

Estudo comparativo da produção de serapilheira de uma área de Mata Atlântica e de um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* na Ilha de Santa Catarina, Brasil.

Rudnei Hinkel
Clarice M. N. Panitz *

* Departamento de Ecologia e Zoologia – CCB – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Aceito para publicação em 28/12/98

Resumo

A produção total de serapilheira foi avaliada de dezembro de 1990 a novembro de 1991, tanto em uma floresta tropical (Mata Atlântica), quanto em um povoamento de *Pinus elliottii* na Ilha de Santa Catarina (27°35'S, 48°30'WG), sul do Brasil. Os valores de produção anual obtidos nas duas áreas foram 6,37 ton.ha⁻¹. ano⁻¹ e 4,60 ton.ha⁻¹. ano⁻¹, respectivamente. A fração folhas representou a maior contribuição em ambas os ecossistemas, com 66,3% e 64,9%, respectivamente. Foi verificado que o plantio de *Pinus elliottii* apresentou maior produção total de serapilheira, nos meses de deficiência hídrica do solo (fevereiro e abril/91), enquanto que a Mata Atlântica apresentou resposta inversa no mesmo período.

Unitermos: serapilheira, produção de serapilheira, floresta tropical, Mata Atlântica, *Pinus elliottii*.

Summary

Total litterfall was evaluated over the period from December/90 to November/91, in both a secondary tropical forest (Mata Atlantica) plot and in a slash pine (*Pinus elliottii*) cultivated forest plot on Santa Catarina Island, south of Brazil. The annual production values obtained in these two areas were 6.37 ton.ha⁻¹. year⁻¹ and 4.60 ton.ha⁻¹. year⁻¹, respectively. Leaf-fall showed the greatest contribution in wild and cultivated forests, i.e., 66.3% and 64.9%, respectively. The total litterfall for the slash pine forest showed an increase in the months of water deficiency (Feb-Apr/91). The Mata Atlantica showed an inverse response in the same period.

Key words: litter production, litterfall, tropical forest, Mata Atlantica, *Pinus elliottii*.

Introdução

O aspecto mais estudado na ciclagem de nutrientes de um ecossistema florestal é a produção e a decomposição de folheto, bem como a qualificação e a quantificação de nutrientes que retornam ao solo através deste folheto. O folheto ou serapilheira é constituída por folhas, ramos, caules, flores, frutos, cascas, além de dejetos e restos animais (Leitão Filho, 1993). Sua produção e decomposição representa a dinâmica no fluxo de matéria e energia entre os diversos compartimentos de um ecossistema, permitindo assim, avaliar o seu funcionamento (Phillipson, 1969).

Nas últimas décadas, muitos estudos foram realizados com o objetivo de quantificar taxas de queda de serapilheira e seu conteúdo de nutrientes minerais em florestas tropicais do mundo todo (Meentemeyer et al., 1982; Proctor et al., 1983). No Brasil, Klinge e Rodrigues (1968) foram um dos primeiros neste tipo de estudo, especificamente na floresta de terra-firme da Amazônia. Muitos ou-

tros trabalhos semelhantes sucederam-se desde então, em Floresta Amazônica (Silva, 1984; Luizão e Schubart, 1987; Dantas e Phillipson, 1989), em Mata Atlântica (Sampaio et al., 1988; Oliveira e Lacerda, 1988; Varjabedian e Pagano, 1988; Domingos et al., 1990; Leitão Filho, 1993; Santos, 1997), em Mata Mesófila Semidecídua (Diniz, 1987; Pagano, 1989; Cesar, 1993; Schlittler et al., 1993) e também em Mata Ciliar (Durigan et al., 1996) e Cerrado (Delliti, 1995). No sul do Brasil, estudos deste tipo são escassos, exceto o efetuado por Panitz (1997) no manguezal de Itacorubi, na Ilha de Santa Catarina e Santos (1997) em Mata Atlântica de Encosta, no município de Orleans, Estado de Santa Catarina.

Vários estudos sobre produção de serapilheira também foram realizados em povoamentos de *Pinus* sp. no Brasil, especificamente em monoculturas de *Pinus elliotii* Engelm var. *elliotii* no Estado de São Paulo (Delliti, 1982; 1984; Frenedo Soave e Pagano, 1994), objetivando estimar aspectos da ciclagem de nutrientes.

