

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO SUL DO BRASIL¹

Alexandre Luis Müller², Genei Antonio Dalmago³, Jose Mauricio Cunha Fernandes³, Gilberto Rocca da Cunha³, Anderson Santi³, Samuel Kovaleski⁴, Laise Maria Bolis⁵, Evandro Schweig⁵ e Elizandro Fochesatto⁶

RESUMO – No Rio Grande do Sul são poucos os fragmentos de Floresta Ombrófila Mista em estado natural. Isso, por si só, justifica a importância de estudar esses locais visando à compreensão da sua dinâmica interna e da sua relação com o ambiente de entorno. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o crescimento e acúmulo de biomassa de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, localizado na Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA). O experimento foi realizado no Município de Mato Castelhana, RS, utilizando o método de área fixa. Foram instaladas 10 parcelas com 30 x 30 m (900 m²), totalizando 9.000 m², em outubro de 2009. Todas as árvores com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) maior que 0,1 m foram identificadas. Nos anos 2009, 2010 e 2012, os indivíduos marcados foram contados e seus DAP, medidos. Com os resultados do DAP das árvores, foram realizados o cálculo da área basal e a estimativa da biomassa da vegetação. O total de indivíduos amostrados foi de 402 (447 árvores ha⁻¹). O diâmetro médio das árvores foi de 0,270 m e a área basal das árvores remanescentes, de 35,58; 36,19; e 37,47 m² ha⁻¹, respectivamente nos anos 2009, 2010 e 2012. Esse incremento da área basal no período avaliado resultou em aumento de 217% no valor da biomassa da avaliação de 2009-2010 para 2010-2012. A FLONA de Passo Fundo apresentou aumento no diâmetro das árvores ao longo do tempo, o que resultou em aumento também no acúmulo de biomassa pelo maciço florestal.

Palavras-chave: Diâmetro da altura do peito; Área basal; Floresta Nacional de Passo Fundo.

GROWTH AND BIOMASS ACCUMULATION IN MIXED ARAUCARIA FOREST IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT – In Rio Grande do Sul State, Brazil, there are few fragments of Araucaria Forest in its natural state, which reinforces the importance of studying these sites in order to understand its dynamics and relationship with the surrounding environment. The aim of this study was to characterize the growth and biomass accumulation of an Araucaria Forest remnant, located in the National Forest of Passo Fundo (FLONA). The experiment was conducted in the municipality of Mato Castelhana, RS, using the method of fixed area. A group of ten plots measuring 30 x 30 m (900 m²), totaling 9,000 m², installed in October 2009 were used in the study. All trees with diameter at breast height (DBH) greater than 0.1 m were identified. In the years 2009, 2010 and 2012, tagged trees were counted and measured. Biomass vegetation was estimated based on the diameters of the trees. A total of 402 individuals were sampled (447 trees ha⁻¹). The average tree diameter was 0.270 m. The basal area of remaining trees were 35.58, 36.19 and 37.47 m² ha⁻¹, for the years 2009, 2010 and 2012, respectively. The basal area observed for the period of 2010-2012 corresponded to an increase of 217 % compared to the amount of biomass observed in 2009-2010. The trees in the FLONA of Passo Fundo have increased the diameter over time, resulting in an increase in biomass accumulation.

Keywords: Diameter at breast height; Basal area; National Forest of Passo Fundo.

¹ Recebido em 21.04.2013 aceito para publicação em 11.03.2014.

² Departamento de Ciências Agrárias, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Campus Toledo, PUCPR, Brasil. E-mail: <alexandre.luis@pucpr.br>.

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. E-mail: <genei.dalmago@embrapa.br>, <mauricio.fernandes@embrapa.br>, <gilberto.cunha@embrapa.br> e <anderson.santi@embrapa.br>.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil. E-mail: <samtotes@hotmail.com>.

⁵ Graduação em Ciências Biológicas e Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, UPF, Brasil. E-mail: <laisebolis@hotmail.com> e <vandoschweig@yahoo.com.br>.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. E-mail: <elizandrofochesatto@hotmail.com>.



1. INTRODUÇÃO

Dos três Estados da Região Sul do Brasil, o Rio Grande do Sul é o que possui a maior diversidade de formações vegetais, com predominância do tipo de vegetação Savânica (aproximadamente 40%) e partes significativas das formações de Floresta Ombrófila Mista (aproximadamente 11%), Floresta Estacional (aproximadamente 18%) e Estepe (aproximadamente 14%) (IBGE, 1992). Provavelmente, a grande variação na formação dos solos do Rio Grande do Sul (STRECK et al., 2008), aliada às características de distribuição da precipitação pluvial e temperatura do ar (BECKER, 2008), tenha favorecido a formação da diversidade de distribuição da vegetação natural do Estado e seus distintos acúmulos de biomassa anuais. Porém, com o avanço da agricultura sobre os locais de vegetação natural e a retirada de madeira para fins comerciais, existem, atualmente, apenas fragmentos da maioria dos tipos florestais, que eram encontrados e predominavam no passado no Rio Grande do Sul. Dessa forma, restam apenas poucas áreas no Estado com cobertura natural significativa (MEDEIROS et al., 2005).

