

UMA DÉCADA DE DINÂMICA FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA MONTANA NO SUL DO PARANÁ

Francelo Mognon¹, Felipe Dallagnol², Carlos Sanquetta³, Ana Paula Corte⁴ e Greyce Maas⁵

Resumo: O presente estudo teve como objetivo avaliar anualmente a dinâmica da diversidade florística e dos índices fitossociológicos em Floresta Ombrófila Mista Montana ao longo de uma década. Foram utilizados dados de inventário florestal contínuo, advindos de quatro parcelas permanentes de um hectare cada, localizadas em General Carneiro - PR. O período de coleta dos dados iniciou em 1999 e foi concluído em 2009. Pela análise florística, em 1999 a floresta era composta por 50 espécies arbóreas, distribuídas em 24 famílias botânicas, passando a ter em 2009, 53 espécies e 25 famílias. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), passou de 2,79 em 1999 para 2,82 em 2009, demonstrando um aumento na diversidade florística. A densidade absoluta em 1999 que foi de 629,25 passou para 629,50 Ind.ha⁻¹ em 2009, influenciada pelas taxas anuais médias de recrutamento (1,83%) e de mortalidade (1,97%). A dominância absoluta oscilou de 32,61 m².ha⁻¹ em 1999 a 33,94 m².ha⁻¹ em 2009, tendo um incremento periódico anual (IPA) da ordem de 0,12 m².ha⁻¹.ano⁻¹. Concluiu-se que o fragmento estudado apresentou equilíbrio dinâmico em sua estrutura e florística.

Palavras-chave: Parcelas permanentes. Diversidade florística. Dinâmica de comunidade.

1 Introdução

Com o avanço da exploração madeireira no sul do Brasil no século XX, grandes áreas florestais foram sendo reduzidas, restando poucos maciços primários (floresta em estágio avançado de sucessão). Com esse cenário, preocupações com a conservação dessas florestas se tornaram a tônica. Assim, mesmo que tardiamente, estudos sobre a estrutura e dinâmica da floresta com araucária começaram a ser realizados por pesquisadores e técnicos. Um dos destaques foi o Programa PELD – Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, lançado pelo CNPq na década de 1990, que estimulou a realização de estudos ecológicos mais duradouros nessa região fitoecológica e no Brasil. Com isso criou-se a primeira série temporal de mais de uma década sobre as mudanças na composição florística e na estrutura das florestas com araucária no sul do Brasil.

A dinâmica florestal consiste nos processos de mudança da composição estrutural e funcional das florestas ao longo do tempo. A composição diz respeito à ocorrência de espécies, considerando a sua

estrutura, a função que exercem, a organização das comunidades e também das populações, além do papel de cada indivíduo dentro de sua população e mesmo dentro do ecossistema com um todo (ALDER; SYNNOTT, 1992; LONGHI et al., 1999; REIS, NAKAZONO; ZAMBONIM 1999; SCHAFF, 2001; BARTH FILHO, 2002; MOSCOVICH, 2006; TEIXEIRA, 2007). A dinâmica florestal envolve diversos processos de organização da comunidade, como sucessão, mortalidade, recrutamento, crescimento e relações bióticas entre diferentes populações (competição, simbiose, predação etc.). Essas informações, quando analisadas conjuntamente indicam as alterações ocorridas nas populações e comunidades (GOMIDE, 1997; FERREIRA; SOUZA; JESUS, 1998).

Segundo Rezende (2002), o recrutamento refere-se ao número de novas árvores que atingiram e/ou ultrapassaram um tamanho mínimo mensurável no inventário florestal. Já o termo crescimento avalia o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta em um determinado período de tempo, sob as influências ambientais que incluem fatores abióticos (climáticos e edáficos) e bióticos

¹ Universidade Federal do Paraná, Pós Graduação em Engenharia Florestal, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, Jd. Botânico, CEP. 80.210-170, Curitiba - PR. e-mail: mognon@ufpr.br

² E-mail: fsdallagnol@gmail.com; ³ E-mail: sanquetta@ufpr.br; ⁴ E-mail: anapaulacorte@gmail.com;

⁵ E-mail: greycemaas@yahoo.com.br

(competição), sendo que a soma desses fatores exprime o conceito de qualidade do sítio (VANCLAY, 1994; PRODAN et al., 1997). Por fim, o termo mortalidade refere-se ao número indivíduos inicialmente mensurados que morreram em um determinado período avaliado. A morte pode ser causada por diversos fatores, como idade ou senilidade; competição, supressão, corte ou abate das árvores; doenças ou pragas; condições climáticas; incêndios naturais ou antropogênicos (SANQUETTA, 1996).

A dinâmica e a complexidade do ecossistema das florestas tropicais devem ser bem compreendidas para que se possa planejar a utilização sustentável de seus recursos ou a sua conservação (CARVALHO, 1992). Pesquisadores na Amazônia, mais especialmente Higuchi et al. (2004), analisaram a dinâmica de uma floresta primária por mais de uma década. Os autores concluíram que as taxas de mortalidade e recrutamento oscilaram muito, sem uma definição clara de um padrão comportamental. No entanto, do ponto de vista relativo, as taxas anuais foram iguais, tanto para a mortalidade como para o recrutamento. Essas conclusões demonstram a importância do uso de parcelas permanentes.

De acordo com Alder e Synnott (1992) a utilização de parcelas permanentes é a única ferramenta que avalia acuradamente a mortalidade e o recrutamento, assim como o incremento. Parcelas permanentes objetivam, primariamente, estudar o processo da dinâmica temporal das variáveis dendrométricas, avaliando também a ocupação espacial das espécies, as quais podem incluir mudanças na tipologia florestal, solos, clima e influências humanas, como por exemplo, a exploração florestal. Desta forma o objetivo desse trabalho foi avaliar anualmente ao longo de uma década a dinâmica da composição florística e da estrutura fitossociológica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana localizado no sul do Estado do Paraná.

2 Material e métodos

2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo está localizada no extremo sul do Estado do Paraná, no município de General Carneiro, a

aproximadamente 280 quilômetros de Curitiba (Figura 1). A área está situada nas coordenadas centrais, X: 462428m e Y: 7080027m. A altitude regional é próxima dos 800 metros. Essa área pertence às indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda, onde quatro parcelas estão instaladas em remanescentes florestais, compondo aproximadamente 4.200 hectares de Floresta Ombrófila Mista (FOM) Montana.

O clima da região é caracterizado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb) com verões frescos e invernos com geadas severas, segundo a classificação de Köppen, e submontano úmido e muito úmido pela classificação ecológica de Holdridge (PARANÁ, 1987). A temperatura média anual da região é de 16°C e a temperatura média durante o trimestre mais frio (junho, julho e agosto) é de 12°C (CAVIGLIONE et al., 2000).

O substrato geológico dessa região é formado pelo derrame de Trapp da formação da Serra Geral. A topografia da área possui predominância da característica montanhosa, mas apresenta também partes com relevo ondulado até plano (MAACK, 1981).