Já que o estudo de produção de serapilheira é um instrumento valioso para os estudos de diagnose ambiental e de avaliação dos impactos naturais ou decorrentes das atividades humanas, permitindo a comparação de ecossistemas através de parâmetros quantitativos de seu funcionamento (Leitão Filho, 1993), o presente trabalho tem como objetivo principal quantificar a produção de serapilheira de dois ecossistemas florestais – Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica – *stricto sensu*) e povoamento de *Pinus elliotii* Engelm. var. *elliotii*, bem como comparar a dinâmica da produção de serapilheira destes dois ecossistemas em relação aos parâmetros abióticos (balanço hídrico, temperatura e precipitação) levando em conta que ambas estão igualmente adaptadas às condições climáticas e edáficas do local onde cada uma se encontra. Desta maneira podemos estabelecer um padrão fenológico destas duas formações diante das condições abióticas apresentadas no período.

O interesse em realizar este trabalho em Mata Atlântica de zona costeira, tendo em vista o acelerado ritmo de destruição dessa formação vegetal, se deve ao fato de existir pouquíssimos estudos que dão ênfase aos aspectos dinâmicos e a necessidade de conhecer os parâmetros básicos que determinam a sua dinâmica, com vistas a programas que levem a sua conservação e ao seu aproveitamento racional. Já em relação ao povoamento de *Pinus elliottii* por ser espécie exótica, mantida em unidade de conservação (Parque Estadual do Rio Vermelho), o estudo de aporte de sedimentos, produtividade e ciclagem de nutrientes é fundamental, permitindo desenvolver planos de manejo.

Além disso, estas duas formações florestais pertencem à bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição, na Ilha de Santa Catarina, e, portanto, a produção destes ecossistemas contribui, significativamente, segundo Porto-Filho (1993), com matéria orgânica, tanto para a coluna d'água como para os sedimentos do fundo da Lagoa, servindo como fonte de alimento para as comunidades.

Material e Métodos

Local de estudo

Localização

O estudo foi realizado em duas áreas da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil. A área 1 (Mata Atlântica) situa-se no Morro Padre Doutor, distrito da Lagoa da Conceição, aproximadamente 48°30' WG e 27°35' S, a 328 m de altitude, com acesso pela rodovia estadual SC 404 até o Hotel da Lagoa. A área 2 (povoamento de *Pinus elliottii*) localiza-se no talhão n° 42 do Parque Estadual do Rio Vermelho, distrito da Barra da Lagoa, aproximadamente 48°25' WG e 27°35' S, com acesso ao local pela rodovia estadual SC 406 (Figura 1).