Nas Regiões Norte e Nordeste do Rio Grande do Sul estão presentes os remanescentes das formações florestais mais densas, como a Floresta Ombrófila Mista, permeada por áreas com formação de savanas, as quais possuem indivíduos de característica lenhosa ou herbácea, com altura entre 0,25 e 25 m. Nas regiões Noroeste e Central, encontram-se os remanescentes das formações de Floresta Estacional, que possuem entre 20 e 50% de árvores caducifólias. Já na região Sudoeste do Estado há o predomínio de Estepe, composta por uma vegetação gramíneo-lenhosa, enquanto na região litorânea existem remanescentes das formações Pioneiras (aproximadamente 8%), as quais permanecem em constante renovação, e, por fim, em outras partes do território rio-grandense existem Áreas de Tensão Ecológica (aproximadamente 7%), locais esses onde ocorre a transição de um tipo de vegetação para outro (IBGE, 1992).

A Floresta Ombrófila Mista, conhecida também como Mata de Araucárias, pela predominância de *Araucaria angustifolia*, apresenta características que se aproximam da Floresta Ombrófila Densa, predominando em locais com curtos períodos secos (0 a 60 dias) e temperatura média do ar abaixo dos 25 °C.

Em razão disso, a Floresta Ombrófila Mista teve grande abrangência de distribuição em praticamente todos os Estados da Região Sul do Brasil (IBGE, 1992). Segundo trabalho realizado no Estado do Paraná por Durigan (1999), a Floresta Ombrófila Mista possuía um diâmetro de área basal de 36,97 e 37,68 m² ha⁻¹ nos anos 1996 e 1997, respectivamente, porém estudos realizados por Klauber et al. (2010) no Estado de Santa Catarina apresentaram resultados de área basal de 34,15 m² ha⁻¹. A Floresta Ombrófila Mista, atualmente, é encontrada em áreas remanescentes como a Floresta Nacional de Passo Fundo, localizada no Planalto Rio-Grandense (ICMBio, 2011).

As áreas remanescentes das formações florestais podem servir como indicadores da saúde do ecossistema, através do crescimento e manutenção da biomassa das florestas, dando a ideia da utilização dos recursos naturais e do fluxo de carbono na biosfera, que se reveste de grande importância para diversos estudos e para o equilíbrio ecológico (CAO et al., 2004). Tendo em vista que a acumulação de biomassa pelas plantas proporciona a energia que alimenta muitos processos bióticos no planeta, como microrganismos e outros animais, bem como pode garantir a diversidade de organismos em determinada zona ecológica, e estudos dos remanescentes florestais naturais podem fornecer uma ideia do estado natural e de tendência do equilíbrio local (POTTER et al., 2003).

Com o desmatamento de boa parte da vegetação natural para a expansão da agricultura, muitos ecossistemas foram alterados e continuam constantemente sendo modificados pelo homem, em razão da dependência de insumos externos para a produção de alimentos. Dessa forma, justifica-se a importância de estudar os remanescentes florestais, buscando o entendimento das relações entre a agricultura e as florestas no seu entorno, bem como avaliar impactos das modificações causadas pelo homem no ambiente, tanto de forma direta quanto indireta (CORDEIRO et al., 2008). De acordo com Nemani et al. (2003), a biomassa é capaz de integrar fatores climáticos, ecológicos, geoquímicos e antrópicos sobre o planeta, podendo associar as condições do crescimento de biomassa dos ambientes naturais com a interação homem e ambiente, resultando na modelagem do efeito humano sobre o ambiente (MÜLLER, 2012).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi caracterizar o crescimento e o acúmulo de biomassa das árvores presentes em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, localizada na Floresta Nacional de Passo Fundo, RS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Floresta Nacional de Passo Fundo (FLONA de Passo Fundo), localizada no Município de Mato Castelhano, região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. A FLONA de Passo Fundo é uma floresta que se caracteriza pela grande quantidade de Araucárias, denominada Floresta Ombrófila Mista (ICMBio, 2011). As coordenadas geográficas, no centro da floresta, são: latitude 28°16' S, longitude 52°18' W e altitude média de 683 m.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região da FLONA de Passo Fundo apresenta o tipo climático Cfa, caracterizado por um clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas durante o ano e com temperatura média mensal do ar do mês mais quente superior a 22 °C (KOEPPEN, 1948). Pelas normais climatológicas, a região recebe entre 1.650 e 1.850 mm de precipitação pluvial anualmente e possui temperatura do ar média entre 16 e 18 °C (RAMOS et al., 2009).

Para a realização das medições, utilizou-se a metodologia descrita por Sanquetta et al. (2009). O primeiro inventário foi realizado em outubro de 2009, iniciando com a instalação das parcelas permanentes para a avaliação do crescimento diamétrico das árvores. Foram alocadas 10 parcelas em um talhão de aproximadamente 25 ha de mata nativa, localizado na parte central da FLONA. Cada parcela foi constituída de uma área de 900 m² (30 x 30 m), totalizando uma área amostrada total de 9.000 m².

No primeiro inventário, foram identificadas todas as árvores com diâmetro superior a 0,1 m, com a colocação de placas de metal, com aproximadamente 3 cm². Além da identificação, as placas de metal possuíam como objetivo controlar o número de indivíduos dentro da parcela, podendo determinar as árvores ingressantes na contagem e as árvores mortas a serem retiradas da contagem em inventários subsequentes. Nas árvores com diâmetro superior a 0,1 m, foi feita a medição do diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30 m acima da superfície do solo. As medições do DAP das árvores

de cada parcela foram realizadas com fita métrica nos meses de outubro e novembro de 2009, outubro e novembro de 2010 e no mês de janeiro de 2012.