O sul do Brasil, em especial o Paraná, abriga uma das regiões fitoecológicas de grande diversidade florística, sendo denominada de Floresta Ombrófila Mista (FOM) ou Floresta com Araucária. Conforme a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992), essas regiões fitoecológicas são denominadas de Ombrófilas devido às características de ambientes úmidos. O termo Mista refere-se à origem geológica componente dessas formações, que são compostas tanto por espécies originárias das regiões que hoje são a Oceania quanto da África. Assim, tem-se uma floresta dita geologicamente mista, formada de elementos da flora de distintas origens, por exemplo, a Araucária da Oceania e a maioria das latifoliadas (demais espécies) da África. O resultado dessa mistura de floras é o que se vê hoje, ou seja, uma floresta com predomínio da Araucária no estrato superior, acompanhada de latifoliadas no dossel e no sub-dossel.

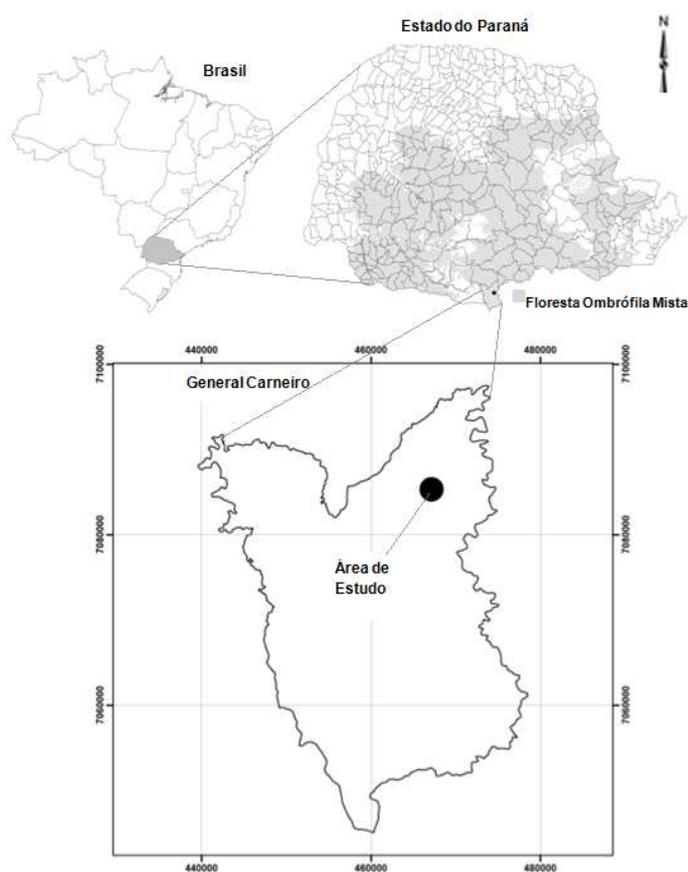
Para Quadros e Pillar (2002), a Floresta Ombrófila Mista é o tipo florestal que tem *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze como a espécie arbórea emergente no estrato superior, juntamente com espécies de Lauraceae (*i.e* *Ocotea pulchella* Mart.), Aquifoliaceae (*i.e* *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.); Sapindaceae (*i.e* *Matayba elaeagnoides*

Radlk) que representam de 60 a 70% do estrato superior da floresta. O estrato inferior compõe-se de Myrtaceae (*i.e Myrceugenia euosma* (O. Berg.) e Podocarpaceae (*i.e Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl.).

De acordo com Klein (1960), *Araucaria angustifolia* é a árvore mais alta dessa região, cujas copas umbeliformes formam uma cobertura arbórea muito característica. Ela pode atingir alturas de 30 a 35 m e diâmetros de 80 a 120 cm, nos

exemplares adultos e velhos. A cobertura das copas é muito uniforme e se encontra alguns metros acima da cobertura das árvores que compõem os andares inferiores. Esses são compostos por densos agrupamentos de árvores, arvoretas e arbustos que variam em abundância e porte de acordo com o local e o estágio de desenvolvimento da comunidade em questão.

Figura 1 – Localização da área de estudo em General Carneiro/PR.



2.2 Inventário florestal

Os dados utilizados no presente estudo são provenientes de parcelas permanentes pertencentes ao Projeto de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) – Site 9 (Floresta com Araucária e suas transições).

Dessa forma, o presente estudo foi realizado com informações de quatro das doze parcelas permanentes. A utilização de apenas quatro das doze parcelas permanentes foi em função de suas estruturas fitossociológicas serem mais

similares. Desta forma, procurou-se minimizar a heterogeneidade das unidades amostrais, pois segundo Barth Filho (2002), a formação florestal dessas quatro parcelas selecionadas, compõe uma tipologia natural mista de pinheiros com latifoliadas no dossel.

A instalação das parcelas permanentes ocorreu em 1998. O método amostral utilizado foi o de área fixa, com forma quadrada com 100 x 100 m, totalizando 10.000 m² (1ha) cada. Essas parcelas foram divididas em 25 sub-parcelas com dimensões de 20 x 20 m (400 m²). As quatro parcelas foram mensuradas

anualmente no período de inverno, geralmente no mês de julho, onde todos os indivíduos com CAP \geq 31,4 cm (DAP \geq 10 cm) foram amostrados.

A análise fitossociológica foi realizada para cada ano de coleta de dados, contemplando os onze anos de acompanhamento das parcelas permanentes, de 1999 a 2009. O processamento dos dados utilizou os indicadores mencionados por Curtis e McIntosh (1950), que relataram os procedimentos dos cálculos para os valores da estrutura horizontal da floresta, sendo eles, densidade absoluta e relativa, dominância absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa, além do valor de importância (VI) e o valor de cobertura (VC). O processamento dos dados das quatro parcelas permanentes foi realizado utilizando o *software Florexel* desenvolvido por Arce et al. (2000).

A composição florística foi classificada utilizando o sistema de taxionomia vegetal APG III (2009). Todas as espécies arbóreas foram herborizadas e as exsiccatas são de responsabilidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por meio de Termo de Cooperação entre as instituições de ensino, conforme Barth Filho (2002).

Para avaliar a diversidade florística foi utilizado o Índice de Shannon-Weaver (H'). Para Wilhm (1972), essa equação é a mais satisfatória dentre as desenvolvidas para diversidade específica e de dominância, pois expressa a importância relativa de cada espécie e não apenas a proporção entre espécies e indivíduos. Odum (1988) reportou que esse é o índice que atribui um maior peso às espécies raras, prevalecendo, dessa forma, o componente de riqueza de espécies. De posse das médias anuais do índice de Shannon-Weaver, aplicou-se o teste qui-quadrado (χ^2), ao nível de significância de 0,01 (99% de probabilidade) para estabelecer a existência de diferenças estatisticamente significativas para as médias.

Para estimar a dinâmica da Floresta Ombrófila Mista Montana neste trabalho, foram acompanhadas as variáveis da estrutura horizontal da floresta, sendo estimada a dinâmica de cada variável fitossociológica por meio do incremento periódico anual (IPA), além do recrutamento e da mortalidade dos indivíduos amostrados

nas parcelas permanentes, utilizando a expressão algébrica citada por Finger (1992).

