciais de sucessão, com $26,36\text{ t.ha}^{-1}$ de carbono estocado.

Mognon (2011), avaliando os estoques de carbono em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, observou que os valores acumulados variaram de $74,07\text{ t.ha}^{-1}$ a $77,53\text{ t.ha}^{-1}$ ao longo de 10 anos, resultando em um incremento de $0,31\text{ t.ha.ano}^{-1}$. Higuchi *et al.* (2004) analisaram a dinâmica de uma floresta primária na Amazônia Central, no período de 1986 a 2000, encontrando valores de estoque de carbono iniciando com 156 t.ha^{-1} em 1986 e finalizando com 172 t.ha^{-1} no ano 2000, representando um incremento de $1,2\text{ t.ha.ano}^{-1}$.

Observa-se que a capacidade de florestas em acumular carbono é variável, dependendo de seus estágios de sucessão e características próprias de cada área avaliada. Embora a quantidade de carbono estocado não seja tão grande quanto em florestas avançadas, em formações em estágio inicial os processos dinâmicos são mais acentuados, como crescimento acelerado de espécies pioneiras, taxas elevadas de mortalidade e recrutamento, podem propiciar uma maior capacidade de acúmulo, constituindo-se, portanto, em importantes sumidouros de CO_2 , neste contexto, a floresta em estudo está em equilíbrio dinâmico.

4.3.4. Estimativa da Biomassa e Estimativa de Carbono Estocado dos Galhos Vivos

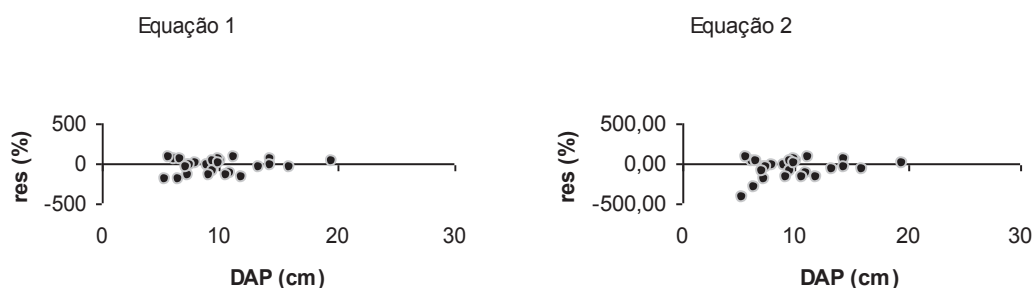
Os valores das estatísticas das equações ajustados estão apresentados na Tabela 10, onde a equação 5 se destaca das demais e apresenta uma pequena melhora na dispersão dos resíduos e R^2 adj. De 0,36. A equação 16 obteve o pior desempenho por ter como variável independente a altura total, que apresenta baixa correlação com os galhos vivos.

Tabela 8: Equações para estimativa da biomassa dos galhos vivos em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

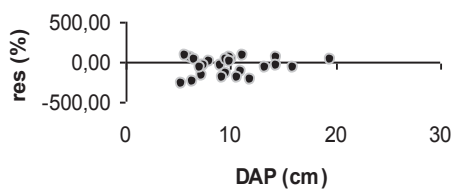
	Equações	R ² adj.	Syx (%)
1	$\log PS_{gv} = -1,2034 + 1,8234 \cdot \log d$	0,36	81,63
2	$PS_{gv} = 3,2389 - 0,4898 d + 0,066 d^2$	0,36	83,47
3	$PS_{gv} = -1,022 + 0,4502 d + 0,0020 (d^2h)$	0,33	84,92
4	$PS_{gv} = 3,1992 - 0,7600 d + 0,1412 d^2 - 0,0049(d^2h)$	0,34	84,46
5	$PS_{gv} = -0,589 + 0,0979 d^2 - 0,004(d^2h)$	0,36	83,05
6	$PS_{gv} = -2,3566 + 1,4059 d - 0,6582 h$	0,35	83,64
7	$\ln PS_{gv} = -2,2065 + 2,3848 \cdot \ln(dap) - 0,8485 \cdot h$	0,35	83,85
8	$PS_{gv} = 4,8017 + 1,0626 d$	0,35	83,72
9	$PS_{gv} = 0,6205 + 0,04660 d^2$	0,38	81,90
10	$PS_{gv} = 2,5386 + 0,0023 d^3$	0,38	81,88
11	$PS_{gv} = 1,8643 + 0,0035 d^2 h$	0,36	83,43
12	$\ln PS_{gv} = -2,7790 + 0,6174 \ln (d^2 h)$	0,33	85,08
13	$PS_{gv} = 0,6516 + 0,2632 d - 0,00015 d^2 + 0,0018 d^3$	0,33	85,32
14	$PS_{gv} = 106,5528 - 41,1996 d + 5,7140 d^2 - 0,3275 d^3 + 0,0067 d^4$	0,34	84,25
15	$PS_{gv} = -5,5624 + 15,5334 d - 5,2496 d^2 + 0,6840 d^3 - 0,0378 d^4 + 0,0007 d^5$	0,32	85,98
16	$\ln PS_{gv} = -1,2982 + 1,2157 \ln h$	0,09	98,73
17	$PS_{gv} = 1,4819 + 0,0656 d^2 - 0,0247 h^2 - 0,00068 (d^2 h)$	0,34	84,40

Onde: PS_{gv} – Peso seco da biomassa dos galhos vivos; d = diâmetro a altura do peito (1,3 m); h = altura total; R² adj – Coeficiente de determinação, Syx (%) – Erro padrão da estimativa; log – logaritmo

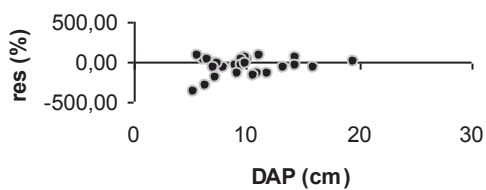
Os gráficos 5, 6, 8, 14 e 15 apresentados na Figura 10 demonstram os dados distribuídos uniformemente na linha da nulidade de resíduos.