A partir das medições do DAP de todas as árvores, foi calculada a área basal de cada parcela no primeiro (2009), no segundo (2010) e no terceiro inventário (2012), agrupando as árvores conforme sua condição, em árvores remanescentes, ingressantes e mortas. Dessa forma, o número de indivíduos dentro das parcelas amostradas permaneceu o mesmo nos três inventários das árvores remanescentes e variável apenas das árvores ingressantes e mortas. A soma da área basal de cada parcela foi calculada segundo a equação 1.

$$AB = \sum AB_{IND}$$

em que AB é a área basal total das árvores dentro da parcela (m² ha⁻¹); e AB_{IND} é a área basal de cada árvore dentro da parcela (m² ha⁻¹).

Com o resultado da área basal da equação 1, foi calculado o valor de biomassa em unidade de carbono (BIO_c), com a equação descrita por Brites et al. (2006) (equação 2).

$$BIO_c = \frac{725,12326}{[1 + 16,843215 e(-0,052198363 AB)]}$$

em que BIO_c é a biomassa da vegetação em estudo, em toneladas de carbono por hectare (t C ha⁻¹); e AB é a área basal total das árvores dentro da parcela (m² ha⁻¹).

Após a transformação de área basal para biomassa de carbono, foi determinado o incremento médio anual de biomassa, em base de matéria seca ($IMABIO_{MS}$; g MS m⁻²), pela equação 3.

$$IMABIO_{MS} = \left[\frac{(BIO_{c\ final} - BIO_{c\ inicial})}{(t_{final} - t_{inicial})} \right] 100/0,5$$

em que $BIO_{c\ final}$ representa a biomassa final e $BIO_{c\ inicial}$ a biomassa inicial, as quais foram obtidas pela equação 2 (t C ha⁻¹); t_{final} corresponde à data final da coleta de dados e $t_{inicial}$ à data inicial da coleta dos dados, representando o tempo entre as duas medições diamétricas; 100 é o valor de transformação de toneladas por hectare para gramas por metro quadrado; e 0,5 é o valor de conversão de carbono para matéria seca, segundo Brites et al. (2006).

Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Trigo distante, aproximadamente, 21 km (coordenadas 28° 15' 46" S, 52° 24' 24" W e altitude de 684 m). Os dados meteorológicos foram utilizados para discussão dos resultados e para estabelecer relações entre as condições ambientais e de crescimento vegetativo da floresta.

3. RESULTADOS

Para o primeiro período de coleta de dados a campo, de outubro de 2009 a outubro de 2010, a temperatura média do ar e a precipitação pluvial foram de 17,9 °C e 2.032 mm, respectivamente; para o período de novembro de 2010 a janeiro de 2012, esses valores foram de 18,2°C e 2.426 mm (Figura 1), respectivamente. Para os dois períodos de tempo, as condições meteorológicas foram acima das normais climatológicas da região (temperatura média do ar de 17,7 °C e precipitação pluvial de 1.803 mm), com maior variação no tocante à precipitação pluvial.

A precipitação pluvial dos meses de novembro de 2009 e julho de 2011 foram de aproximadamente 350 mm, sendo, respectivamente, 260 e 210% superior

ao total de precipitação pluvial normal. Por sua vez, no mês de setembro de 2011 choveu apenas 25% do total esperado para esse mês. O acúmulo superior da precipitação pluvial no período estudado em relação à média pode ter contribuído, de forma positiva, para o crescimento das árvores amostradas, conforme dados apresentados na Tabela 1. Segundo Souza Júnior (2011), a precipitação pluvial influencia a mineralização e a disponibilidade dos nutrientes para o crescimento das florestas.

No fragmento de Floresta Ombrófila Mista amostrado, pode-se observar que o maior valor de diâmetro na altura do peito (DAP) foi de 0,824 m, na parcela 1, no ano 2012, enquanto o menor valor permaneceu em 0,100 m, que representa o mínimo necessário para as árvores serem avaliadas nas amostragens (Tabela 1).

As parcelas 1 e 4 foram as que apresentaram o valor máximo de DAP, 0,824 e 0,799 m, respectivamente, e, em razão da maior variabilidade dos indivíduos dentro dessas parcelas, o desvio-padrão (DP) das medições também foi superior ao das demais parcelas (Tabela 1).