Para efeito dos cálculos de recrutamento dos indivíduos arbóreos do fragmento de Floresta Ombrófila Mista foram utilizados os dados a partir do terceiro ano de medição. Esse procedimento foi adotado para diminuir os erros amostrais iniciais, pois se verificou no segundo ano de medição (2000), que a densidade dos indivíduos recrutados foi elevada quando comparada com a média do período. Isso pode ter sido provocado por inconsistência dos dados, uma vez que se observou a existência de indivíduos que já apresentavam, no ano anterior, dimensões suficientes para serem amostrados e que não foram considerados. Já para os cálculos de mortalidade dos indivíduos da floresta, foram utilizados os dados a partir do primeiro ano de medição (1999).

3 Resultados e discussão

3.1 Análise Florística

A composição florística geral, encontrada durante todo o período de estudo, apresentou 55 espécies arbóreas incluídas em 41 gêneros e 25 famílias botânicas, sendo que, das 55 espécies arbóreas uma espécie não pôde ser identificada. O resultado do inventário florístico realizado no ano de 1999 na floresta estudada, revelou 50 espécies arbóreas, pertencentes a 37 gêneros e 23 famílias botânicas. Enquanto que o inventário florístico realizado no ano de 2009 revelou 53 espécies arbóreas pertencentes a 41 gêneros e 25 famílias.

Foram recrutadas, vindo compor a amostra florística as famílias Meliaceae e Podocarpaceae e as espécies *Baccharis microdonta* DC., *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg, *Cedrela fissilis* Vell. e *Podocarpus lambertii*. A espécie *Casearia sylvestris* Sw. teve comportamento diferenciado, sendo recrutada em 2000 e no ano de 2002 os indivíduos morreram, saindo ela, portanto, da amostra. Somente um táxon estudado neste trabalho morreu sem identificação. As espécies florestais encontradas na composição florística, ao longo do período de estudo do fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, estão listadas na Tabela 1.

A família Myrtaceae apresentou maior riqueza de espécies com nove

representantes, seguida de Lauraceae com seis, Aquifoliaceae com quatro e Asteraceae e Salicaceae com três espécies cada. As demais famílias foram menos expressivas em riqueza de espécies. Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Ocotea* e *Ilex*, com respectivamente, quatro e cinco espécies, seguidas de *Casearia*, *Eugenia*, *Myrceugenia*, *Myrcia*, *Myrsine*, *Symplocos* e *Zanthoxylum* com duas cada.

No estrato superior da floresta predomina *Araucaria angustifolia*, porém nos estratos médio e inferior ocorrem maior predominância e diversidade de espécies que se regeneram nesse ambiente. Esses estratos, portanto, são importantes porque neles estão presentes indivíduos que propiciam a dispersão de sementes e, conseqüentemente, regeneração de famílias importantes na estrutura da floresta como Myrtaceae e Lauraceae, como descrevem Rambo (1951) e Klein (1984) citados por Nascimento, Longhi e Brena (2001).

Watzlawick et al. (2004) realizaram trabalhos no município de General Carneiro, no Paraná, em áreas próximas às parcelas permanentes utilizadas neste estudo, onde obtiveram em sua análise florística 39 espécies arbóreas, pertencentes a 31 gêneros, distribuídos em 21 famílias botânicas. Os gêneros que apresentaram o maior número de espécies foram *Ilex* (4), *Ocotea* (3), *Myrsine* (2), *Sebastiania* (2) e *Symplocos* (2). As famílias que mais se destacaram em número de espécie foram Lauraceae (5), Aquifoliaceae (4) e Myrtaceae, Sapindaceae e Euphorbiaceae (3). As demais famílias possuíam dois ou apenas um representante.

Em trabalho desenvolvido no município de São João do Triunfo no Paraná em Floresta Ombrófila Mista, Durigan (1999) encontrou 69 espécies pertencentes a 44 gêneros e 29 famílias botânicas, considerando indivíduos com DAP ≥ 10 cm. Outro trabalho realizado por Pizzato (1999) nessa mesma área, em outras unidades amostrais, amostrando indivíduos com DAP ≥ 10 cm, revelou 66 espécies pertencentes a 46 gêneros, distribuídos em 30 famílias.

Valério et al. (2008) realizaram um trabalho em Floresta Ombrófila Mista Montana no município de Irati no Estado do Paraná, amostrando indivíduos com DAP ≥ 10 cm. Os autores encontraram 39 espécies, 35 gêneros e 23 famílias. Nascimento, Longhi e Brena (2001) realizaram um trabalho em Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, RS e encontraram

54 espécies arbóreas pertencentes a 23 famílias amostrando indivíduos com DAP $\geq 9,6$ cm.

Avaliando a dinâmica da composição florística por unidade amostral, percebeu-se que na parcela número 1, em 1999, ocorreram 29 espécies, passando para 26 em 2005 e 30 em 2009. Nessa parcela ocorreu o recrutamento de *Cedrela fissilis*, *Matayba elaeagnoides*, *Myrcia* sp. e *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. Por outro lado, no decorrer do estudo houve a morte dos indivíduos das espécies *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Zanthoxylum rhoifolium* e uma espécie não identificada.

Na parcela número 2, em 1999 havia 37 espécies, aumentando para 44 em 2007 e passando para 43 espécies arbóreas em 2009. Ocorreu no decorrer do estudo o recrutamento das espécies *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl., *Blepharocalyx salicifolius*, *Mimosa scabrella* Benth., *Myrcia* sp., *Podocarpus lambertii*, *Sloanea lasiocoma* K. Schum. e *Zanthoxylum rhoifolium*. No entanto, houve a mortalidade da espécie não identificada e *Cedrela fissilis*.

No âmbito da parcela de número 3, a quantidade de espécies registradas em 1999 foi de 33 e no ano de 2009 mudou para 35 espécies. Nessa unidade amostral ocorreu o recrutamento das espécies *Blepharocalyx salicifolius*, *Ocotea pulchella* e *Zanthoxylum rhoifolium*. Nessa parcela também houve a morte apenas da única espécie não identificada neste estudo.

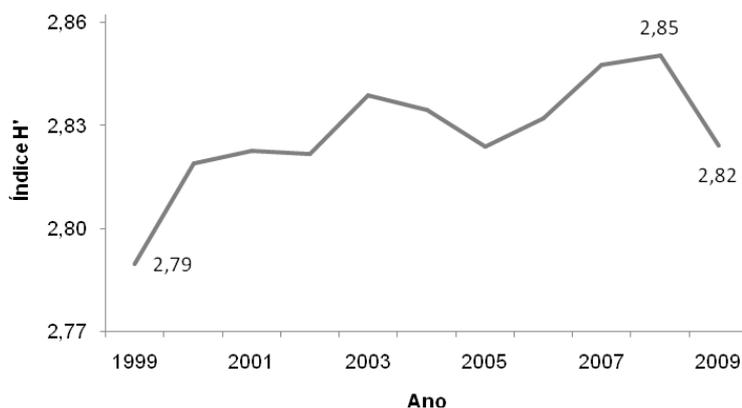
Por fim, na parcela 4, a quantidade de espécies arbóreas registradas em 1999 foi de 29, aumentando para 31 no ano de 2000, reduzindo para 28 espécies em 2006, retornando para 31 novamente em 2008 e concluindo com 30 espécies em 2009. Ocorreu o recrutamento das espécies *Baccharis microdonta*, *Casearia sylvestris*, *Cedrela fissilis*, *Matayba elaeagnoides* e *Rollinia rugulosa* Schlttdl. Por outro lado, houve a mortalidade das espécies *Casearia sylvestris*, *Lithraea brasiliensis* Marchand e da espécie não identificada. Essa diferença na diversidade de espécies entre as parcelas estudadas pode ter sido influenciada pelo histórico do manejo florestal, realizado na área em questão, ou outras condições do sítio.