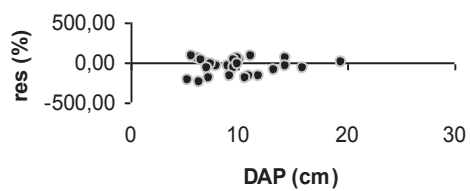
Equação 3



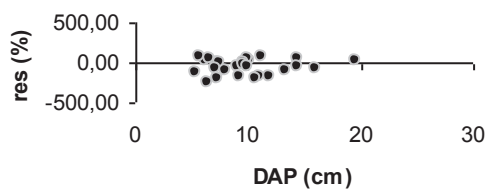
Equação 4



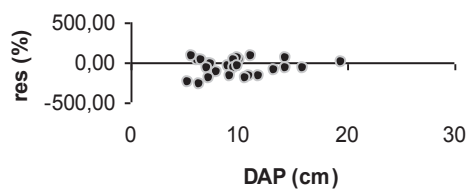
Equação 5



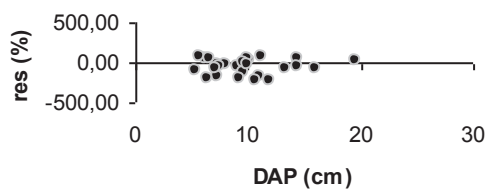
Equação 6



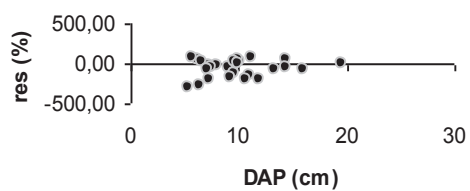
Equação 7



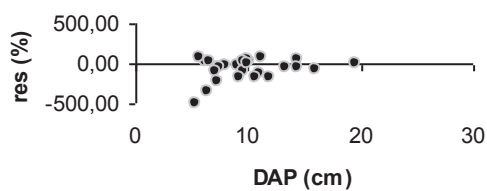
Equação 8



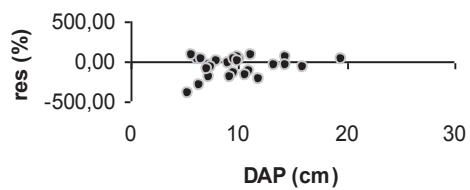
Equação 9



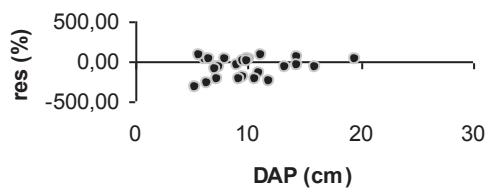
Equação 10



Equação 11



Equação 12



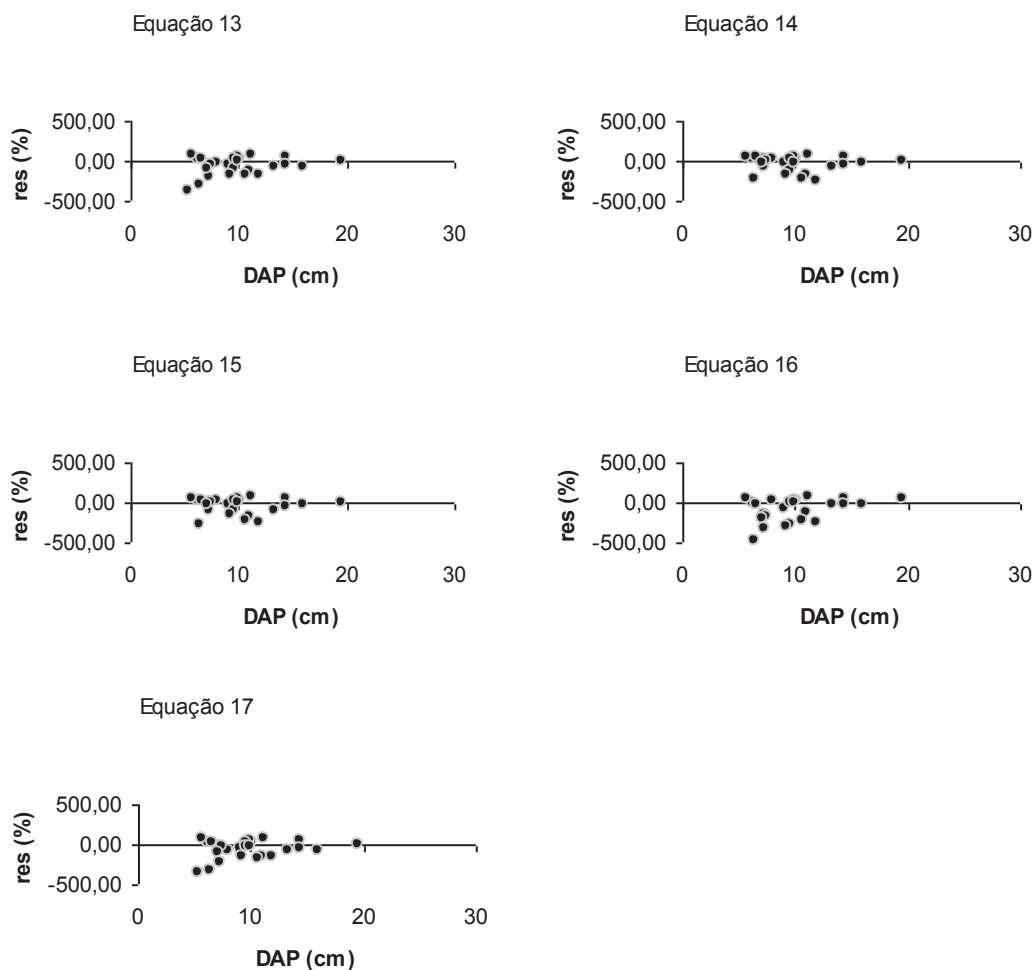


Figura 9: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para a biomassa dos galhos vivos.

Empregando a equação 5, estimou-se a biomassa dos galhos vivos do fragmento, resultando em $10,1 \text{ t.ha}^{-1}$, no ano de 2007. Brun (2004), avaliando a biomassa em Floresta Estacional Decidual, em estágio de capoeirão no Rio Grande do Sul observou que os galhos vivos com valores de $21,15 \text{ t.ha}^{-1}$, representando cerca de 21% da biomassa total da floresta. Quando considerados floresta secundária os galhos vivos apresentaram valor de $44,71 \text{ t.ha}^{-1}$, representando 28% da biomassa total. Martins (2011), avaliando a Floresta Ombrófila Mista, estimou valores para a biomassa dos galhos vivos em $27,06 \text{ ton.ha}^{-1}$. Watzlawick (2003), quantificando a biomassa em Floresta Ombrófila Mista, constatou que os galhos vivos representam $93,42 \text{ t.ha}^{-1}$ da biomassa seca, valor consideravelmente superior ao observado no presente estudo. Comparativamente a estes trabalhos, observa-se que o presente estudo apresentou os menores valores para a biomassa dos galhos vivos. Tal fato pode ser atribuído às características morfológicas das espécies presentes na área de estudo, ou ainda, à presença

majoritária de indivíduos de pequeno porte, cujos galhos de pequenas dimensões e, conseqüentemente, menores pesos.

Utilizando-se o teor de carbono médio para os galhos vivos de $432,7\text{g.kg}^{-1}$, estimou-se em $4,37\text{ ton.ha}^{-1}$ de carbono orgânico estocado nos galhos vivos da vegetação. Comparativamente, Watzlawick (2003), avaliando os teores de carbono na Floresta Ombrófila Mista, concluiu que, em média, os valores são de $35,91\text{ t.ha}^{-1}$. Entretanto, conforme dados do autor, em algumas parcelas os teores foram semelhantes ao observado no presente estudo, como $4,60\text{ t.ha}^{-1}$.

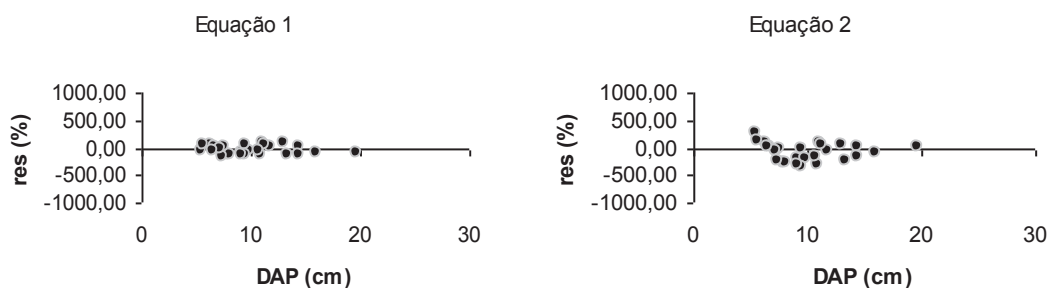
4.3.5. Estimativa da biomassa e estimativa de carbono da folhagem

Das 17 equações ajustadas para a estimativa da biomassa da folhagem, nenhuma apresentou-se satisfatória para a estimativa deste parâmetro, conforme Tabela 12. Todas as equações apresentaram um baixo R^2_{aj} , variando de 0,00 a 0,22 e alto $S_{yx\%}$, variando de 132% a 152%. Tais resultados são decorrentes da baixa correlação entre as variáveis dentrométricas, como diâmetro e altura das árvores com a biomassa das folhas.

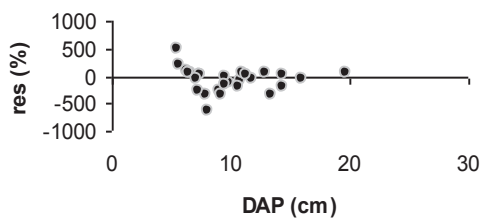
Tabela 9: Equações para estimativa da biomassa da folhagem em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

	Equações	R²adj.	Syx (%)
1	$\log PS_{fol} = -1,38571 + 1,84757 \cdot \log dap$	0,02	146,20
2	$PS_{fol} = -16,7532 + 3,5168 d - 0,1224 d^2$	0,11	141,89
3	$PS_{fol} = -22,554 + 4,0381 d - 0,0114 (d^2h)$	0,22	132,81
4	$PS_{fol} = -18,755 + 3,0034 d + 0,1163 d^2 - 0,017 (d^2h)$	0,21	133,82
5	$PS_{fol} = -3,2630 + 0,264327 \cdot d^2 - 0,01875 (d^2h)$	0,17	137,57
6	$PS_{fol} = 0,2592 + 1,0439 d - 0,6536 h$	0,06	145,74
7	$\ln PS_{fol} = -2,9415 + 2,1051 \cdot \ln dap - 0,38184 \cdot \ln h$	0,00	151,09
8	$PS_{fol} = -2,2310 + 0,6983 d$	0,08	144,57
9	$PS_{fol} = 1,9491 + 0,02508d^2$	0,04	147,28
10	$PS_{fol} = 3,3434 + 0,0010 d^3$	0,01	149,70
11	$PS_{fol} = 2,9608 + 0,0015 d^2 h$	0,01	149,61
12	$\ln PS_{fol} = -3,3236 + 0,6230 \ln (d^2 h)$	0,00	140,41
13	$PS_{fol} = -4,8675 + 0,0840 d + 0,1811 d^2 - 0,0082 d^3$	0,08	144,54
14	$PS_{fol} = 166,5397 - 67,1761 d + 9,4857 d^2 - 0,5470 d^3 + 0,011 d^4$	0,13	140,29
15	$PS_{fol} = -83,3571 + 58,8349 d - 14,7684 d^2 + 1,6813 d^3 - 0,0868 d^4 + 0,00165 d^5$	0,11	142,12
16	$\ln PS_{fol} = -2,1188 + 1,4192 \ln h$	0,00	152,84
17	$PS_{fol} = -11,0348 + 0,4044 d^2 + 0,0865 h^2 - 0,03229 (d^2 h)$	0,21	134,30

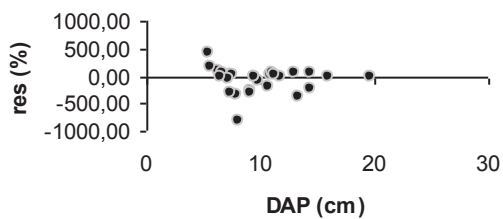
Na Figura 9 são apresentadas as dispersões dos resíduos das equações ajustadas para a estimativa da biomassa da folhagem.