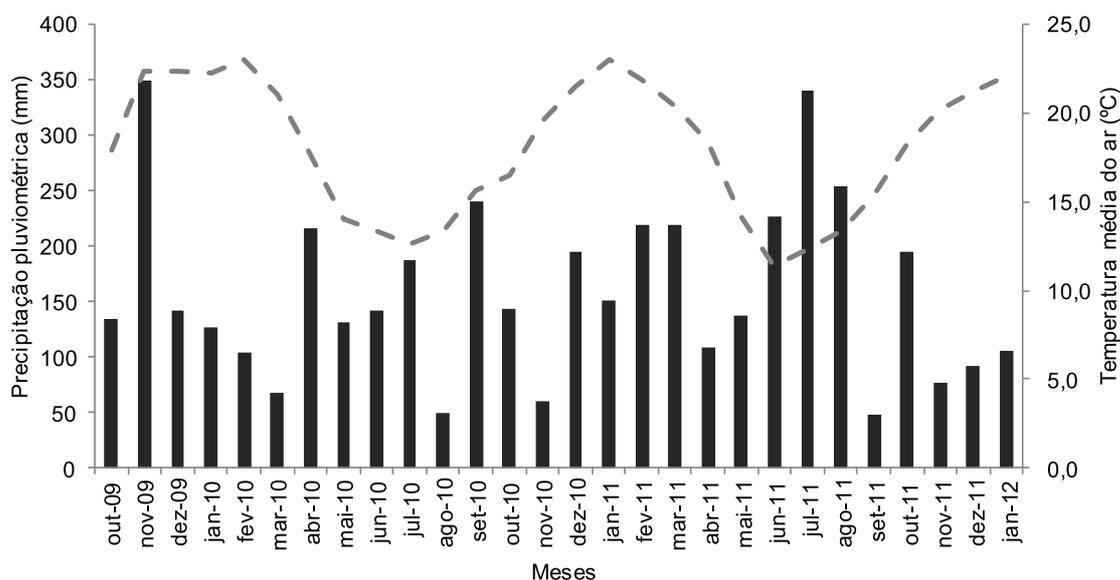


Figura 1 – Precipitação pluvial (mm) (■) e temperatura média do ar (°C) (-) no período de outubro de 2009 a janeiro de 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Figure 1 – Rainfall (mm) (■) and average air temperature (°C) (-) from October 2009 to January 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Tabela 1 – Diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores avaliadas em cada parcela, com o seu tamanho máximo, mínimo e médio e o desvio-padrão (DP), respectivamente, nas avaliações de outubro de 2009, outubro e novembro de 2010 e janeiro de 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Table 1 – Diameter at breast height (DBH) of assessed trees in each plot, with their maximum size, minimum, medium and standard deviation (S.D.), respectively, from the evaluations of October 2009, October and November 2010 and January 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Parcela	Diâmetro à altura do peito (DAP)											
	2009				2010				2012			
	Máx. ¹	Mín. ²	Média ³	D.P. ⁴	Máx.	Mín.	Média	D.P.	Máx.	Mín.	Média	D.P.
1	0,812	0,111	0,340	0,19	0,791	0,107	0,301	0,19	0,824	0,110	0,310	0,20
2	0,675	0,103	0,276	0,16	0,693	0,100	0,270	0,17	0,700	0,100	0,260	0,17
3	0,703	0,101	0,255	0,17	0,714	0,105	0,253	0,17	0,721	0,105	0,256	0,17
4	0,773	0,104	0,327	0,21	0,787	0,100	0,318	0,21	0,799	0,100	0,320	0,22
5	0,655	0,102	0,235	0,14	0,662	0,102	0,235	0,14	0,681	0,102	0,242	0,14
6	0,646	0,101	0,216	0,14	0,649	0,100	0,211	0,13	0,665	0,101	0,214	0,13
7	0,769	0,103	0,246	0,17	0,762	0,102	0,248	0,17	0,770	0,104	0,242	0,18
8	0,766	0,100	0,266	0,17	0,781	0,100	0,267	0,17	0,772	0,100	0,270	0,17
9	0,746	0,103	0,274	0,18	0,750	0,102	0,274	0,18	0,759	0,101	0,272	0,19
10	0,705	0,101	0,322	0,18	0,688	0,103	0,314	0,18	0,710	0,109	0,314	0,18

¹ Máximo valor do diâmetro à altura do peito. ² Mínimo valor do diâmetro à altura do peito. ³ Média do valor do diâmetro à altura do peito. ⁴ Desvio-padrão dos indivíduos dentro de cada parcela.

¹ Maximum diameter at breast height. ² Minimum diameter at breast height. ³ Average diameter at breast height. ⁴ Standard deviation of individuals within each plot.

Tabela 2 – Área basal e incremento em área basal (IAB) das árvores remanescentes nas parcelas avaliadas, valores estimados por hectare e estimativa do acúmulo de biomassa das árvores, para as avaliações de outubro de 2009, outubro e novembro de 2010 e janeiro de 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Table 2 – Basal area and basal area increment (BAI) of the remaining trees on the evaluated plots, estimated values per hectare and biomass accumulation estimate, from the evaluations of October 2009, October and November 2010 and January 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Parcela*	Nº de árvores	Área basal (m ²)			IAB (m ²)	
		2009	2010	2012	2009-2010	2010-2012
1	28	3,229	3,243	3,393	0,014	0,150
2	31	2,515	2,588	2,666	0,073	0,078
3	39	2,816	2,884	3,154	0,068	0,270
4	29	3,487	3,536	3,577	0,049	0,041
5	44	2,629	2,679	2,762	0,051	0,082
6	57	2,777	2,805	2,926	0,028	0,120
7	42	2,930	2,987	3,096	0,058	0,109
8	49	3,871	3,891	3,991	0,020	0,100
9	48	4,074	4,177	4,286	0,104	0,109
10	35	3,695	3,776	3,873	0,081	0,097
Total	402	32,022	32,567	33,724	0,545	1,157
Valor por hectare** (ha)	447	35,580	36,186	37,471	0,605	1,285
Biomassa (kg ha ⁻²)					6.500,00	14.105,00

*A área da parcela foi equivalente a 900 m². **Valor obtido a partir da somatória das 10 parcelas amostradas, totalizando 9.000 m² e a realização da estimativa para 10.000 m².

*The plot area was equivalent to 900 m². **Value obtained from the sum of the 10 sampled plots, totaling 9.000 m² and the realization of the estimate to 10.000 m².

Nas parcelas 1 e 4, também foi observado o menor número de indivíduos (Tabela 2). Dessa forma, constata-se que o número de indivíduos dentro da parcela influencia o diâmetro das árvores que se encontram nesse local.