Os resultados referentes à dinâmica da diversidade florística da Floresta Ombrófila Mista em estudo, foram acompanhados pelos valores estimados do Índice de Shannon-Weaver, ao longo de todo

o período estudado. O inventário florestal realizado em 1999 revelou uma diversidade de espécies média, representada pelo índice de Shannon-Weaver estimado em 2,79, oscilando seu valor no decorrer do período

de estudo, atingindo 2,85 no inventário florestal realizado em 2007 e finalizando o estudo com valor de 2,82 no ano de 2009 (Figura 2).

Figura 2 – Variação do índice de diversidade de Shannon-Weaver ao longo de 11 anos na Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, PR.



A variação dos valores do índice de Shannon-Weaver não foi significativa para uma probabilidade de 99%, porém esse leve acréscimo possivelmente deve-se ao fato de que esse índice expressa a importância relativa de cada espécie na composição florística. Assim, quanto maior for a homogeneidade da densidade relativa e o número de espécies, maior será o valor deste índice.

Assim, o fragmento de floresta estudado apresentou uma diversidade avaliada como média em função das espécies florestais, representada pelo índice de Shannon-Weaver de 2,82, sendo esse valor considerado como médio para Floresta com Araucárias, uma vez que os valores desse índice nesta formação, em geral, situam-se entre 1,50 e 3,50 e raramente ultrapassam 4,50 (MAGURRAN, 1989).

Durigan (1999) em São João do Triunfo no Estado do Paraná em fragmento de Floresta Ombrófila Mista (FOM) estimou o valor do índice de Shannon-Weaver em 3,51. Enquanto que Nascimento, Longhi e Brena (2001) em Nova Prata no Rio Grande do Sul também em Floresta Ombrófila Mista encontraram valores de 3,00. Valério et al. (2008) em Iratí no Paraná, avaliando Floresta Ombrófila Mista obtiveram 2,77. Essas diferenças de diversidade entre os fragmentos estudados são influenciados por inúmeros fatores, como localização, condições edáfico-climáticas, estágio sucessional da vegetação, além do histórico

de manejo praticado em cada área avaliada, os quais afetam o número de espécies e de indivíduos na comunidade.

3.2 Análise Fitossociológica

3.2.1 Densidade

Foram amostrados 2.517 indivíduos no inventário florestal realizado no ano de 1999, sendo encontrados 694 ind.ha⁻¹ para a amostra 1, 874, 629 e 320 ind.ha⁻¹ respectivamente a parcela 2, 3 e 4. O resultado encontrado mostrou uma densidade absoluta média de 629,25 ind.ha⁻¹, sendo que *Ilex paraguariensis* apresentou maior densidade absoluta dentre as espécies amostradas, com 131,25 ind.ha⁻¹, seguida por *Araucaria angustifolia* (112,50), *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso (69,5), *Sapium glandulosum* Pax (53,5) e *Drimys brasiliensis* Miers (32,5).

Já no inventário florestal realizado em 2009, foram amostrados 2.518 indivíduos, valor esse similar ao encontrado no ano de 1999, porém a amostra 1 e a 4 reduziram seus indivíduos amostrados para 652 e 268 respectivamente e as amostras 2 e 3 aumentaram suas densidades para 930 e 668 respectivamente. Sendo assim, o resultado do inventário florestal realizado em 2009 na área de estudo, apresentou uma densidade absoluta média de 629,50 ind.ha⁻¹.

A espécie *Ilex paraguariensis* manteve a maior densidade absoluta entre as demais espécies, com 129,00 ind.ha⁻¹, seguida por *Araucaria angustifolia* (104,50), *Ocotea porosa* (75,25), *Sapium glandulosum* (56,50) e *Myrceugenia miersiana* (Gardn.) D.Legrand & Kausel (3,25).

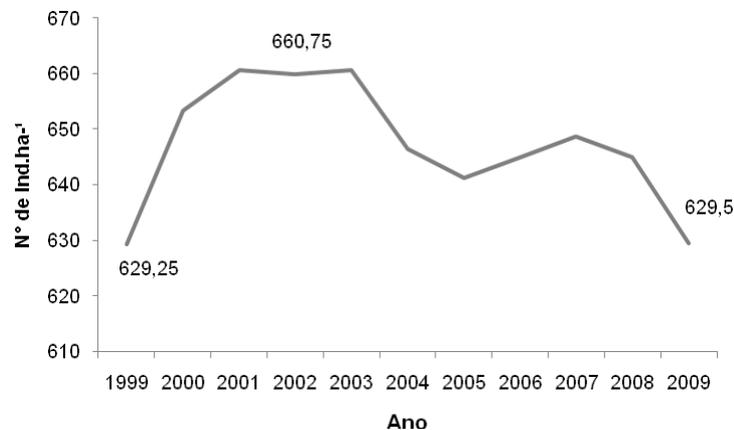
Watzlawick et al. (2004), trabalhando na região de General Carneiro – PR, encontraram uma densidade absoluta de 590 ind.ha⁻¹, sendo a espécie mais abundante *Araucaria angustifolia*, (52,08 ind.ha⁻¹), seguida por *Ilex paraguariensis* (48,61), *Ocotea porosa* (38,19), *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez (34,72) e *Styrax leprosus* Hook. & Arn. (34,72). Esses valores de densidade por espécie comparada com os deste trabalho são menores. Isso pode ser explicado pela diferença da vegetação amostrada, uma vez que, são diferentes fragmentos remanescentes que, historicamente foram alvo de diferentes formas de manejo florestal.

Porém analisando a densidade média dos fragmentos, esses valores se

assemelham. Isso também pode ser observado fazendo-se a comparação com o estudo de Durigan (1999), que trabalhando em São João do Triunfo – PR observou uma densidade absoluta de 627,5 ind.ha⁻¹, sendo a espécie *Araucaria angustifolia* aquela com maior densidade absoluta (82,5 ind.ha⁻¹), seguida pelas espécies *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea porosa* com 56,0 e 13,25, respectivamente. Valores maiores de densidade foram encontrados por Vibrans et al. (2011) em fragmento de Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado, localizado no Estado de Santa Catarina, encontrando densidade média de 713 ind.ha⁻¹, avaliando indivíduos com DAP ≥ 10 cm.

Com relação à dinâmica da densidade absoluta do presente estudo, verificou-se que todos os indivíduos amostrados apresentaram em 1999 um valor de 629,25 ind.ha⁻¹ elevando-se para 660,75 em 2001, finalizando com 629,50 ind.ha⁻¹ em 2009 (Figura 3).

Figura 3 – Variação nos valores de densidade absoluta ao longo de 11 anos na Floresta Ombrófila Mista Montana, em General Carneiro, PR.