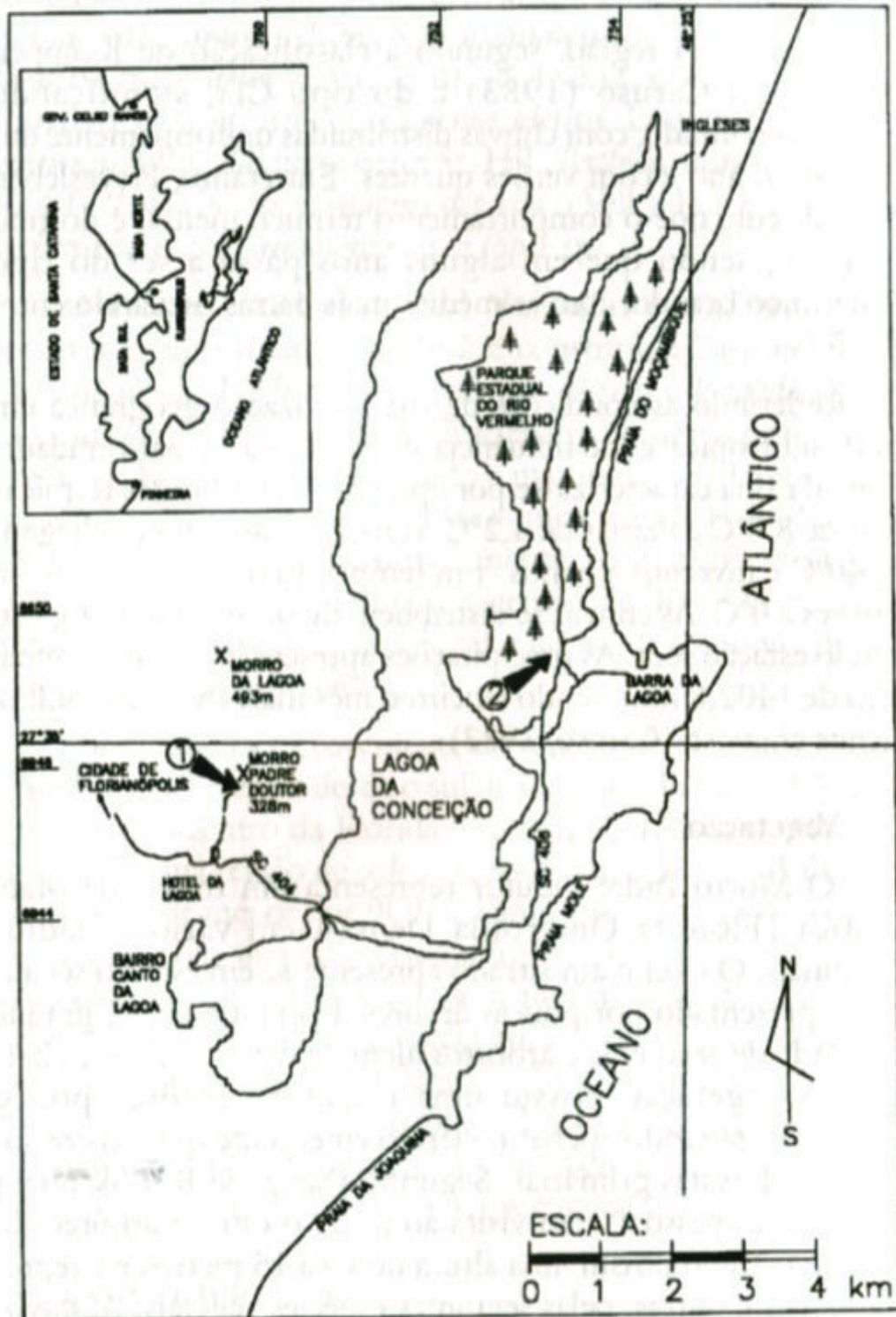


FIGURA 1: Localização das áreas de estudo: Área 1 - Trecho de mata atlântica; Área 2 - Trecho de povoamento de *Pinus elliotii*. (Fonte: IBGE, 1981).

Clima

O clima da região, segundo a classificação de Koeppen (1948) apud Caruso (1983) é do tipo Cfa, significando mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante todo o ano e com verões quentes. Entretanto, Freyesleben (1979) discute que o comportamento térmico mensal é do tipo subquente, sendo que em alguns anos passa a ser do tipo mesotérmico brando, com as médias mais baixas oscilando entre 13 e 15°C.

Refletindo as condições de sua localização geográfica em latitude subtropical e sob influência amenizadora da maritimidade, o clima da Ilha caracteriza-se por apresentar amplitudes térmicas anuais de 8,8°C e diárias de 4,2°C, verões quentes nunca chegando a 40°C e invernos amenos com temperaturas nunca iguais ou inferiores a 0°C. As chuvas se distribuem durante o ano todo, não havendo estação seca. As precipitações apresentam um total anual médio de 1402,8 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso e julho, o menos chuvoso (Caruso, 1983).

Vegetação

O Morro Padre Doutor representa um trecho de Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), em vários estádios sucessionais. O trecho amostrado apresenta-se em estágio secundário, representado por poucas árvores de grande porte, grande quantidade de arvoretas e arbustos além de densa vegetação herbácea. A vegetação possui uma estrutura arbórea pouco estratificada, faltando apenas o estrato emergente que ocorre somente nas florestas primárias. Segundo Daniel de B. Falkenberg (comunicação pessoal), em visita ao local, o estrato arbóreo do trecho amostrado possui uma altura de 10 a 15 metros e é representado, entre outras, pelas seguintes espécies vegetais: *Matayba guianensis* Aubl., *Euterpe edulis* Mart, *Nectandra grandiflora* Nees, *Miconia cabucu* Hoehne, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud,

Jacaranda sp., *Cecropia* sp., *Psychotria* sp., *Ficus organensis* Mart., *Psidium cattleyanum* Sabine, *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake e *Copaifera trapezifolia* Hayne. Entre as diversas espécies do estrato arbustivo encontram-se: *Eugenia kleinii* Legrand, *Amaioua guianensis* Aubl., *Talauma ovata* St. Hil., *Bathysa australis* (St Hil.) Hook.f., *Leandra* sp., *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Clusia* sp. *Erythroxylum* sp., *Lamanonia* sp. e *Piper* sp.

O Parque Estadual do Rio Vermelho é uma unidade de conservação implantada em 1962 e constituída basicamente de povoamento de *P. elliotii* Engelm. var. *elliotii* e *P. taeda* Linneu Sp. (Caruso, 1983). Segundo Enclenato Nunes (comunicação pessoal), o local onde foi colocado a maioria dos coletores, compreende o talhão 42, no qual existe somente árvores de *P. elliotii*, com idade de 23 anos, aproximadamente. Neste talhão houve um desbaste em 1989, que reduziu a densidade de 1325 para 995 indivíduos por hectare. No local está se desenvolvendo um subosque arbustivo-herbáceo.