Na Tabela 1, observa-se que o menor valor do DAP máximo foi na parcela 6 em todos os anos avaliados, resultado, provavelmente, associado ao maior número de indivíduos presentes na parcela em relação às demais avaliadas (Tabela 2).

A área de ocupação de cada árvore dentro da parcela 6 é de aproximadamente 16 m², enquanto na parcela 1 o valor de ocupação foi de aproximadamente 32 m², ou seja, o dobro da área disponível para as árvores se desenvolverem. Tais resultados podem auxiliar na explicação para a diferença ocorrida nos diâmetros das parcelas 1 e 6, observados na Tabela 1.

Como pode ser observado na Tabela 2, a parcela 9 apresentou o maior valor de área basal (4,074; 4,177; e 4,286 m² de área basal, respectivamente, nos anos 2009, 2010 e 2012). Esse fato pode estar relacionado com a elevada quantidade de árvores da parcela (segunda parcela mais populosa, Tabela 2) e com os altos valores do DAP (quarto maior valor médio do DAP, Tabela 1), que, somados, resultou em maior área basal total.

Ao estabelecer a relação entre a menor quantidade de árvores dentro da parcela (Tabela 2), com árvores de porte menor (valor do DAP médio menor, Tabela 1), a resultante é a soma de área basal menor dentro dessa parcela. Esse efeito ocorreu na parcela 2, a qual apresentou os menores valores de área basal (2,515; 2,588; e 2,666 m² de área basal, respectivamente, para todos os anos avaliados, Tabela 2).

Os valores médios de área basal encontrados nas avaliações foram de 35,58 m²ha⁻¹ em outubro de 2009 e 36,19 m²ha⁻¹ em outubro de 2010, e os valores foram de 37,47 m²ha⁻¹ em janeiro de 2012, resultando em incremento em área basal de 0,605 m²ha⁻¹ nas avaliações realizadas entre 2009-2010 e de 1,285 m²ha⁻¹ nas avaliações feitas entre 2010 e 2012 (Tabela 2).

No período de 2009-2010, a parcela que perdeu o maior número de árvores foi a 6, alcançando 3,5%, o que correspondeu a duas árvores (Tabela 3), implicando maior redução em área basal (0,285 m²) no período. Já no período de avaliação de 2010-2012 as parcelas 4 e 7 foram as que apresentaram o maior número de árvores mortas, respectivamente, 10% e 7% do total de árvores da parcela (três árvores por parcela), sendo a parcela 4 a que perdeu o maior valor em área basal (0,274 m²). As parcelas 2 e 10 durante todo o período de avaliações não sofreram perda no número de árvores, tendo como reflexo positivo a manutenção do tamanho da área basal dessas parcelas.

Na Tabela 3, pode-se observar também que o número de indivíduos que morreram no ano 2009-2010 (quatro árvores por hectare) foi inferior ao de 2010-2012 (13 árvores

Tabela 3 – Área basal das árvores mortas nas datas de avaliação das parcelas, valor estimado por hectare e valor da estimativa do acúmulo de biomassa dessas árvores, para as avaliações de outubro de 2009, outubro e novembro de 2010 e janeiro de 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Table 3 – Basal area of the dead trees between the evaluation dates, estimated value per hectare and value of biomass accumulation estimate obtained from the same trees, from the evaluations of October 2009, October and November 2010 and January 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Parcela*	Área basal (m ²)		Nº árvore	
	2009-2010	2010-2012	2009-2010	2010-2012
1	0,000	0,031	0	1
2	0,000	0,000	0	0
3	0,000	0,254	0	2
4	0,150	0,274	1	3
5	0,000	0,011	0	1
6	0,285	0,000	2	1
7	0,000	0,233	0	3
8	0,015	0,000	1	0
9	0,000	0,099	0	1
10	0,000	0,000	0	0
Total	0,450	0,901	4	12
Valor por hectare** (ha)	0,500	1,001	4	13
Biomassa (kg ha ⁻²)	5.485,97	10.988,69		

*A área da parcela foi equivalente a 900 m². **Valor obtido a partir da somatória das 10 parcelas amostradas, totalizando 9.000 m²; e a realização da estimativa para 10.000 m².

*The plot area was equivalent to 900 m². **Value obtained from the sum of the 10 sampled plots, totaling 9.000 m² and the realization of the estimate to 10.000 m².

por hectare). Durante o segundo período de avaliação (2010-2012) ocorreram alguns temporais na área de estudo, o que acarretou no tombamento de algumas árvores. Estas, por sua vez, danificaram outras árvores, e isso contribuiu para o maior número de indivíduos mortos nesse período. Contabilizado as árvores que morreram durante os períodos de avaliação, em termos de área basal, observou-se que, da primeira avaliação para a segunda, houve redução de $0,5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e de $1,00 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ da segunda para a terceira avaliação (Tabela 3).

Cabe ressaltar que as árvores que morreram durante o primeiro período possuíam DAP superior às que morreram no segundo período. Isso pode ser observado pela relação entre a área basal e o número de indivíduos de cada um dos períodos, e em 2009-2010 as árvores mortas possuíam área basal de $0,125 \text{ m}^2$, já entre 2010 e 2012 essas árvores tinham área basal de $0,077 \text{ m}^2$.