3.2.2 Dominância

O resultado encontrado no inventário florestal realizado em 1999 na área estudada, apresentou uma dominância absoluta de 32,62 m².ha⁻¹. A espécie *Araucaria angustifolia* foi a que apresentou maior dominância absoluta com 10,63 m².ha⁻¹, seguida pelas espécies *Ocotea porosa* (8,49), *Ilex paraguariensis* (3,39), *Sapium glandulosum* (1,83) e *Clethra scabra* (0,84).

Entretanto, o resultado do inventário florestal realizado em 2009, apresentou uma dominância absoluta de 33,94 m².ha⁻¹. A

espécie *Araucaria angustifolia* manteve a maior dominância absoluta entre as espécies, com 11,37 m².ha⁻¹, seguida pelas espécies *Ocotea porosa* com 8,93, *Ilex paraguariensis* com 3,11, *Sapium glandulosum* com 2,28 e *Clethra scabra* Pers. com 1,02.

Watzlawick et al. (2004) encontraram na região de General Carneiro - PR, uma dominância absoluta de 38,84 m².ha⁻¹, valores próximos aos encontrados por Valério et al. (2008), que em trabalho realizado no Parque Ambiental Rubens

Dallegrave em Irati - PR, encontraram uma área basal média de $35,62 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$.

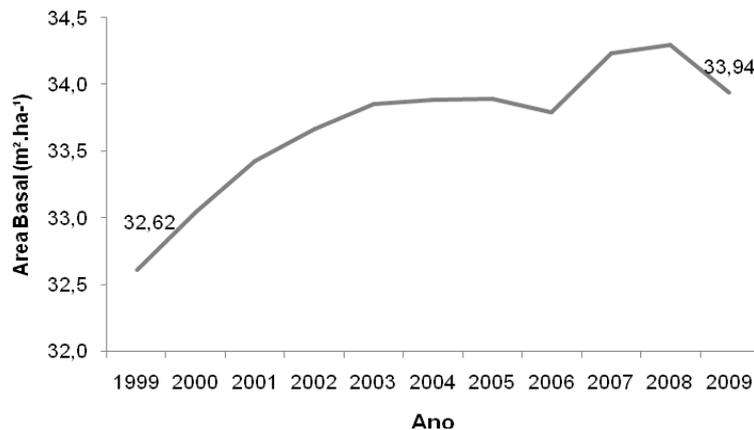
Os valores mais próximos aos obtidos no presente estudo foram os encontrados por Nascimento, Longhi e Brena (2001), que realizaram trabalhos em Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata no Rio Grande do Sul. Os autores encontraram uma dominância absoluta de $32,49 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, realizando amostragem de indivíduos com DAP $\geq 9,6 \text{ cm}$. Já valores maiores foram encontrados por Durigan (1999), com dominância absoluta de $40,21 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, em trabalho realizado em São João do Triunfo – PR.

Estudos com valores maiores em função da variável dominância foram

encontrados por Vibrans et al. (2011) em fragmento de FOM em estágio avançado, em local já mencionado, encontrando uma dominância média de $45,26 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. O referido estudo avaliou áreas que não sofreram exploração madeireira por pelo menos 40 anos. O objetivo dos autores foi avaliar uma área remanescente de FOM supostamente em melhores condições de conservação.

Com relação à dinâmica da dominância absoluta de todos os indivíduos amostrados no presente trabalho, verificou-se em 1999 um valor de $32,62 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, atingindo $34,30$ em 2008 e $33,94 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ em 2009, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Variação dos valores da dominância absoluta ao longo de 11 anos na Floresta Ombrófila Mista, em General Carneiro, PR.



Avaliando o comportamento da área basal (Figura 4), observa-se que no ano de 2006 houve uma interrupção da linha de crescimento devido a morte de algumas plantas de grandes dimensões, as quais já estavam em provável fase de senilidade. No entanto no ano seguinte, 2007, a tendência volta a ser ascendente, demonstrando um crescimento da ordem de $1,33 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$.

Com relação ao IPA em função da área basal, pode-se notar que houve um crescimento de $0,12 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. A espécie *Araucaria angustifolia* foi a que mais contribuiu com o aumento da área basal da floresta estudada, atingindo valor de $0,74 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$, ou seja, $55,53\%$ do crescimento da variação da dominância na floresta estudada.

3.2.3 Frequência

As espécies arbóreas que apresentaram comportamento estável em

função da variável frequência durante o período deste estudo foram *Araucaria angustifolia*, *Clethra scabra*, *Ilex dumosa* Reissek, *Ilex paraguariensis*, *Ilex theezans* Mart., *Myrsine coriacea* R.Br., *Ocotea porosa* e *Vernonia discolor* (Spreng.) Less., sendo que essas espécies apresentaram 100% de frequência e aparecem em destaque na Tabela 1. As espécies que apresentaram 75% de frequência foram *Casearia decandra* Jacq., *Drimys brasiliensis*, *Eugenia handroana* D. Legrand, *Eugenia pyriformis* Cambess., *Ilex brevicuspis* Reissek, *Lamanonia speciosa* (Cambess.) L.B.Sm., *Myrceugenia euosma*, *Myrceugenia miersiana*, *Myrsine umbellata* Mart., *Ocotea puberula* Nees, *Ocotea* sp., *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme, *Prunus brasiliensis* Schott ex Spreng., *Sapium glandulatum*, *Styrax leprosus*, *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. e *Xylosma pseudosalzmanii* Sleumer.

Com 50% de frequência absoluta tem-se *Psidium cattleianum* Sabine, *Jacaranda micrantha* Cham., *Myrcia hebetepala* DC., *Roupala brasiliensis* Klotzsch e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. Por fim, as espécies que apresentaram 25% de frequência foram *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, *Cinnamomum sellowianum* (Nees & C. Martius ex Nees) Kosterm., *Erythroxylum deciduum* A.St.-Hil., *Inga marginata* Willd., *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Symplocos celastrina* Mart. ex Miq., *Weinmannia paullinifolia* Pohl ex Ser. e *Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith. Essas espécies não alteraram sua frequência no fragmento estudado, apresentando comportamento estável em função dessa variável mesmo em uma década de monitoramento das unidades amostrais.

No entanto, as demais espécies arbóreas presentes na composição florística oscilaram suas frequências durante o período de estudo. As espécies que aumentaram seus valores de frequência foram *Zanthoxylum rhoifolium*, *Allophylus edulis*, *Ocotea pulchella* que iniciaram com 75% de frequência e no ano de 2007 já apresentavam 100%, mantendo essa porcentagem até o término deste estudo. Para *Mimosa scabrella*, *Sloanea lasiocoma* o aumento de 50% de frequência para 75% ocorreu no ano de 2006. *Matayba elaeagnoides* em 2000 atingiu 50% e em 2006 correspondeu a 75% de frequência, o mesmo ocorrendo para *Myrcia* sp. que em 2000 atingiu 50% e 2008 essa espécie ocorreu com 75% de frequência.