Pinus elliotii é proveniente do sudeste dos Estados Unidos da América, ocorrendo desde o sul da Carolina do Sul (33,5° N de latitude) até o centro da Flórida e sudeste da Luisiana (30° N de latitude). É uma região de solos arenosos, onde não há deficiência hídrica, altitude menor que 900 m, clima quente com verão úmido e primavera com menor precipitação. As chuvas são moderadamente distribuídas o ano todo, com média anual de 1270 mm, enquanto que a temperatura média anual é de 17,2°C com extremos ocasionais de 41°C no verão e -18°C no inverno (Golfari, 1967). No Brasil, *P. elliotii* adapta-se bem aos climas do tipo Cfa (quente úmido, sem estiagem), Cfb (temperado úmido sem estiagem) e Cwb (quente de inverno seco), segundo Gurgel Filho (1964).

Relevo e solo

A área que compreende o Morro Padre Doutor é caracterizada por apresentar relevo ondulado e montanhoso, com declives

fortes. Apresenta solo do tipo podzólico vermelho-amarelo e vermelho-escuro, com textura média argilosa, baixa capacidade de troca catiônica e saturação de alumínio superior a 50%. Já a área que compreende o Parque Estadual do Rio Vermelho, apresenta um relevo plano ao nível do mar. Corresponde a uma região com solo de areias quartzosas associadas com podzol hidromórfico, textura arenosa, com baixa saturação de bases e saturação de alumínio superior a 50% (Sommer e Rosatelli, 1991).

Metodologia

Coleta e tratamento das amostras

Em cada área de estudo, foram empregados 20 coletores de madeira com 30 X 40 cm de área e 13 cm de altura, providos de tela de náilon com aberturas de 2 mm. Os coletores foram distribuídos sobre o solo ao longo de uma trilha em cada floresta, respeitando um espaço de, aproximadamente, 20 m entre si. A coleta foi feita na primeira semana de cada mês, de dezembro de 1990 a novembro de 1991. O material de cada coletor foi embalado individualmente em sacos de papel e seco a 80°C durante 72 horas (Allen et al., 1974), numa estufa marca FANEM modelo 315 SE. Após a secagem, o material de cada embalagem foi separado manualmente em quatro frações: folhas, caule (diâmetro de até 2 cm), material reprodutivo (fruto e flores) e miscelânea (material não identificado). O peso seco de cada fração foi determinado, separadamente, em uma balança marca Mettler PC 440-82 Delta Range, com precisão de 0,001 grama. A serapilheira produzida pelo subosque do povoamento de *Pinus elliottii* do Parque foi excluída.

A partir dos valores mensais de produção de serapilheira de cada fração, referente a um período de 12 meses, foi calculada a produção anual, sendo esta apresentada em $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$.

Parâmetros abióticos

Os parâmetros meteorológicos de temperatura e precipitação de cada mês do período de estudo foram obtidos no D.E.P.V. (Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo) da Base Aérea de Florianópolis (SC). Os valores de evapotranspiração potencial corrigidos para a latitude foram obtidos segundo o método de Thornthwaite (1948) apud Ribeiro (1990).

O balanço hídrico da região foi obtido segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955) apud Ribeiro (1990). Foi adotada a capacidade de armazenamento de campo de 125 mm que, segundo Orselli e Silva (1988) é correspondente a uma profundidade aproximada de 50 cm do sistema radicular, independente do tipo de solo.

O diagrama climático foi elaborado pelo método de Walter e Lieth (1960) apud Walter et al. (1975), a partir das normais de temperatura e precipitação no período de 30 anos (1962-1992) da Estação Meteorológica de Florianópolis (SC). Os valores foram obtidos no INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

Resultados

Parâmetros abióticos

O diagrama climático da região mostrou distribuição moderada da precipitação. A precipitação aumenta no verão e decai no inverno, embora não ocorra período seco. A temperatura média no verão não ultrapassa os 25°C e no inverno não é inferior a 16°C (Figura 2).

A temperatura média do período de estudo foi de 21,5°C, sendo que os meses mais frios ocorreram entre junho e agosto/91 e os meses mais quentes de dezembro/90 a março/91. As médias mensais de temperaturas foram pouco oscilantes durante o ano. A

média de precipitação mensal foi de 164,6 mm. Os meses mais chuvosos foram janeiro/91 e novembro/91, com precipitações mensais acima de 200 mm, sendo novembro/91 foi o mês mais chuvoso, com 481,9 mm. Os meses menos chuvosos foram abril/91, junho/91, julho/91 e setembro/91, sendo julho/91 o mês de menor pluviosidade, com 15,1 mm. As médias mensais de precipitação foram muito oscilantes durante o período (Figura 3).