Após as árvores atingirem o tamanho mínimo de DAP (0,1 m), elas passavam a ser avaliadas no estudo, conforme resultados observados na Tabela 4. Na parcela 1 ocorreu o maior incremento no número de árvores para o período de 2009-2010, totalizando 10,7% (três árvores). Já no período de 2010-2012 a parcela 2 teve

o maior incremento de árvores, no total de 9,6% (três árvores). De maneira geral, essas árvores cresceram aproveitando clareiras abertas na mata por ocasião de árvores maiores que caíram, proporcionando espaços para o crescimento de novos indivíduos ou, mesmo, locais que ainda possuem menor quantidade de indivíduos. No caso das parcelas 1 e 2, estas apresentaram quantidade menor de árvores em relação às demais parcelas, como pode ser observado na Tabela 2.

O número de árvores que foram incluídas na avaliação do primeiro período foi de 16 indivíduos por hectare, correspondendo a um acréscimo de 3,6%, enquanto na segunda avaliação foram incluídas 11 novas árvores por hectare, totalizando 2,5% (Tabela 4). Em razão de se tratar de árvores de pequeno porte, que estavam crescendo durante os anos das avaliações, a área basal dessas árvores foi baixa, da ordem de $0,158 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e $0,099 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, nos dois períodos avaliados, representando acréscimo em área basal de 0,4 e 0,3%, nos mesmos períodos.

A biomassa da floresta, calculada a partir das equações 2 e 3 propostas por Brites et al. (2006), permitiu a observação do crescimento da vegetação para o período

Tabela 4 – Área basal das árvores que foram incluídas nas datas de avaliação das parcelas, valor estimado por hectare e valor da estimativa do acúmulo de biomassa dessas árvores, para as avaliações de outubro de 2009, outubro e novembro de 2010 e janeiro de 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Table 4 – Basal area of trees that were included among the evaluations, estimated value per hectare and value of estimate biomass accumulation obtained from the same trees, from the evaluations of October 2009, October and November 2010 and January 2012. Passo Fundo, RS, 2012.

Parcela*	Área basal (m^2)		Nº árvore	
	2009-2010	2010-1012	2009-2010	2010-1012
1	0,028	0,000	3	0
2	0,016	0,024	2	3
3	0,021	0,018	2	2
4	0,008	0,000	1	0
5	0,008	0,000	1	0
6	0,008	0,010	1	1
7	0,000	0,018	0	2
8	0,021	0,000	1	0
9	0,008	0,008	1	1
10	0,024	0,012	2	1
Total	0,142	0,089	14	10
Valor por hectare** (ha)	0,158	0,099	16	11
Biomassa (kg ha^{-2})	1.728,92	1.087,99		

*A área da parcela foi equivalente a 900 m^2 . **Valor obtido a partir da somatória das 10 parcelas amostradas, totalizando 9.000 m^2 ; e a realização da estimativa para 10.000 m^2 .

*The plot area was equivalent to 900 m^2 . **Value obtained from the sum of the 10 sampled plots, totaling 9.000 m^2 and the realization of the estimate to 10.000 m^2 .

avaliado. Em relação ao incremento de biomassa das árvores remanescentes, no período de 2009-2010, houve acréscimo de 6.500 kg ha^{-1} . No segundo período de estudo, entre 2010 e 2012, o crescimento foi de $14.105 \text{ kg ha}^{-1}$, resultando em acréscimo de mais de 217% do primeiro para o segundo período avaliado, lembrando-se de que o primeiro período de avaliações teve um intervalo de 12 meses, enquanto no segundo período avaliado o intervalo entre medidas foi de 14 meses.

Nas árvores mortas durante os dois períodos avaliados, a biomassa total foi de 5.486 e $10.989 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente nos períodos de 2009-2010 e de 2010-2012. As árvores que entraram na avaliação durante o período representaram incremento de biomassa de apenas 1.729 e 1.088 kg ha^{-1} , pelo fato de corresponder a indivíduos de pequeno porte e que possuíam DAP pequeno, pouco superior a $0,1 \text{ m}$.

O incremento de biomassa das árvores remanescentes praticamente dobrou do primeiro para o segundo período de avaliações. Isso pode estar relacionado com a maior morte das plantas nesse mesmo período, o que ocasionou uma área maior de espaços abertos dentro da vegetação, permitindo que as árvores que estavam em crescimento tivessem maior disponibilidade e interceptação de luz, absorção de nutrientes e de água do solo, favorecendo o crescimento das plantas (MACHADO, 1977).

Realizando um balanço entre as árvores que permaneceram na área, naquelas que morreram e nas que ingressaram durante o período de estudo os valores de biomassa foram de aproximadamente 2.743 kg ha^{-1} e 4.205 kg ha^{-1} , respectivamente, nos períodos de 2009-2010 e de 2010-2012. Esses resultados indicam que, de maneira geral, o incremento de biomassa pela floresta foi pequeno em comparação com culturas de grãos comerciais, como no caso da cultura da soja com valores de biomassa aérea de $10.889 \text{ kg ha}^{-1}$ obtidos por Kuss et al. (2008) ou, até mesmo, entre florestas comerciais, como para plantios de *Eucalyptus urograndis*, com um crescimento de $16.200 \text{ kg ha}^{-1}$ observado por Vieira (2010), demonstrando o seu estado de clímax, em que o crescimento de novas árvores é influenciado pela perda de outras (MIRANDA, 1995).