Para a espécie *Zanthoxylum kleinii* (R.S. Cowman) Waterman sua frequência no fragmento estudado iniciou com 25% e em 2005 atingiu 50%. O mesmo ocorrendo com a espécie *Rollinia rugulosa*, no entanto, foi em 2008 que a mesma atingiu 50% de frequência. As espécies que no inventário florestal realizado no ano de 1999 não apresentavam valores de frequência e no decorrer do estudo contribuíram para a estrutura da floresta foram *Blepharocalyx salicifolius* que em 2001 atingiu 25% de frequência e em 2006 apresentava 50%, *Podocarpus lambertii* e *Baccharis microdonta* que apresentaram 25% de frequência apenas em 2005 e 2008, respectivamente. A espécie *Cedrela fissilis* em 2004 apresentou 25% atingindo em 2008 o valor de 75%, porém concluiu o estudo com 50% de frequência. *Casearia sylvestris* em 2000

apresentou 25% e em 2002 ocorreu mortalidade de indivíduos dessa espécie.

Essas espécies demonstram um estado dinâmico em função da variável frequência absoluta, uma vez que, ainda não estão em plena uniformidade com suas distribuições na população, embora estejam aumentando suas ocorrências no fragmento avaliado.

Algumas espécies estudadas reduziram suas porcentagens em função da variável frequência, como por exemplo, *Nectandra megapotamica* que iniciou com 100% de frequência reduzindo para 75% em 2005. Outra espécie que reduziu foi *Lithraea brasiliensis* iniciando com 50% finalizando com 25%. Dentre todas as espécies um táxon iniciou com 100% e concluiu o estudo com frequência zero, ou seja, mortalidade de 100%. Essas espécies também demonstram um estado dinâmico em função da variável frequência absoluta, embora estejam reduzindo suas ocupações no fragmento avaliado, caracterizando os processos de sucessão vegetacional.

Durigan (1999), utilizando quatro unidades amostrais com 1 ha cada em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, também encontrou em comum com este trabalho algumas espécies que apresentaram 100% de frequência absoluta, tais como *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis* e *Ocotea porosa*. Essas espécies revelaram em ambos os trabalhos que suas distribuições são uniformes dentro das populações amostradas.

3.2.4 Valor de importância

Analisando a estrutura da floresta estudada, observou-se que a espécie *Araucaria angustifolia* foi a que apresentou o maior valor de importância (VI) entre todas as espécies amostradas no inventário florestal realizado em 1999, apresentando 53,52% seguida de *Ocotea porosa* com 40,12%, *Ilex paraguariensis* com 34,31%, *Sapium glandulosum* com 16,40% e *Drimys brasiliensis* com 9,59%.

No inventário realizado em 2009 a espécie *Araucaria angustifolia* manteve-se com o maior VI (52,88%), seguida das espécies *Ocotea porosa* com 41,06%, *Ilex paraguariensis* com 32,46%, *Sapium glandulosum* com 17,80% e *Myrceugenia miersiana* com 9,39%. Esses índices retratam a importância fitossociológica

dessas espécies na composição estrutural da floresta.

As três espécies que obtiveram os maiores valores de importância na floresta estudada, são espécies com alto valor econômico, sendo as mesmas muito exploradas historicamente no sul do Brasil. *Ilex paraguariensis* (erva-mate) tem seus ramos e folhas explorados para produção de mate, ou seja, fornece um produto florestal não madeireiro (PFNM). Entretanto, as espécies *Araucaria angustifolia* e *Ocotea porosa* mantiveram seus altos índices de valor de importância na floresta estudada, pelo fato de que na propriedade, onde se localizam as unidades amostrais do presente estudo, historicamente o manejo florestal sustentável foi realizado.

Em relação à erva-mate, esta pode ter sido alvo de adensamento, uma vez que a região é forte produtora de erva-mate *in natura*. O manejo da erva-mate ocorre por meio de poda a cada 2 a 4 anos, não necessitando abate da árvore, tornando seu manejo interessante e incentivando o adensamento dessa espécie na estrutura da floresta.

Watzlawick et al. (2004) encontraram por meio da análise da estrutura horizontal as seguintes espécies com maior VI, *Ocotea porosa* (38,86%), *Araucaria angustifolia* (37,36%) e *Ilex paraguariensis* (17,42%). Esses resultados assemelham-se aos resultados encontrados no presente estudo.

Durigan (1999) evidenciou *Araucaria angustifolia* como a espécie mais importante de um remanescente florestal similar em São João do Triunfo - PR, com 42,74%, seguida pelas espécies *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea porosa* com 22,84% e 13,48%, respectivamente. Esses resultados são diferentes dos do presente estudo, pois *Matayba elaeagnoides* aparece como a espécie com segundo maior VI. Diferenças florísticas e estruturais ocorrem em função de inúmeros fatores, como localização, condições edáfico-climáticas, histórico de uso e ocupação do solo.

Trabalhos realizados por Vibrans et al. (2011) em FOM em estágio avançado, no Estado de Santa Catarina, observaram as seguintes espécies em ordem decrescente do VI, *Dicksonia sellowiana* Hook., *Araucaria angustifolia*, *Lithraea brasiliensis*, *Podocarpus lambertii*, *Ocotea pulchella*, *Matayba elaeagnoides*, *Clethra scabra*, *Sebastiania commersoniana*, *Ocotea porosa* e *Ilex paraguariensis*. Esses resultados demonstram que algumas espécies chaves

da FOM como, por exemplo, *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Ilex paraguariensis*, representam um elevado valor de importância para essa tipologia florestal, pois as mesmas, em diferentes trabalhos estão em destaque na composição da estrutura horizontal da floresta.

3.2.5 Valor de cobertura

Analisando o Valor de Cobertura (VC) em 1999, observou-se que *Araucaria angustifolia* foi a espécie que apresentou o maior VC com 50,47%, seguida das espécies *Ocotea porosa*, apresentando 37,07% e *Ilex paraguariensis* com 31,26%, *Sapium glandulosum* com 14,11% e *Drimys brasiliensis* com 7,30%.

Em 2009 a espécie *Araucaria angustifolia* permaneceu como a espécie que obteve o maior VC, com 50,08%, seguida pelas espécies *Ocotea porosa* com 38,26%, *Ilex paraguariensis* com 29,66%, *Sapium glandulosum* com 15,80% e *Myrceugenia miersiana* com 7,29%. Esses índices retratam a importância dessas espécies na estrutura da floresta estudada.

As três espécies que obtiveram os maiores valores de cobertura, se comparadas com as demais espécies que compõem a florística da floresta, foram responsáveis por praticamente metade do número de indivíduos encontrados nas unidades amostrais, mais precisamente uma densidade relativa de 49,78% em 1999 e 49,04% em 2009. Além disso, essas três espécies representam mais de dois terços da área basal da floresta, ou seja, 69,02% em 1999 e 68,96% em 2009.

Analisando-se cada espécie em particular constata-se que *Araucaria angustifolia* contribuiu com o crescimento em área basal da Floresta Ombrófila Mista Montana estudada, tendo um aumento da ordem de 0,89%. Dessa forma, embora tenha reduzido a densidade da espécie em 1,28%, a dominância aumentou.

Outra espécie que contribuiu de forma significativa com o crescimento da comunidade florestal foi *Ocotea porosa*, a qual aumentou sua densidade relativa em 0,91% e cresceu 0,28% em área basal. Essa espécie é tipicamente longeva e neste estudo apresentou densidade e dominância crescentes.