O balanço hídrico da região apontou períodos de deficiência hídrica (20 a 40 mm) nos meses de fevereiro/91, abril/91 e julho/91. Nos demais meses do período, houve excesso (escoamento) de água no solo (Figura 3).

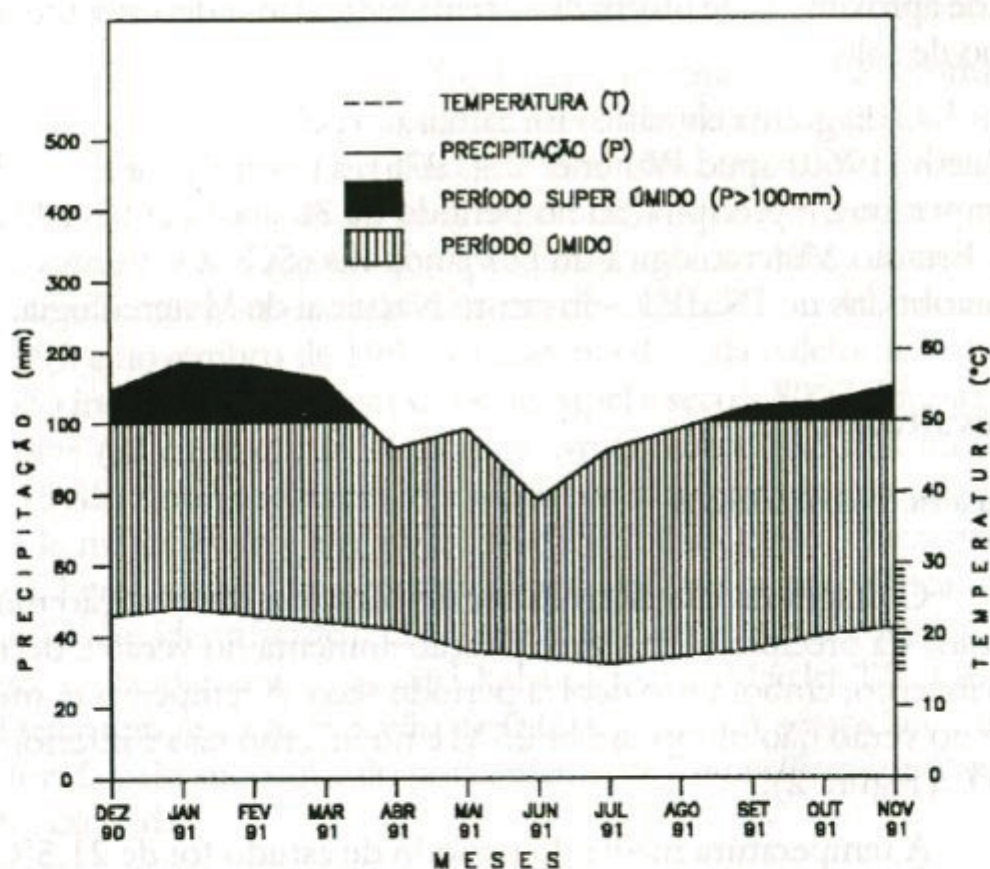


FIGURA 2: Diagrama climático elaborado a partir das normais climatológicas da região de Florianópolis, SC no período de 30 anos (1962-1992). Dados obtidos da estação meteorológica de Florianópolis - INMET.