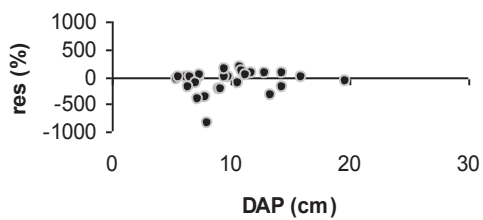
Equação 3



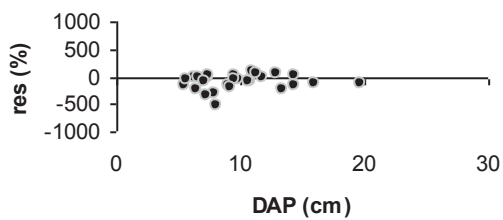
Equação 4



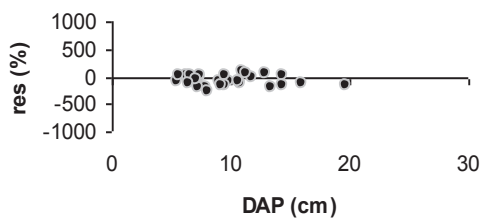
Equação 5



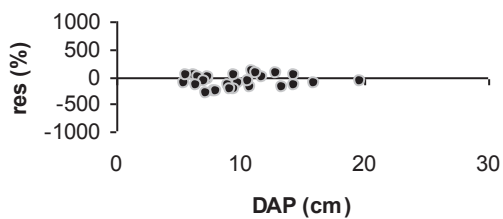
Equação 6



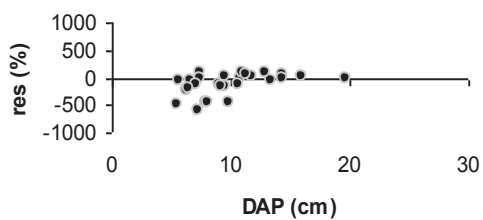
Equação 7



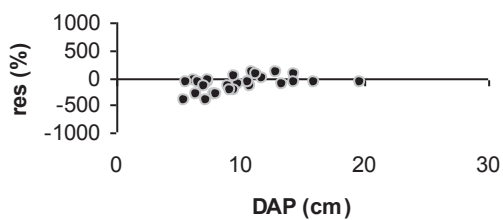
Equação 8



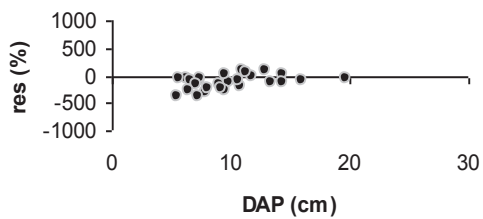
Equação 9



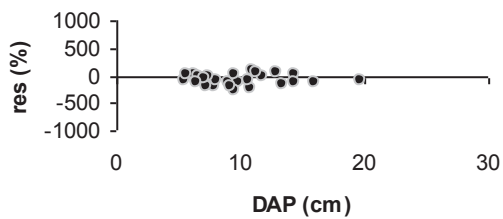
Equação 10



Equação 11



Equação 12



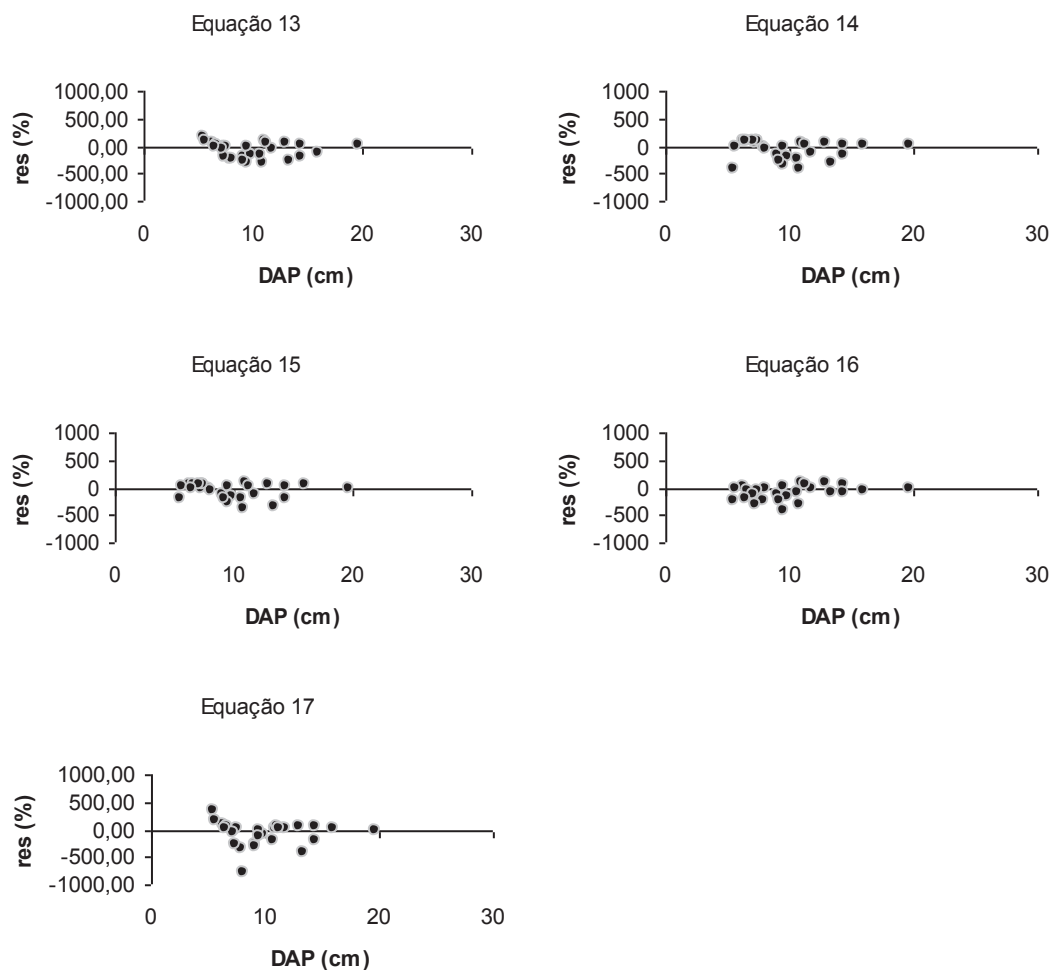


Figura 10: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da madeira das folhas.

Martins (2011), modelando a biomassa da folhagem em Floresta Ombrófila Mista, também obteve resultados insatisfatórios em relação às estatísticas de precisão para a estimativa deste parâmetro, com R^2 adj. variando de 0,393 a 0,391 e alto Syx%, variando de 138,06% a 164,53%. Entretanto, Socher (2004), em equações para a uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, encontrou R^2 adj. de 0,705 e Syx de 62,79%, resultados melhores que os encontrados no presente trabalho.

Os valores de coeficiente de determinação são baixos e os valores de erro muito altos. Sendo assim, optou-se por não efetuar a estimativa destes parâmetros tendo em vista a incapacidade das equações testadas em representar com fidedignidade os valores reais da floresta.

4.3.6. Estimativa da Biomassa e Carbono Estocado na Madeira do fuste

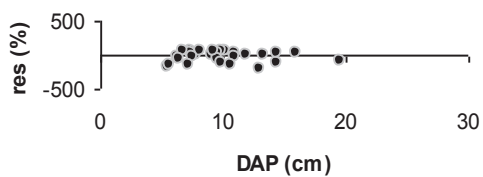
Os valores das estatísticas dos modelos ajustados estão apresentados na Tabela 11, e indicam valores aceitáveis para o R² adj. A equação 11 foi selecionada para a estimativa da biomassa, com R² adj. de 0,77 e Syx de 54,24%.