Ilex paraguariensis foi uma espécie que também afetou o crescimento da comunidade florestal, pois a redução de sua

densidade e dominância em 0,37% e 1,23%, respectivamente, causada por morte, favoreceu o desenvolvimento de outras espécies.

Watzlawick et al. (2004), em trabalho realizado em General Carneiro - PR, encontraram as seguintes espécies com maior VC, *Ocotea porosa* (30,60%), *Araucaria angustifolia* (29,10%), mortas (10,49%) e *Ilex paraguariensis* (10,08%). Esses quatro maiores valores de VC assemelham-se aos deste trabalho, com exceção das denominadas mortas, que no inventário realizado no ano de 1999 apresentou 1,35% e no inventário de 2009 apresentou 1,75% de VC.

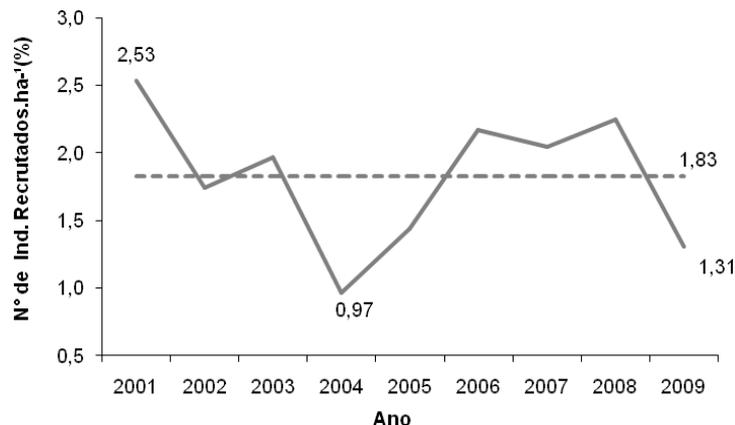
Durigan (1999) evidenciou *Araucaria angustifolia* como a espécie mais importante da floresta em São João do Triunfo - PR, com 40,64% de VC, seguida pela espécie *Matayba elaeagnoides* com 20,75%. Esses resultados são diferentes dos apresentados

neste estudo, uma vez que a espécie *Matayba elaeagnoides* apresentou no inventário de 1999 VC de 0,05% e no inventário de 2009 apresentou 0,16% de VC.

3.3 Dinâmica da floresta

A densidade absoluta média dos indivíduos recrutados a partir do terceiro ano de medição das parcelas permanentes, utilizando a média das quatro parcelas, foi de 11,86 ind.ha⁻¹.ano⁻¹. A densidade relativa média no período de análise em relação ao recrutamento de indivíduos ficou em 1,83%, ou seja, a cada ano em média, a comunidade agrega em sua estrutura horizontal uma densidade próxima de 2% de indivíduos. A dinâmica da densidade relativa, referente aos indivíduos recrutados, pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Dinâmica da densidade média dos indivíduos recrutados de 2001 a 2009 na Floresta Ombrófila Mista Montana em estudo.



Já a densidade absoluta média dos indivíduos que morreram, utilizando a média das quatro parcelas foi de 12,82 ind.ha⁻¹.ano⁻¹. A mortalidade ficou em 1,97%, ou seja, a cada ano em média a comunidade perde em sua estrutura horizontal uma densidade próxima de 2% de indivíduos.

A dinâmica da densidade relativa, referente à mortalidade dos indivíduos, pode ser observada na Figura 6.

Analisando-se a média da densidade relativa dos indivíduos recrutados (1,83%) com a da mortalidade (1,97%), pode-se inferir que, para o período estudado, a comunidade florestal mostrou um equilíbrio dinâmico em termos de densidade.

É precoce afirmar que se trata de uma comunidade em clímax, pois o período

de uma década de dinâmica pode não ser suficiente para evidenciar o curso da sucessão ecológica. Entretanto, pelos resultados aqui obtidos, deduz-se que se trata de uma formação florestal em estágio avançado de sucessão.

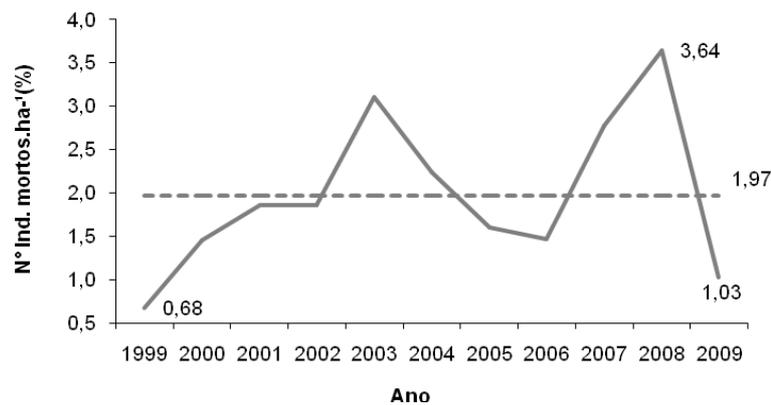
O recrutamento varia com a composição das espécies e com o grau de perturbação no dossel (ALDER, 1983). Em florestas em estágio avançado de sucessão, que não sofreram distúrbios em grande escala e agudos, como é o caso das florestas aqui consideradas, a taxa de recrutamento aproxima-se da taxa de mortalidade (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987).

Isso pode ser explicado pela teoria neutra da biodiversidade e biogeografia

(TNB) proposta por Hubbell (2001). A hipótese da equivalência funcional é a principal característica da teoria neutra, uma vez que considera que as espécies são troficamente semelhantes. Assim, os processos probabilísticos de colonização e extinção dos indivíduos nos habitats podem

explicar as diferenças de composição e abundância relativa das espécies. Para isso, a teoria neutra assume que não há nenhuma diferença entre indivíduos em termos de taxa de nascimento, morte, dispersão e especiação das espécies na comunidade (CASSEMIRO; PADIAL, 2008).

Figura 6 – Dinâmica da mortalidade dos indivíduos na Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, PR.



Sanquetta, Corte e Eisfeld (2003) estudaram o crescimento, a mortalidade e o recrutamento em Floresta com Araucária localizada na região de São João do Triunfo no Estado do Paraná, utilizando dados provenientes de quatro parcelas permanentes, com monitoramento iniciando em 1995 e terminando em 2002. As taxas de recrutamento (2,87%) e mortalidade (1,09%) demonstravam que a floresta estudada estava em franco desenvolvimento.

Weber, Sanquetta e Eisfeld (2005) realizaram trabalho na mesma área estudada por Sanquetta, Corte e Eisfeld (2003), porém em períodos distintos (de 1997 a 2005). No caso, a floresta manteve a tendência dos resultados encontrados por Sanquetta, Corte e Eisfeld (2003), pois as taxas de mortalidade se mantiveram menores que as de recrutamento, demonstrando consistência em períodos distintos e diferenças em relação aos resultados deste estudo.