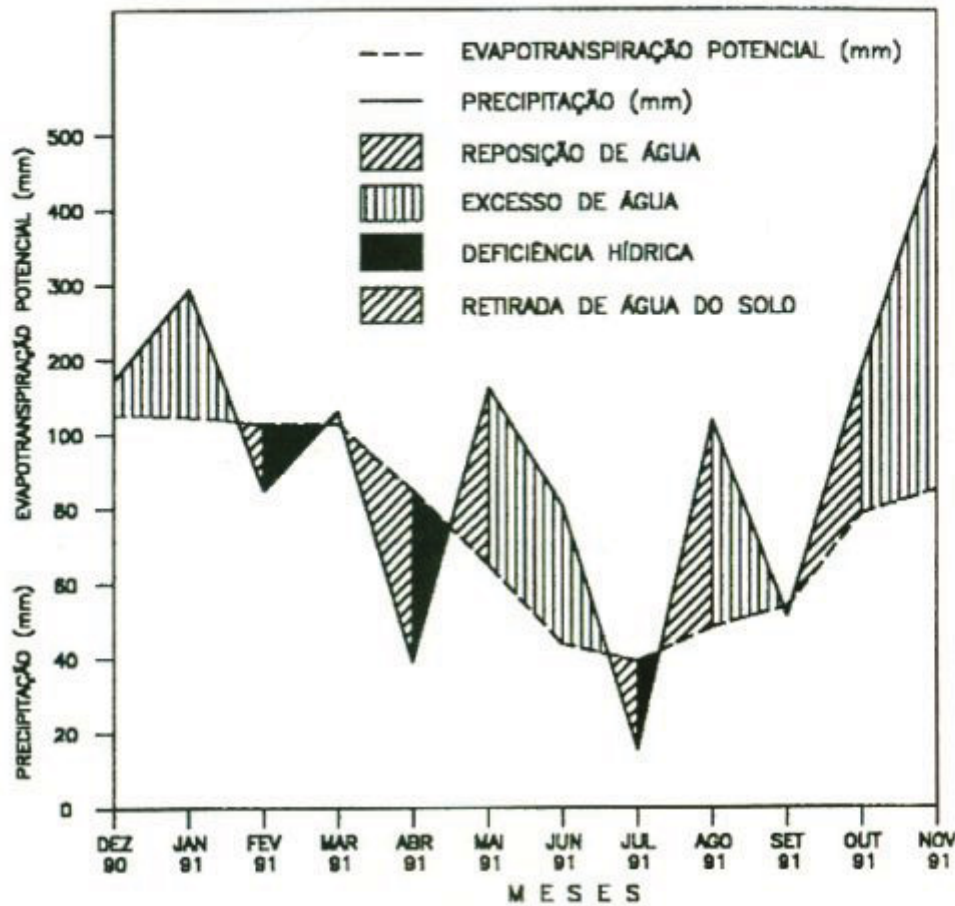


FIGURA 3: Balanço hídrico da Ilha de Santa Catarina no período de dezembro de 1990 a novembro de 1991, c.c. = 125mm.

Produção de serapilheira

A produção total anual de serapilheira da Mata Atlântica foi de $6,37 \text{ ton.ha}^{-1}$. A fração folhas foi a que mais contribuiu, com uma produção de $4,25 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (66,7%), seguida pelas frações caule ($1,61 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ou 25,3%), material reprodutivo ($0,35 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ou 5,5%) e miscelânea ($0,16 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ou 2,5%) (Tabela 1).

A produção total anual de serapilheira do povoamento de *P. elliotii* foi de $4,60 \text{ ton.ha}^{-1}$. A fração folhas foi a que mais contribuiu, com uma produção de $3,12 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (67,8 % do total), seguida pelas frações material reprodutivo ($1,23 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$

ou 26,7%), caule (0,22 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ ou 4,8%) e miscelâneas (0,03 ton.ha⁻¹.ano⁻¹ ou 0,7 %) (Tabela 1).

TABELA 1 – Valores de produção total de serapilheira da Mata Atlântica e do povoamento de *P. elliottii* (período: dezembro/90 a novembro/91) em ton.ha⁻¹.ano⁻¹ (*) e em porcentagem (**).

Floresta	Folha	Caule	M. Reprod.	Miscelânea	Total
Mata Atlântica	4,25* 66,7%**	1,61* 25,3%**	0,35* 5,5%**	0,16* 2,5%**	6,37*
<i>Pinus elliottii</i>	3,12* 67,8%**	0,22* 4,8%**	1,23* 26,7%**	0,03* 0,7%**	4,60*

A produção total de serapilheira da Mata Atlântica apresentou os maiores valores de produção em dezembro/90, junho/91, outubro/91 e novembro/91 e a do povoamento de *P. elliottii* apresentou os maiores valores de produção em dezembro/90, no período de fevereiro/91 a maio/91 (Figura 4).