Tabela 10: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa da madeira do fuste em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

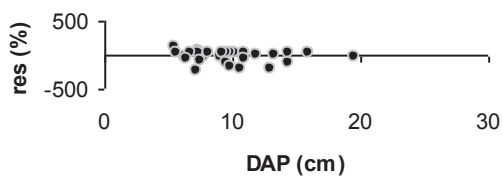
	Equações	R ² adj.	Syx (%)
1	$\log PSfus = 2,3822 + 3,4323 \cdot \log dap$	0,40	87,28
2	$PSfus = -8,487 + 0,5572 d + 0,1854 d^2$	0,70	61,63
3	$PSfus = -160383 + 0,7615 d + 0,2725 (d^2 h)$	0,72	59,06
4	$PSfus = -6,6877 + 2,019 d - 0,3072 d^2 + 0,034 (d^2 h)$	0,77	53,70
5	$PSfus = 3,718 - 0,2056 d^2 + 0,0327 (d^2 h)$	0,78	53,15
6	$PSfus = -34,2178 + 4,3537 d + 0,9305 h$	0,68	63,15
7	$PSfus = -5,7751 + 3,1494 \cdot \ln dap + 0,4286 \cdot h$	0,28	95,50
8	$PSfus = -30,63 + 4,8336 d$	0,69	62,55
9	$PSfus = -5,5095 + 0,2087 d^2$	0,71	60,47
10	$PSfus = 3,4109 + 0,0139 d^3$	0,68	63,84
11	$PSfus = -1,3001 + 0,0169 d^2 h$	0,77	54,24
12	$\ln PSfus = -6,0829 + 1,2489 \ln (d^2 h)$	0,62	69,28
13	$PSfus = 36,1683 - 12,365 d + 1,3326 d^2 - 0,0314 d^3$	0,70	61,91
14	$PSfus = -335,057 + 133,18 d - 18,7779 d^2 + 1,13162 d^3 - 0,02382 d^4$	0,74	57,47
15	$PSfus = 1069,029 - 574,97 d + 117,63 d^2 - 11,4202 d^3 + 0,5283 d^4 - 0,0093 d^5$	0,81	49,52
16	$\ln PSfus = -4,3659 + 3,0503 \ln h$	0,47	80,73
17	$PSfus = 7,7789 - 0,2749 d^2 - 0,0466 h^2 + 0,0395 (d^2 h)$	0,77	53,91

A dispersão dos resíduos para a estimativa da biomassa da madeira do fuste é apresentada na Figura 11.

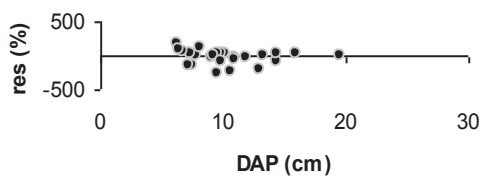
Equação 1



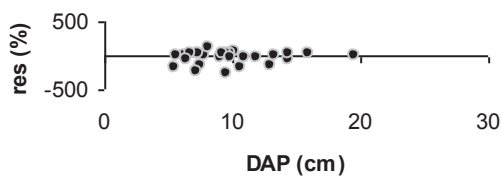
Equação 2



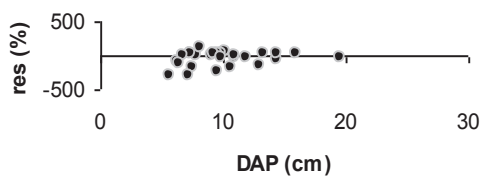
Equação 3



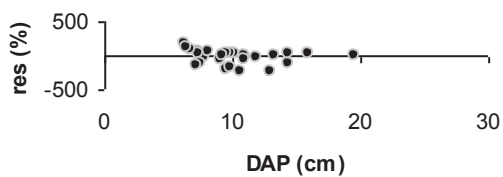
Equação 4



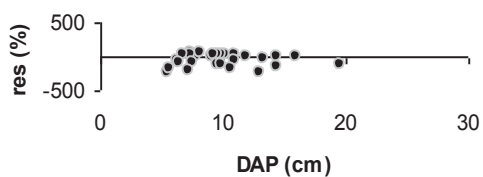
Equação 5



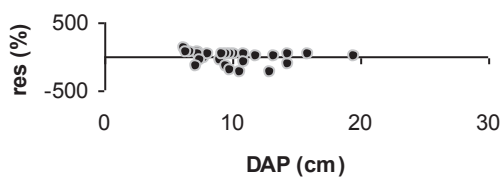
Equação 6



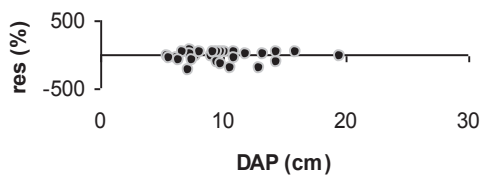
Equação 7



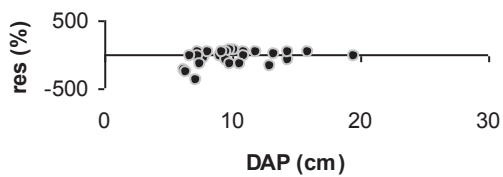
Equação 8



Equação 9



Equação 10



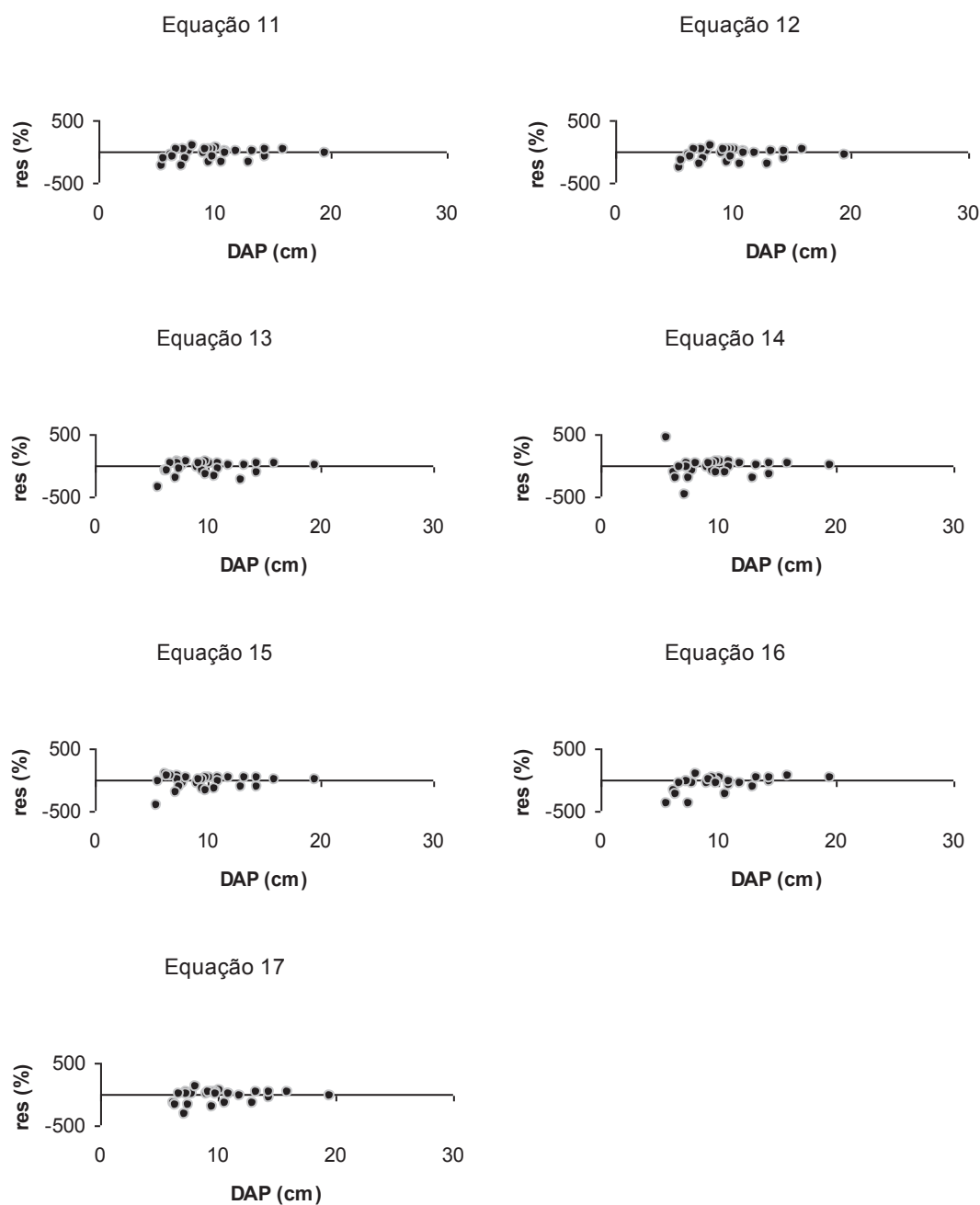


Figura 11: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da madeira do fuste.

A biomassa estimada para o fuste resultou em $42,11 \text{ t.ha}^{-1}$. Martins (2011) estimou valores para a biomassa do fuste em $41,04 \text{ ton.ha}^{-1}$, valor semelhante ao obtido no presente trabalho. Por outro lado Watzlawick (2003) observou na Floresta Ombrófila Mista, a biomassa da madeira do fuste, de $86,29 \text{ t.ha}^{-1}$, valor consideravelmente superior ao observado no presente estudo. Entretanto, o autor observou que unidades com vegetação em estágio

inicial de sucessão apresentaram valores de até 25,55 t.ha⁻¹, atingindo até 271,47 t.ha⁻¹ em áreas com floresta mais maduras.

O teor médio de carbono do fuste foi de 444,12g.kg⁻¹, estimou-se em 18,7 t.ha⁻¹, de carbono orgânico estocado no fuste da vegetação no ano de 2007, sendo que Martins (2011) encontrou valor semelhante, 18,36 ton.ha⁻¹. Watzlawick (2003) observou valores superiores, com média de 35,02 t.ha⁻¹, com valores variando entre 10,78 t.ha⁻¹ a 118,59 t.ha⁻¹.