Outros autores também estudaram a floresta de São João do Triunfo quanto à mortalidade e recrutamento. Entretanto avaliaram outras áreas dentro da mesma floresta, obtendo resultados semelhantes. Durigan (1999) encontrou recrutamento de 1,62% e mortalidade de 0,21% em dois anos de avaliação (1997-1998), um período curto para inferir sobre tais componentes da dinâmica florestal. No entanto, Schaaf

(2001), ao recuperar parcelas estudadas por Longhi (1980), observou que em um período de 20 anos o recrutamento no total das espécies foi muito superior à mortalidade. Estudos em períodos maiores de avaliação da dinâmica retratam com maior confiabilidade o processo sucessional da floresta.

4 Conclusões

Após uma década de estudo sobre a dinâmica do fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em análise, concluiu-se que o mesmo está em equilíbrio dinâmico com relação às variáveis florísticas e fitossociológicas, com leve aumento na diversidade de espécies arbóreas ao longo do tempo, resultante dos processos de sucessão vegetal.

Durante o período estudado concluiu-se que as espécies dominantes na comunidade florestal não mudaram. Esses fatos são retratados pelos Valores de Importância (VI) das espécies, sendo que as quatro espécies com maior valor de importância em 1999 se mantiveram em 2009, na mesma ordem, sendo elas, *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa*, *Ilex paraguariensis* e *Sapium glandulatum*.

Florestas naturais são ecossistemas que apresentam processos dinâmicos lentos, episódicos e raros, fato evidenciado neste

estudo. Portanto, estudos de longa duração são necessários para embasar ações de conservação e manejo de tais florestas.

5 Ten-year of floristic and phytosociology dynamic in a mountain mixed-araucaria forest in southern Parana

Abstract: *This study aimed evaluating the dynamics of floristic diversity and phytosociological indexes of a Mountain Mixed-Araucaria Forest during a period of one decade. Data came from continuous forest inventory carried out at four permanent plots of one-hectare each located in General Carneiro municipality, Parana State. The inventory was initiated in 1999 and concluded in 2009. The floristic analysis showed that in 1999 the forest was composed of tree species belonged to 24 botanical families and 50 species, which increased to 53 species and 25 families in 2009. The Shannon-Weaver (H') diversity index was estimated at 2.79 in 1999 and at 2.82 in 2009, denoting increasing in floristic richness. Absolute density was 629.25 and 629.50 ind. ha⁻¹, in 1999 and 2009, respectively, influenced by annual rates of recruitment (1.83%) and mortality (1.97%). Absolute dominance varied from 32.61 m².ha⁻¹ in 1999 to 33.94 m².ha⁻¹ in 2009, with a periodic annual increment (PAI) of 0.12 m².ha⁻¹.year⁻¹. It was concluded that the forest is under steady-state condition in terms of its floristic and structure.*

Keywords: Permanent plots. Floristic diversity. Community dynamics.

5 Referências

ALDER, D. **Growth and yield of mixed tropical Forest:** I Current Knowledge. FAO Consultancy Report, 1983. 57p.

ALDER, D.; SYNNOTT, T. J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest.** Oxford: Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford, 1992. 124p. (Tropical Forestry Paper, 25).

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - APG - III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of Linnean Society**, London, v.161, p.105-121, Out. 2009. Disponível em: <<http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/welcome.html>>. Acesso em: 13 dez. 2010.

ARCE, J. E. et al. **Florexel – Funções Florestais desenvolvidas para o Microsoft Excel.** Curitiba: Centro de Ciências Florestais e da Madeira – CCFM – Universidade Federal do Paraná, 2000.

BARTH FILHO, N. **Monitoramento do crescimento e produção em Floresta Ombrófila Mista com uso de parcelas permanentes.** 2002. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Structure and dynamics of a logger over Brazilian Amazonian rainforest.** PH.D. thesis. University of Oxford. Oxford. 1992.

CASSEMIRO, F. A. S.; PADIAL, A. A. Teoria neutra da biodiversidade e biogeografia: aspectos teóricos, impactos na literatura e perspectivas. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n.4, p.706-719, 2008. Disponível em: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2883367&orden=0>. Acesso em: 17 nov. 2011.

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology**, [S.L.], v.31, n.3, p.434-455, 1950.

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise proteica de uma floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR.** 1999. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

FERREIRA, R. L. C.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Ingresso e mortalidade em uma floresta secundária de transição. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.2, p.155-162, 1998.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** 1. ed. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Paraná.** 1997. 179 f.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n.1esp, p. 43-59, 2012

- Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.
- HIGUCHI, N. et al. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia central. *Revista Floresta*, Curitiba, v.34, n.3, p.295-304, 2004.
- HUBBELL, S. P. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. New Jersey: Princeton University Press, 2001. 396p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – (IBGE). Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Manuais Técnicos de Geociências, n.1).
- KLEIN, R. M. O aspecto dinâmico do pinheiro-brasileiro. *Sellowia*, Itajaí, v.12, n.12, p.17-48, 1960.
- LIEBERMAN, D; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology*, [Cambridge], v.3, n.4, p.347-358, 1987.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, no sul do Brasil**. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- LONGHI, S. J. et al. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria – Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.9, n.1, p.115–133, 1999.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981. 442p.
- MAGURRAN, A. E. **Diversidad Ecológica y su Medición**. Barcelona: Vedral, 1989. 200p.
- MOSCOVICH, F. A. **Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS**. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119, 2001.
- ODUM, E. P. Populações em comunidades. In: ODUM, E. P. **Ecologia**. São Paulo: Guanabara, p. 258-272, 1988.
- PARANÁ. Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia, Florestas. **Atlas do Estado Paraná**, Curitiba, 1987, 73 p.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR: 1995 a 1999**. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1999.
- PRODAN, M. et al. **Mensura Florestal**. San Jose, Costa Rica: IICA/GTZ, 1997, 586p.
- QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v.24, n.1, p.109-118, 2002.
- REIS, A.; NAKAZONO, E. ; ZAMBONIM, R. **Recuperação de áreas degradadas através das interações planta-animais**. São Paulo: CETESB, v.1, 1999, 45 p.
- REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um Cerrado Sensu Stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. 243 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: FUPEF Série Didática, n. 8, 1996. 49 p.
- SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; EISFELD, R. L. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, Guarapuava, v.5, n.1, p.101-112, 2003.
- SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 2001. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- TEIXEIRA, L. M. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra-firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. *Acta Amazonica*, Manaus, v.37, n.3, p.377-384, 2007.
- VALÉRIO, A. F. et al. Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, Município de Irati – Brasil. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v.6, n.2, p.137-147, abr./jun. 2008.
- VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Copenhagen: CAB International, 1994. 312 p.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n.1esp, p. 43-59, 2012

VIBRANS, A. C. et al. Structure of mixed ombrophylous forests with *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) under external stress in Southern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, [San José, Costa Rica], v.59, n.3, p.1371-1387, set. 2011.

WATZLAWICK, L. F. et al. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIO, M. A. B. **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: AM Impressos, p.95-109, 2004.

WEBER, K. S.; SANQUETTA, C. R.; EISFELD, R. L. Variação volumétrica e distribuição espacial do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.3, n.2, p.77-85, abr./jun. 2005.

WILHM, J. Graphic and mathematical analyses of biotic communities in polluted streams. **Annual Review of Entomology**, [Califórnia], v.17, n.1, p.223-252, 1972.