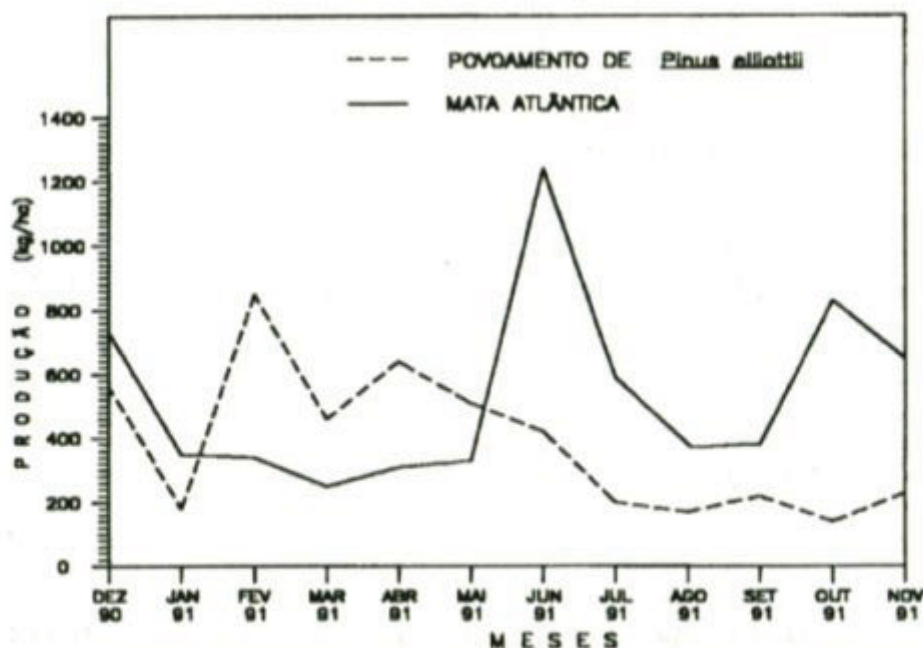


FIGURA 4: Dinâmica da produção média mensal de serapilheira da Mata Atlântica e do povoamento de *Pinus elliottii* (TOTAL).

O material foliar da Mata Atlântica apresentou os maiores valores de contribuição na maior parte do período, exceto nos meses de junho e julho/91 quando os valores foram menores de 60%. A fração caule contribuiu para a redução neste período. A contribuição da fração material reprodutivo na produção total de serapilheira foi mais acentuada nos meses de dezembro/90 e janeiro/91 (Figura 5).

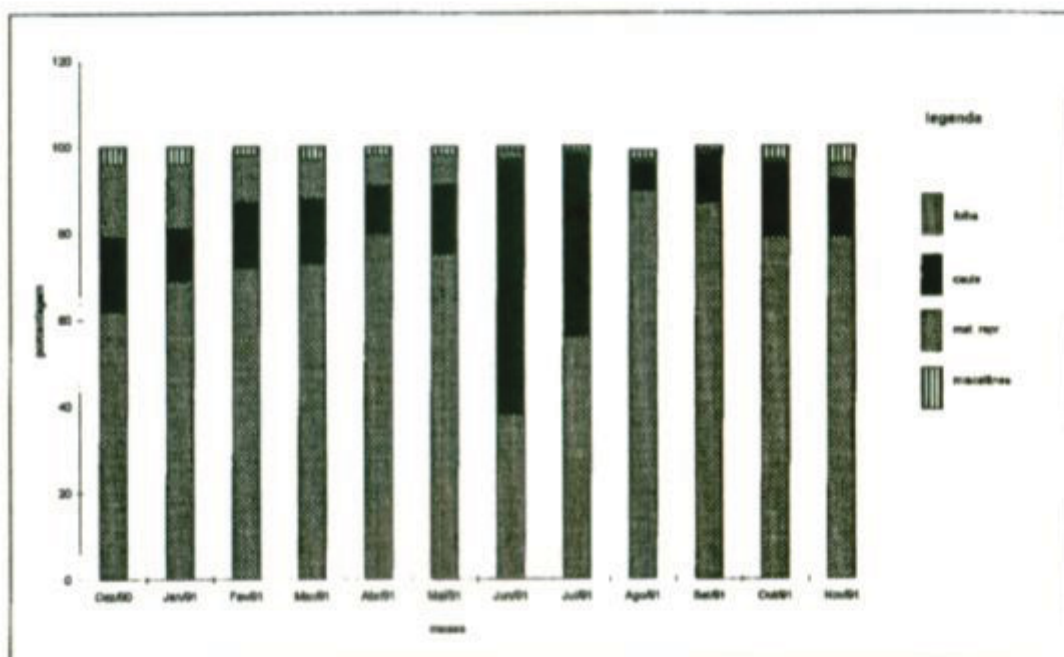


FIGURA 5: Contribuição de cada fração serapilheira produzida da Mata Atlântica (dezembro/90 a novembro/91): em porcentagem (%).

Já a contribuição do material foliar na produção total de serapilheira do povoamento de *P. elliotii* teve os maiores valores na maior parte do período, exceto nos meses de dezembro/90, agosto/91, setembro/91 e novembro/91, quando os valores de participação ficaram abaixo de 50%. O considerável aumento da participação da fração material reprodutivo na produção total de serapilheira contribuiu para redução da participação do material foliar nestes meses (Figura 6).