4.3.7. Estimativa da biomassa e estimativa de carbono da casca do fuste

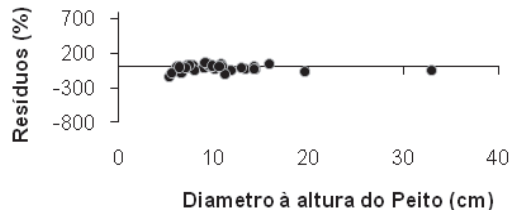
Os valores das estatísticas das equações ajustados estão apresentados na Tabela 12, e indicam altos valores do coeficiente de determinação (R² ajustado) e os valores referentes ao erro padrão da estimativa.

Tabela 11: Estatísticas das equações para estimativa da biomassa da casca do fuste em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

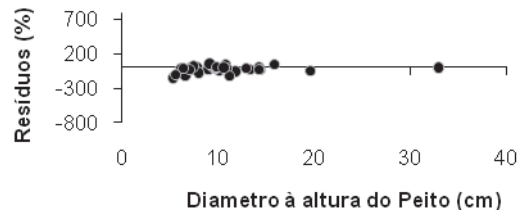
	Equações	R²adj.	Syx (%)
1	$\log PSc = -2,0419 + 2,3306 \log dap$	0,66	76,67
2	$PSc = -0,6744 + 0,1296 d + 0,017 d^2$	0,90	41,56
3	$PSc = -0,451 + 0,1583 d + 0,0012 (d^2 h)$	0,91	39,79
4	$PSc = -0,7287 + 0,2899 d - 0,0289 d^2 + 0,0031 (d^2 h)$	0,91	39,37
5	$PSc = 0,9178 - 0,0047 d^2 + 0,00186 (d^2 h)$	0,90	40,65
6	$PSc = -4,1944 + 0,7434 d - 0,0783 h$	0,85	50,68
7	$\ln PSc = -5,5258 + 1,8332 \ln dap + 0,9037 \ln h$	0,84	52,06
8	$PSc = -4,6458 + 0,7187 d$	0,85	50,00
9	$PSc = 0,2091 + 0,0204 d^2$	0,90	41,26
10	$PSc = 1,6546 + 0,0006 d^3$	0,86	49,17
11	$PSc = 0,7815 + 0,00151 d^2 h$	0,91	39,99
12	$\ln PSc = -5,5325 + 0,9135 \ln (d^2 h)$	0,85	50,45
13	$PSc = -3,796 + 0,8711 d - 0,0337 d^2 + 0,00094 d^3$	0,90	41,53
14	$PSc = 3,296 - 1,4782 d + 0,2291 d^2 - 0,011 d^3 + 0,00017 d^4$	0,90	41,81
15	$PSc = -53,7505 + 23,014 d - 3,6654 d^2 + 0,2753 d^3 - 0,0095 d^4 + 0,00012 d^5$	0,91	39,60
16	$\ln PSc = -5,2979 + 2,7361 \ln h$	0,40	99,13
17	$PSc = -0,1231 + 0,0035 d^2 + 0,01094 h^2 + 0,0011 (d^2 h)$	0,91	39,50

Destaca-se a equação 13, e confirma-se a sua superioridade de acordo com a análise gráfica dos resíduos, por apresentar uma distribuição dos resíduos homogênea, sem tendências, como se apresenta na Figura 12.

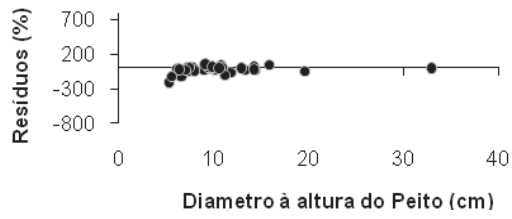
Equação 1



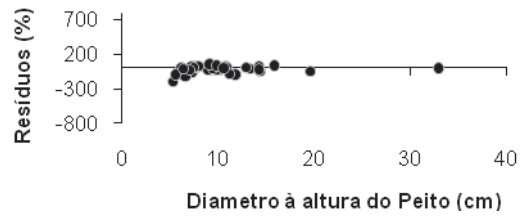
Equação 2



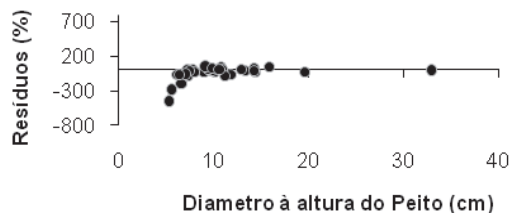
Equação 3



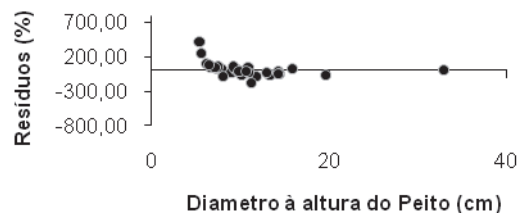
Equação 4



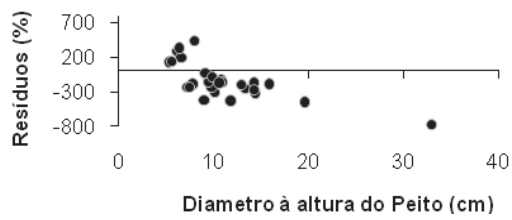
Equação 5



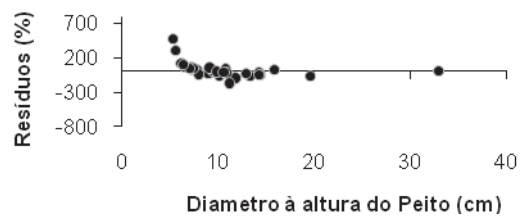
Equação 6



Equação 7



Equação 8



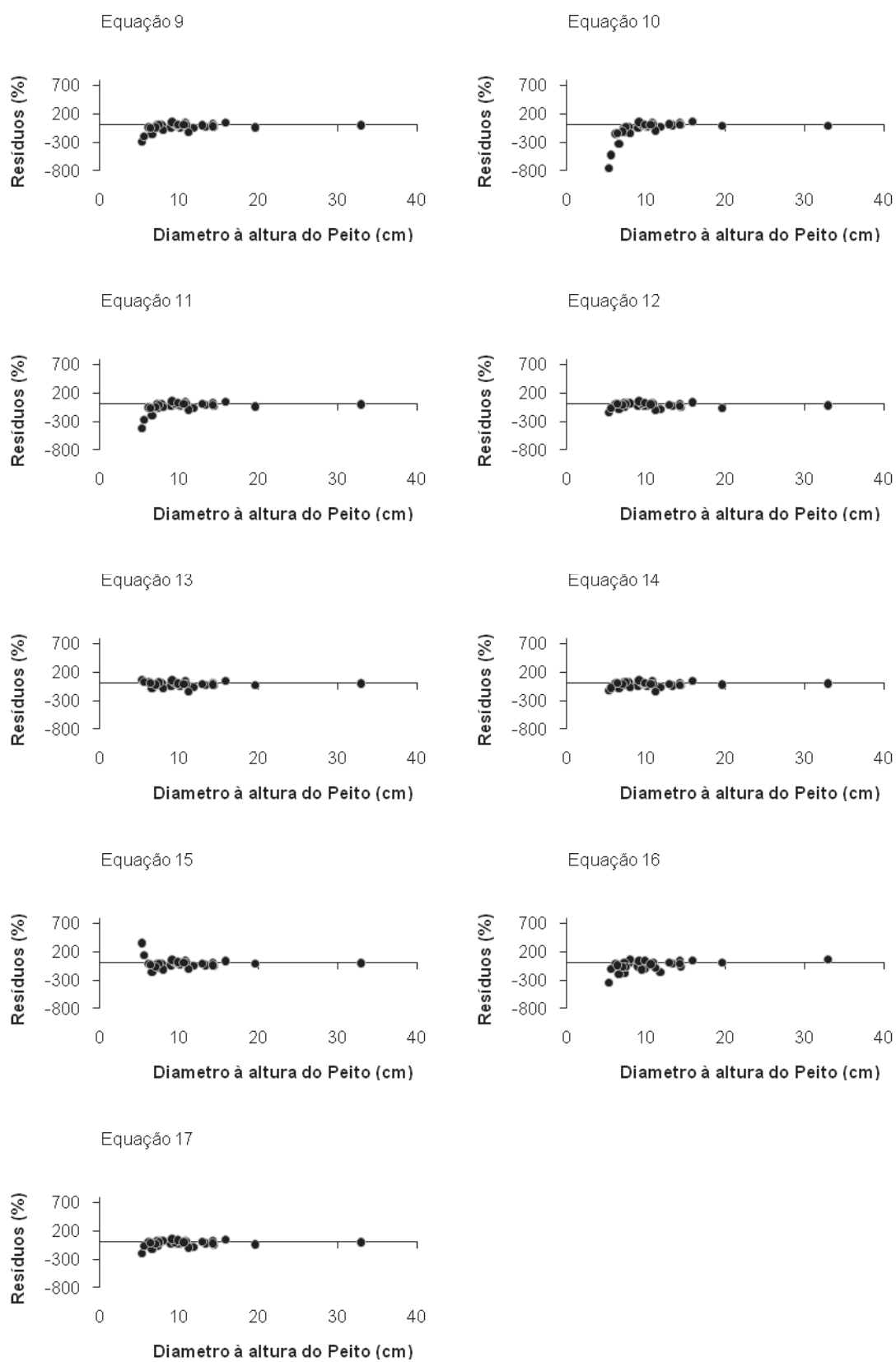


Figura 12: Distribuição dos resíduos por classes de diâmetro para biomassa da casca.