4. DISCUSSÃO

Estudo realizado por Nascimento et al. (2001), em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista, localizada no Município de Nova Prata, RS, eles contabilizaram

um total de 848 indivíduos ha^{-1} , valor bem acima do obtido neste trabalho (447 indivíduos ha^{-1}). Esse valor superior pode estar relacionado com o fato de o estudo de Nascimento et al. (2001) ter sido realizado em um local que sofreu exploração comercial seletiva de alguns indivíduos, há cerca de 20 anos, caracterizando, dessa forma, uma floresta em estágio de regeneração.

Albuquerque e Watzlawick (2012), em trabalho que realizaram no Município de Rebouças, PR, dentro de uma área de faxinal, obtiveram o total de 555 indivíduos ha^{-1} . Essa área de faxinal é caracterizada por sofrer influência do homem, porém de forma a não causar impacto ambiental. Apesar disso, o número de indivíduos, nesse tipo de área, sofre alterações em relação a um ambiente natural. Santos et al. (2012) observaram, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista localizado no Município de Faxinal dos Guedes, SC, 502 indivíduos ha^{-1} , valor semelhante ao encontrado neste estudo.

Na Floresta Nacional de Irati (FLONA de Irati), caracterizada como Floresta Ombrófila Mista, Figueiredo Filho et al. (2010) observaram que o valor médio do DAP foi de $0,243 \text{ m}$. Esse valor é inferior ao encontrado nas medições realizadas na FLONA de Passo Fundo (DAP médio de $0,270 \text{ m}$). Essa diferença do DAP dos dois locais pode estar associada ao número de indivíduos presentes na área, visto que em Irati o número de árvores foi de 567 ha^{-1} , enquanto em Passo Fundo foi de 447 ha^{-1} . Isso pode estar relacionado ao fato de que, quanto maior o número de indivíduos na área, a resultante é a tendência de eles apresentarem diâmetro menor.

O maior DAP encontrado em estudos de Klauberg et al. (2010), em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizado no Município de Lages, SC, foi de $0,891 \text{ m}$, valor semelhante ao encontrado neste trabalho, em que o valor máximo do DAP foi de $0,824 \text{ m}$, diferindo em apenas $0,067 \text{ m}$.

Durigan (1999), em trabalho semelhante a este realizado no Município de São João do Triunfo, PR, observou uma área basal média de $36,97$ e $37,68 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ nos anos de 1996 e 1997, respectivamente. Esses resultados se aproximam dos encontrados neste trabalho ($35,58$; $36,18$; e $37,47 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, nos anos de 2009, 2010 e 2012). Valores semelhantes também foram encontrados por Klauberg et al. (2010), que constataram área basal de $34,15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Rondon Neto

et al. (2002) obtiveram valores de $37,08 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ para o mesmo tipo de vegetação, investigando florestas na região de Curitiba, PR; e $35,62 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ foi o valor encontrado por Valério et al. (2008), na região de Irati, PR.

Diante da dificuldade de determinação da idade desse tipo de formação vegetal, visto que se trata de fragmentos de florestas naturais, são realizadas algumas inferências entre os pontos de área basal mencionados e as condições meteorológicas nesses locais, com o auxílio das normais climatológicas (RAMOS et al., 2009). Os valores de precipitação pluvial média anual e de temperatura média do ar são de 1.384 mm e $15,8 \text{ }^\circ\text{C}$, na região de Lages, SC, onde se observaram os menores valores de área basal. Já na região de São João do Triunfo, PR, local de maior área basal mencionado, os valores de precipitação pluvial e temperatura média do ar são de 1.915 mm e de $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Com isso, infere-se que as condições meteorológicas influenciam o crescimento da vegetação entre esses locais. Com a utilização de maior número de pontos amostrais de área basal da vegetação, seria possível desenvolver uma equação que pudesse descrever melhor a relação entre as condições meteorológicas e o crescimento das formações vegetais naturais, visto que já existem algumas equações desta natureza descritas ao redor do mundo (LIETH; WHITTAKER, 1975).

A morte das árvores na FLONA de Passo Fundo foi, em média, de nove árvores ha^{-1} e representou perda média de área basal de $0,751 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, nos dois períodos avaliados. Resultado similar foi encontrado por Pizzato (1999) em estudo realizado em uma Floresta Ombrófila Mista, localizada em São João do Triunfo, PR, no período entre 1995 e 1998, com perda média de nove árvores ha^{-1} , representando diminuição de $0,292 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ na área basal da floresta. O valor da área basal inferior pode ter ocorrido pelo fato de que as árvores que morreram eram de porte inferior ao daquelas estudadas na FLONA de Passo Fundo.

O número de árvores que ingressaram neste trabalho foi superior ao observado por Durigan (1999) e Pizzato (1999). Nesses trabalhos, o número de indivíduos que ingressaram foi de $9,5 \text{ árvores ha}^{-1}$, correspondendo a um ganho de $1,62\%$ na densidade, enquanto neste trabalho ingressaram $13,5 \text{ indivíduos ha}^{-1}$, um acréscimo médio de 3% na densidade. Porém, o valor de área basal acrescido com essas árvores no trabalho de Pizzato (1999) foi de apenas $0,087 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, enquanto a média

na FLONA de Passo Fundo foi de $0,128 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Esse acréscimo maior em área basal pode estar relacionado com o maior número de indivíduos que ingressaram dentro da área estudada.

Durante o período do estudo na FLONA de Passo Fundo, o volume médio de biomassa incrementado foi de $10.300 \text{ kg ha}^{-1}$, enquanto no estudo realizado por Krapfenbauer et al. (1983) o valor foi de $14.220 \text{ kg ha}^{-1}$. Porém, Krapfenbauer e colaboradores realizaram uma análise destrutiva da área, cortando todas as árvores para realizar a estimativa de biomassa. Segundo Sanquetta et al. (2009), a estimativa indireta do crescimento das árvores, a partir da medição do incremento no diâmetro da área basal, em determinado período de tempo, pode representar erros de resultados (perda de casca de uma árvore) quando comparados com os de análise destrutiva das árvores da parcela experimental.

5. CONCLUSÃO

O número de indivíduos presentes na FLONA de Passo Fundo era composto por árvores remanescentes e ingressantes ao longo do tempo. Houve incremento de biomassa na floresta com o passar do tempo, ocasionado principalmente pelo aumento da área basal das árvores remanescentes. As árvores ingressantes no sistema florestal representavam porcentagem muito pequena dos indivíduos, tendo pouco impacto no aumento da área basal e da biomassa da floresta.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão das bolsas de Mestrado e de Iniciação Científica e pelo financiamento do trabalho; ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pela autorização para a realização deste trabalho; aos funcionários da FLONA de Passo Fundo, RS, pela disponibilidade de tempo para a demarcação do experimento; ao quadro de técnicos da Embrapa Trigo, pelo auxílio na realização das medidas no campo e pela disponibilização da infraestrutura de apoio; e aos bolsistas de Iniciação Científica, pela contribuição nas avaliações de campo.

7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.; WATZLAWICK, L. Caracterização fitossociológica da vegetação do Faxinal Marmeleiro de Cima no Município de Rebouças – PR. *Revista Eletrônica de Biologia*, v.5, n.1, p.129-143, 2012.

- BECKER, E. L. S. **Solo do Rio Grande do Sul e sua relação com o clima**. 2008. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- BRITEZ, R. M. et al. **Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na floresta atlântica do sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 165p.
- CAO, M. et al. Remotely sensed interannual variations and trends in terrestrial Net Primary Productivity 1981 – 2000. *Ecosystems*, v.7, n.3, p.233-242, 2004.
- CORDEIRO, S. A.; SOUZA, C. C.; MENDOZA, Z. M. S. H. Florestas Brasileiras e as Mudanças Climáticas. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, n.11, p.1-20, 2008.
- DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. 1999. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. *Floresta*, v.40, n.4, p.763-776, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Secretaria do Orçamento e Coordenação da Presidência da República, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1)
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Passo Fundo – Rio Grande do Sul**. Resumo executivo. Florianópolis: ICMBio, 2011. 35p.
- KLAUBERG, C. et al. Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. *Biotemas*, v.23, n.1, p.35-47, 2010.
- KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F.H. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo- RS. Parte I: Inventário de biomassa. In: ANDRAE, F. H. ; KRAPFENBAUER, A. (Eds). **Pesquisas austro-brasileiras 1973 - 1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna**. Santa Maria: UFSM ; Viena : Universitaet fuer Bodenkultur,1983. p. 16-29.
- KOEPPEN, W. **Climatologia: conun estúdio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 466p.
- KUSS, R. C. R. et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1133-1137, 2008.
- LIETH, H.; WHITTAKER, R. H. **Primary productivity of the biosphere**. New York: Springer, 1975. 339p. (Ecological Studies; v.14)
- MACHADO, S. A. Produtividade de florestas tropicais. *Revista Floresta*, v.8, n.2, p.47-53, 1977.
- MEDEIROS, J. D.; SAVI, M.; BRITO, B. F. A. Seleção de áreas para criação de unidades de conservação na floresta ombrófila mista. *Biotemas*, v.18, n.2, p.33-50, 2005.
- MIRANDA, E. E. **A ecologia**. São Paulo: Loyola, 1995. 91p.
- MULLER, A. L. **Produtividade primária líquida e sua apropriação pelas culturas produtoras de grãos na região sul do Brasil**. 2012. 154f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - FAMV/Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.
- 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*, v.11, n.1, p.105-119, 2001.

NEMANI, R. et al. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. **Science**, v.300, n.5625, p.1560-1563, 2003.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. 1999. 172f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

POTTER, C. et al. Global teleconnections of climate to terrestrial carbon flux. **Journal of Geophysical Research**, v.108, n.17, p.1-8, 2003.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. **Normais Climatológicas (1961-1999)**. Brasília: INMET, 2009. v.1. 465p.

RONDON NETO, R. M. et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba, PR – Brasil. **Floresta**, v.32, n.1, p.3-16, 2002.

SANQUETTA, C. R. et al. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 2.ed. Curitiba: Multi-Graphic, 2009. 316p.

SANTOS, C. S. et al. Levantamento florístico e fitossociológico de um fragmento florestal no município de Faxinal dos Guedes, SC. **Unoesc e Ciência ACET**, v.3, p.7-22, 2012.

SOUZA JÚNIOR, J. A. **Influência da precipitação pluviométrica nas taxas de crescimento de raízes na floresta nacional de Caxiuanã-PA**. 2011. 47f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

VALÉRIO, A. F. et al. Análise da composição florística e da estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana, Município de Irati, PR – Brasil. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.6, n.2, p.137-147, 2008.

VIERA, M. **Crescimento inicial e produtividade em plantios monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus urograndis* e *Acacia mearnsii* em sistema agrossilvicultural**. 2010. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