Empregando a equação selecionada, estimou-se a biomassa da casca para o fragmento, resultando em $4,67 \text{ ton.ha}^{-1}$, no ano de 2007. Brun (2004), quantificando a biomassa da casca em Floresta Estacional Decidual, obteve valores de $7,68 \text{ t.ha}^{-1}$, em formações de capoeirão, e de $10,65 \text{ t.ha}^{-1}$, em floresta secundária. Martins (2011) estimou a biomassa da casca em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, obtendo valor de $9,68 \text{ t.ha}^{-1}$. Watzlawick (2003) observou valor médio de $21,21 \text{ t.ha}^{-1}$ para a biomassa da casca do fuste em Floresta Ombrófila Mista, com valores variando de $1,17$ a $155,78 \text{ t.ha}^{-1}$, conforme estágio sucessional das unidades amostrais.

O baixo valor observado para a biomassa do componente casca no presente estudo pode ser atribuído ao pequeno porte dos indivíduos amostrados, que não apresentam casca espessa e abundante. Conforme observado nos trabalhos citados, a biomassa da casca tende a aumentar à medida que analisa-se remanescentes em estágios mais avançados, onde a presença de indivíduos de grande porte, com cascas mais espessas e abundantes, é maior.

O teor médio de carbono para a casca foi de $410,52 \text{ g.kg}^{-1}$, obtendo $1,92 \text{ t.ha}^{-1}$, de carbono orgânico estocado da casca do fuste da vegetação, sendo que Martins (2011) estimou valor de $4,29 \text{ ton.ha}^{-1}$ para Floresta Ombrófila Mista. Watzlawick (2003) na mesma tipologia florestal obteve média para o teor de carbono de $8,12 \text{ t.ha}^{-1}$, com valores variando entre $0,44$ a $63,45 \text{ t.ha}^{-1}$.

4.3.8. Estimativas da Biomassa e Carbono orgânico na Serapilheira

Com base nas amostras de serapilheira coletada, estimou-se a biomassa média de 31 t.ha^{-1} . Santos (2011), avaliando a biomassa da serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual, obteve valores de $6,6 \text{ t.ha}^{-1}$ a $14,0 \text{ t.ha}^{-1}$. Caldeira *et al.* (2007) em estudos da biomassa acumulada em Floresta Ombrófila Mista, observou a média de $7,99 \text{ t.ha}^{-1}$, com valores variando de $4,43 \text{ t.ha}^{-1}$ a $13,71 \text{ t.ha}^{-1}$. Watzlawick (2003), quantificando a biomassa da serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, observou variação de $2,69 \text{ t.ha}^{-1}$ a $15,05 \text{ t.ha}^{-1}$, e valor médio de $8,01 \text{ t.ha}^{-1}$. Martins (2011) também estudando a Floresta Ombrófila Mista, obteve valor de $18,69 \text{ t.ha}^{-1}$ para a biomassa deste componente.

Observando os trabalhos citados, os valores estimados para a biomassa da serapilheira do presente estudo foram consideravelmente superiores. Este fato pode ser atribuído à intensa deposição foliar, visto se tratar de uma floresta semidecidual, onde 20 a 50% dos indivíduos tendem a perder suas folhas no inverno. As elevadas taxas de mortalidade observadas para a

floresta também podem estar contribuindo para esse maior acúmulo. Outro aspecto que pode estar relacionado ao grande acúmulo de serapilheira na área de estudo é a lenta decomposição do material depositado, afetada por fatores como uma alta relação C:N (TIAN *et al.*, 1992), ou ainda aspectos relacionados à saturação hídrica do solo (TERROR *et al.*, 2011). Sendo assim, estudos mais aprofundados poderão ser conduzidos visando indentificar com maior propriedade esses aspectos.

Em relação ao carbono estocado na serapilheira este foi estimado em 12,1 t.ha⁻¹. Martins (2011), obteve valor de 7,04 t.ha⁻¹. Watzlawick (2003) observou valor médio de 3,06 t.ha⁻¹, sendo que Caldeira *et al.* (2007) observaram valores semelhantes de 3,03 t.ha⁻¹, na mesma tipologia florestal. Observa-se que, comparativamente, os trabalhos citados apresentam menor acúmulo de carbono na serapilheira que no presente estudo, fato atribuído às mesmas condições já discutidas para a biomassa deste componente.

4.3.9. Biomassa e Carbono para o Sub-bosque

Com base nas amostras coletadas da vegetação do sub-bosque estimou-se a biomassa do remanescente florestal em 3,54 t.ha⁻¹. Valor superior foi obtido por Martins (2011) na FOM, que estimou a biomassa nesse componente em 4,92 t.ha⁻¹. Watzlawick (2003) obteve médias bem superiores, com valor igual a 21,85 t.ha⁻¹, variando de 2,30 t.ha⁻¹ até 80,83 t.ha⁻¹, conforme estágio sucessional da floresta. Em relação ao carbono estocado no sub-bosque da floresta, a estimativa obtida no presente estudo foi de 1,50 t.ha⁻¹. Martins (2011), obteve valor de 2,21 t.ha⁻¹, enquanto Watzlawick (2003) obteve valor médio de 8,71 t.ha⁻¹.

Fatores como pouca regeneração natural e/ou vegetação herbácea na área de estudo interferiram na quantidade de biomassa e carbono estocados nesse componente, o que atribuiu-se esta característica aos aspectos da vegetação, como densidade de indivíduos e características das espécies avaliadas.

4.3.10. Síntese dos resultados

Na tabela 13 estão apresentados as melhores equações para a estimativa da biomassa de cada componente das árvores, bem como os respectivos valores do coeficiente de determinação e erro padrão de estimativa.

Tabela 12: Equações selecionadas para biomassa acima do solo e estatísticas de regressão

Componente	Equação	R ² adj	Syx(%)
Biomassa Total	$PS = -4,8639 + 0,3981 \cdot d + 0,2625 d^2$	0,70	50,98
Galhos Vivos	$PS = -0,589 + 0,0979 d^2 - 0,004(d^2h)$	0,36	83,05
Galhos Mortos	$PS = -2,0051 + 0,1431 d + 0,0611 d^2 - 0,0047 (d^2h)$	0,76	48,39
Casca do Fuste	$PS = -3,7956 + 0,8711 d - 0,0337 d^2 + 0,00094 d^3$	0,90	41,53
Folhas	$PS = -16,7532 + 3,5168 d - 0,1224 d^2$	0,11	141,89
Fuste	$PS = - 1,3007 + 0,0169 d^2 h$	0,77	28,00

Observa-se que para a estimativa da biomassa nos diversos componentes, o melhor desempenho, considerando o R² adj. foi apresentado para a estimativa da casca do fuste, com valor de 0,90. No entanto o componente cujas estimativas apresentaram o menor erro padrão foi a biomassa do fuste, com 28%. Por outro lado, a equação empregada para a estimativa da biomassa das folhas foi a que apresentou os piores resultados, com R² adj. igual a 0,11 e erro padrão de 141,89%.

De modo geral, as equações ajustadas para os componentes de maior importância, como biomassa total e biomassa do fuste, considerando que foram ajustadas para florestas naturais, onde a variabilidade dos dados costuma ser alta, dificultando a obtenção de estimativas mais precisas, mesmo assim, aceitáveis.

Na Tabela 14 são apresentados a biomassa e carbono estimados apenas para aqueles componentes, cujas equações tiveram desempenho aceitável para gerar estimativas, excluindo-se assim o componente das folhas pelo desempenho ruim das equações e a miscelânea pela insuficiência de dados.

Tabela 13: Estoque de biomassa e carbono orgânico nos componentes arbóreos, na Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras-PR

Componente	Biomassa		Carbono		Relação biomassa/carbono
	t.ha ⁻¹	%**	t.ha ⁻¹	%**	
Fuste	42,1	74,84	18,7	77,01	0,47
Galhos Vivos	10,09	17,94	4,37	18,00	0,46
Casca do Fuste	4,68	8,32	1,92	7,90	0,40
Galhos Mortos	2,06	3,66	0,89	3,66	0,37
Total*	56,25	-	24,28	-	0,46

* valor total refere-se à estimativa gerada com base nas equações selecionadas para esse componente, e não à somatória dos componentes apresentados. Percentagem em relação ao total estimado.

Com base nos componentes cujas estimativas puderam ser efetuadas, observa-se que a tendência na concentração dos estoques de biomassa e carbono é a seguinte: madeira do fuste > galhos vivos > casca do fuste > galhos mortos. A biomassa do fuste representou 74,84% do total, e o carbono deste mesmo componente apresentou valor semelhante em relação ao total, igual a 75,81%, destacando este componente como o principal responsável pelo acúmulo de biomassa e carbono na floresta.

Quando consideradas as relações entre a biomassa e o carbono, observa-se que para o fuste, galhos vivos e para o total, essa relação é semelhante, de 0,47, 0,46 e 0,46, respectivamente, sendo um pouco menor para a casca do fuste e galhos mortos, 0,40 e 0,37. Sendo assim, o fator de conversão de 0,50 largamente recomendado para a estimativa de carbono na biomassa florestal (IPCC, 2007), não é aplicável para essa área de estudo, podendo acarretar em erros consideráveis, decorrentes da superestimativas dos valores.

Na Tabela 21 são apresentados os valores de biomassa e carbono para os diferentes compartimentos da floresta no presente estudo.

Tabela 14: Biomassa e carbono estimados para os compartimentos de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

Compartimento	Biomassa		Carbono		Relação biomassa/carbono
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	
Arbóreo	56,25	61,96	24,28	64,1	0,46
Serapilheira	31,00	34,14	12,10	31,94	0,39
Sub-bosque	3,54	3,90	1,50	3,96	0,42
Total	90,79	100,00	37,88	100,00	0,43

Quando considerados os valores de biomassa e carbono estimados para o componente arbóreo mais a serapilheira e o sub-bosque, obteve-se o valor total de 90,79 t.ha⁻¹ acumulado

no fragmento florestal. Já para o carbono, o valor total considerando os diferentes compartimentos foi de 39,48 t.ha⁻¹. O componente arbóreo foi o que mais contribuiu com o estoque de biomassa e carbono, representando 61,96% e 65,55%, respectivamente. Por outro lado, a vegetação do sub-bosque foi a que apresentou a menor contribuição, com 3,90% do estoque de biomassa e com 3,80% do estoque de carbono. Observou-se também que a relação biomassa/carbono para os compartimentos foi maior para a vegetação arbórea e menor para a serapilheira.

4.3.11. Dióxido de Carbono efetivamente seqüestrado e montante gerado em 40 anos de Projeção

Para estimar o valor de dióxido de carbono que a floresta está realmente seqüestrando ou estocando, bastou multiplicar o total de carbono estocado na biomassa aérea e na subterrânea, pelo fator 3,667, referente ao peso atômico dos átomos do CO₂.

Como não foi determinado o peso da biomassa das raízes, foi utilizada uma porcentagem da biomassa total, como constatado por Brun (2004), em Floresta Estacional Decidual, que 77,6% da biomassa fica acima do solo, e as raízes representam cerca de 22,4%. Sendo assim, foi acrescentado 20% ao valor do carbono estocado na biomassa arbórea para estimar o total.

Para estimar o valor produtivo de fixação de dióxido de carbono no povoamento, primeiramente projetaram-se a distribuição diamétrica da floresta para 2031 pelo método da razão de movimentação.

Foram ajustados modelos de ingresso e mortalidade não lineares sugeridos por Scolforo (1998), para o povoamento, com base nos quatro anos de monitoramento, resultando nas seguintes equações:

$$I_i = 23125.e^{-0,74141.d_i} \quad e \quad M_i = 286,602019.e^{-0,22202.d_i}$$

Na Figura 18 observa-se que o número de árvores na menor classe de diâmetro foi decrescendo ao longo das projeções, porém, neste método leva-se em consideração a mesma taxa de ingresso e mortalidade dos quatro anos, e conforme Scolforo (1998), é um fator limitante no método, visto que a floresta não apresenta estes padrões imutáveis, podendo apresentar significativas alterações ao longo do tempo, em razão de distúrbios naturais ou

antropogênicos, ou ainda, decorrentes do avanço da floresta em relação aos estágios sucessionais. De qualquer forma, as estimativas apresentam resultados interessantes, que podem ser próximos aos processos dinâmicos ao longo do tempo.

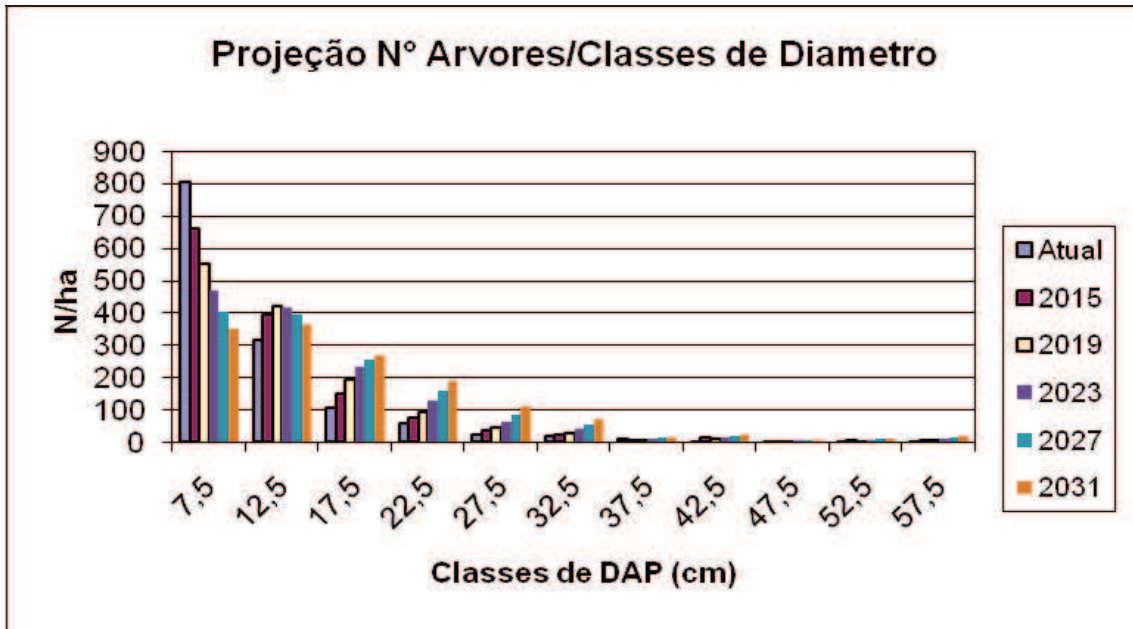


Figura 13: Projeção da Estrutura Diamétrica de um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

Utilizando as distribuições futuras estimou-se o carbono estocado total (aérea + raízes), de quatro em quatro anos, até atingir os 20 anos, em 2031, como são apresentados na Tabela 22. Percebe-se a queda do carbono estocado ocorre somente na primeira classe e nas demais classes, porém, há um aumento crescente.

Tabela 15: Projeção da Distribuição do Carbono Estocado Total por ano e por classe diamétrica.

Classe DAP	Carbono Total Estocado na FES (t. ha ⁻¹)					
	Anos					
	2011	2015	2019	2023	2027	2031
7,5	8,41	6,95	5,80	4,90	4,20	3,65
12,5	4,14	5,13	5,47	5,40	5,11	4,71
17,5	1,91	2,64	3,49	4,16	4,59	4,76
22,5	1,57	1,91	2,50	3,30	4,16	4,92
27,5	0,92	1,36	1,81	2,40	3,19	4,12
32,5	1,10	1,29	1,66	2,18	2,88	3,81
37,5	0,93	0,49	0,51	0,65	0,85	1,12
42,5	0,21	1,26	1,46	1,61	1,88	2,30
47,5	0,56	0,09	0,54	0,62	0,68	0,80
52,5	0,74	1,06	0,71	1,01	1,28	1,50
57,5	0,47	1,02	1,60	2,13	2,83	3,69
Total	20,95	23,20	25,55	28,36	31,63	35,39

De maneira geral, pela prognose realizada, estima-se que um total de 14,44 ton.ha⁻¹ será acumulados nos próximos 20 anos. Assim, para a análise da valoração econômica da área em estudo, utilizou-se este valor produtivo (Vp) decorrente da fixação do carbono pela floresta, que leva em consideração o valor crescente observado no povoamento, como pode ser observado na Figura 19.

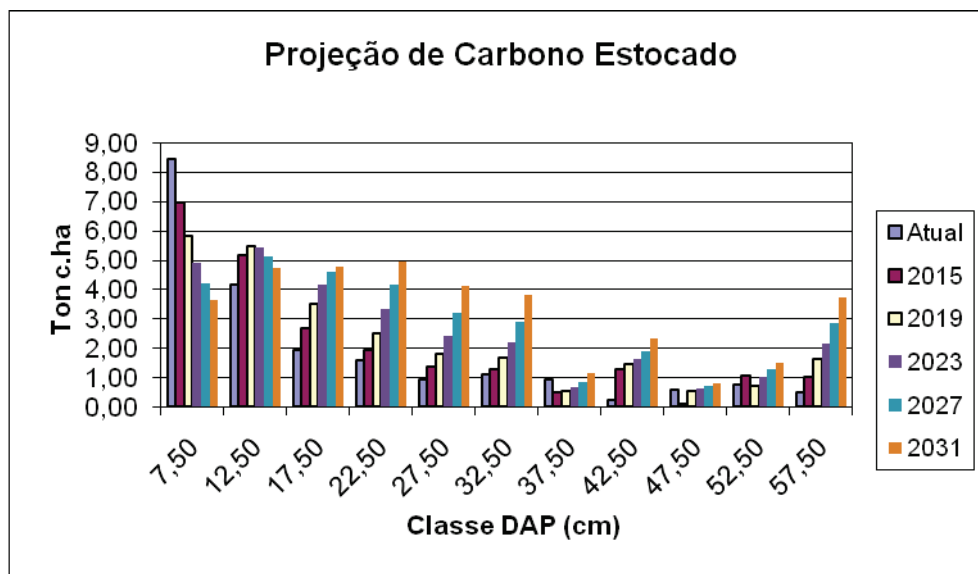


Figura 14: Projeções de carbono estocado no período de 2011 – 2031 em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual em São José das Palmeiras, PR.

Ainda existe muita controvérsia a respeito de como determinar a taxa de desconto apropriada para analisar projetos florestais. Taxas arbitrariamente escolhidas na amplitude de 4 a 15% a.a. tem sido usadas (LIMA JUNIOR *et al.* 1997). Utilizou-se neste estudo uma taxa de desconto de 6%, e um custo eventual anual de R\$ 50,00, e assim procedeu os cálculos economicos por hectare/ano.

O valor do credito de carbono tem oscilado bastante nos últimos meses, e conforme apresentado na Figura 18, utilizou-se o ultimo valor registrado na bolsa de valores, de U\$ 9,28 t.ano, e valor de cambio do dolar comercial, de R\$ 1,71. Sendo assim, o valor produtivo para o povoamento atingiu R\$ 299,95 por hectare ao ano.

4.4 CONCLUSÕES

- O ajuste dos modelos teve maiores êxitos para os componentes da biomassa total, fuste, casca e galhos mortos, em relação aos componentes folhas e galhos vivos. No entanto, de modo geral, há certa dificuldade em se estimar com precisão as quantidades de biomassa e carbono estocados nos componentes, em virtude da alta variabilidade observada em florestas naturais;
- O estágio da vegetação na área em estudo possibilitou um menor acúmulo de biomassa e carbono na maioria dos componentes, quando comparado com outras formações em estágios mais avançados de sucessão;
- Com base nas projeções realizadas, ocorrerá um crescente acúmulo de biomassa e carbono, podendo constituir-se em uma alternativa de renda aos proprietários, nos projetos de florestas geradoras de créditos de carbono, caso sejam implantadas.

4.5 REFERÊNCIAS

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em floresta estacional decidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa

BRITEZ, R. M.; BORGIO, M.; TIEPOLO, G.; FERRETI, A.; CALMON, M.; HIGA, R. **Estoque e incremento de Carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do sul do Brasil**. Colombo: Embrapa, 2006. 165p.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, 1989. p. 881-902.

BROWN, S. **Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono**. Ankara, Turquia: Congreso Forestal Mundial, 1997. 107-121 p.

BROWN, S. L.; SCHOEDER, P.; KERN, J. S. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 123, n. 1-3, p. 81-90, 1999.

BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS**. Santa Maria: UFSM, 2004. 136p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação da serapilheira e nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acadêmica**, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. Applied regression analysis. New York: J. Wiley & Sons, 1981. 2 ed. 709p.

DUPRA, L. P. A. de M. **Projetos voluntários de REED no Brasil como alternativa viável na luta para salvar a biodiversidade amazônica e o bem estar dos povos da floresta. Uma análise do Projeto da RDS do Juma**. Revista Juris da Faculdade de Direito, Fundação Armando Alvares Penteado. Volume 5 - janeiro a junho/2011 – São Paulo: FAAP, 2010

FAN, S.; GLOOR, M.; MAHLMAN, J.; PACALA, S.; SARMIENTO, J.; TAKAHASHI, T. A large terrestrial carbon sink in North America implied by atmospheric and oceanic carbon dioxide models. **Science**, Washington, DC, n. 282, p. 386-387, 1998.

FEREZ, A. P. C. **Efeito de práticas silviculturais sobre as taxas iniciais de seqüestro de carbono em plantios de restauração da Mata Atlântica.** 2010. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, v. 57, p. 27-43, 2000.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M.; TRIBUZY, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia central. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304. 2004.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. **Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia.** In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

IPCC. **Emissions Scenarios** – IPCC Special Report. IPCC Secretariat, c/o WMO, Geneva, Switzerland. 2000.

IPCC. **Fourth assessment report.** 2007.

KOHELER, H.S.; WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; VALERIO, A.F. Fontes de erros nas estimativas de biomassa e carbono fixado na Floresta Ombrófila mista. **Renabio**, n.2, v.1, p.69-77, 2005.

LARCHER, W. 1986. **Ecofisiologia Vegetal.** 4^a. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA.

LIMA JÚNIOR, V. B.; REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Determinação da taxa de desconto a ser usada na análise econômica de projetos florestais.** Cerne, Lavras, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras. Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa. Ed. Plantarum. 1992. 382p.

MACHADO, W. C. P. **Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio pato branco.** 2006. 312 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MARQUES, Valdo S. **O efeito estufa e o aquecimento global.** Anu. Inst. Geocienc., 1992, vol.15, p.93-106. ISSN 0101-9759.

MARTINELLI, L. A.; MOREIRA, M. Z.; BROWN, I. F.; VICTORIA, R. L. **Incertezas associadas às estimativas de biomassa em florestas tropicais**: o exemplo de uma floresta situada no estado de Rondônia. In: Seminário Emissão x Sequestro de CO₂. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. 221p.

MARTINS, P. J. **Equações para Estimativa da Biomassa e Carbono acima do Solo em uma Floresta Ombrófila Mista Montana no Centro Oeste do Paraná**. Guarapuava: UNICENTRO, 2011. 73 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro Oeste, 2011.

MILANI, E.J. **Crescimento de *Podocarpus Lambertii* Klotzsch Ex Endl. em duas Regiões Fitogeográficas no Estado do Rio Grande do Sul**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 2010. 155 p.

MOGNON, F. **Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana localizada no sul do estado do Paraná**. 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

NIKLAS, K. J. *Plant allometry: The Scaling of Form and Process*, University of Chicago Press, Chicago. 1994

RIBEIRO, S.C; JACOVINE, L.A.G; SOARES, C.P.B; MARTINS, S.V; SOUZA, A. L de e NARDELLI, A.M.B. **Quantificação de Biomassa e Estimativa de Estoque de Carbono em uma Floresta Madura no Município de Viçosa, Minas Gerais**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.33, n.5, p.917-926, 2009.

SANQUETTA, C. R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: ; SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. 264p.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DE BIOMASSA FLORESTAL. **Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. In: SANQUETTA, C.R. *et al.* (Ed.). *As Florestas e o Carbono*. Curitiba, Brasil: 2004. 250 p.

SCOLFORO, J.R.S. 1998. **Manejo florestal**. UFLA/FAEPE, Lavras.

SEDJO, R. A. Temperature Forest ecosystem in the global carbon cycle. **Ambio**, Stockholm, v. 21, p. 274-277, 1992.

SEDJO, R. The global carbon cycle: are the forest the missin sink. **Journal of Forestry** 88(10): 33-34. 1990.

SEGURA, M.; KANNINEN, M. Allometric Models for Tree Volume and Total Aboveground Biomass in a Tropical humid Forest in Costa Rica. **Biotropica** 37: 1-8. 2005.

SILVA, I. P. **Métodos estatísticos aplicados à pesquisa científica: uma abordagem para profissionais de pesquisa agropecuária**. Recife, UFRPE, 1999. VIII, 305p.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. Economia florestal. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 178 p.

SOCHER, L. G. **Dinâmica e biomassa aérea de um trecho de Floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Araucária, Paraná**. 2004. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MÄKIPÄÄ, MUUKKONEN, P.; LEHTONEN A.; WEISS, P. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, [S.l.], Feb., 2006.

TORTORELLI, L. A. Maderas y bosques argentinos. Buenos Aires: Editorial Acme, 1956. 910p.

UNFCCC. Draft decision-/CP.15. Copenhagen Accord. UN Doc: Copenhagen, 7-18 Dec. 2009. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/107.pdf>>. Acesso em: 23/01/2012

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.

WATZLAWICK, L. F. **Fixação de Carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração**. 2002. 21p. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. As florestas e o Carbono. Curitiba: UFPR, 2002. 264p.

WATZLAWICK, L. F. **Estimativa de biomassa e carbono em Floresta Ombrófila Mista e plantações florestais a partir de dados de imagens do satélite Ikonos II**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

WATZLAWICK, L. F.; EBLING, A. A.; RODRIGUES, A. L.; VERES, Q. J. I.; LIMA, A. M. Variação nos teores de carbono orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 3, p. 248-258, 2011.

WEBER, K. S.; BALBINOT, R.; WATZLAWICK, L. F. ; SANQUETTA, C. R. Teores de carbono orgânico de seis espécies naturais do ecossistema da floresta ombrófila mista. **Ambiência**, v. 2, p. 167-177, 2006.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: Decomposition and nutrient release. **Soil Biological Biochemistry**. v. 24, n.11, p. 1051-1060, 1992.