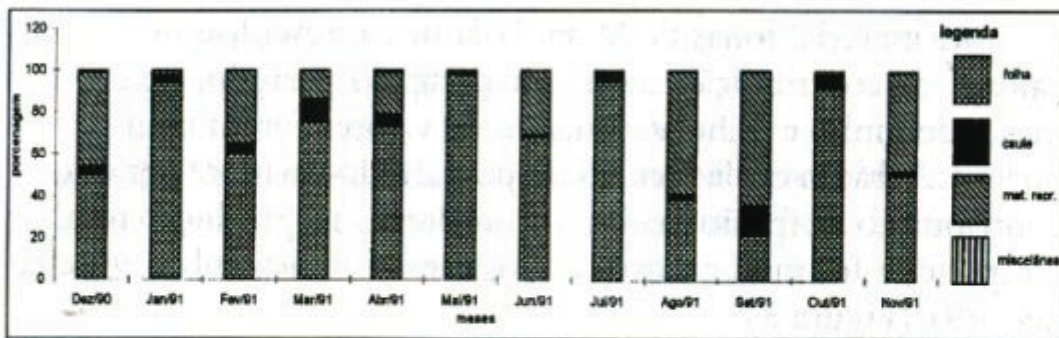


FIGURA 6: Contribuição de cada fração serapilheira produzida no povoamento de *P. Elliottii* (dezembro/90 a novembro/91): em porcentagem (%).

Discussão

Produção total anual de serapilheira

A produção de serapilheira, em florestas tropicais úmidas, varia entre 6 e 12 ton/ha.ano (Bray e Gorham, 1964; Golley et al., 1978; Proctor et al., 1983), sendo que um mesmo tipo de floresta pode apresentar diferentes valores de produção dependendo principalmente do estágio sucessional (Ewell, 1976), condições ambientais (Bray e Gorham, 1964; Domingos et al., 1990), altitude (Reiners e Lang, 1987). A produção total de serapilheira da Mata Atlântica obtida neste estudo ($6,37 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) está dentro dos valores estimados para este tipo de formação vegetal e, também, próximo do valor previsto por Bray e Gorham (1964) para a latitude de 27°S , que é de, aproximadamente, $7 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Este valor está próximo dos valores obtidos para a Floresta Amazônica, porém difere dos valores apresentados nos estudos realizados em Mata Atlântica, exceto o de Sampaio et al. (1988). Difere também dos valores apresentados na maioria dos estudos realizados em Mata Mesófila Semidecídua, exceto o de Schlittler et al. (1993) (Tabela 2).

TABELA 2 – Produção de serapilheira em florestas tropicais do Brasil (ton.ha⁻¹.ano⁻¹):

Floresta	Local	Latitude	Prod.**	Autor (es)
Amazônica (terra-firme)	Manaus-AM	3° S	7,30	Klinge e Rodrigues (1968)
Amazônica (inundável)	Manaus-AM	3° S	6,80	Adis et al. (1979)
Amazônica (terra-firme)	Tucuruí-PA	3° S	6,65	Silva (1984)
Amazônica (terra-firme)	Manaus-AM	3° S	6,07	Luizão e Schubart (1987)
Amazônica (terra-firme)*	Manaus-AM	3° S	5,04	Dantas e Phillipson (1989)
Mata Atlântica*	Recife-PE	8° S	6,40	Sampaio et al. (1988)
Mata Atlântica*	Tijuca-RJ	23° S	8,87	Oliveira e Lacerda (1988)
Mata Atlântica*	Guarujá-SP	24° S	7,93	Varjabedian e Pagano (1988)
Mata Atlântica*	Cubatão-SP	24° S	4,46	Leitão Filho (1993)
Mata Atlântica*	Paranapiacaba-SP	24° S	3,81	Domingos et al. (1990)
Mata Atlântica*	Orleans-SC	28° S	10,55	Santos (1997)
Mata mesófila semidecídua	Rio Claro-SP	22° S	8,54	Pagano (1989)
Mata mesófila semidecídua	Teodoro Sampaio-SP	22° S	6,56	Schlittler et al. (1993)
Mata mesófila semidecídua	Anhembi-SP	23° S	8,80	Cesar (1993)
Mata mesófila secundária	Araras-SP	23° S	11,59	Diniz (1987)
Mata Atlântica*	Florianópolis-SC	27° S	6,37	este estudo

* = formação secundária . ** = Produção.

A produção de serapilheira total do povoamento de *P. elliotii* deste estudo (4,60 ton.ha⁻¹.ano⁻¹), difere um pouco do valor previsto por Bray e Gorham (1964). Este valor é muito inferior aos obtidos por Delliti (1982; 1984), em povoamento de *P. elliotii* de Moji-Guaçú (SP). A deficiência hídrica mais pronunciada, registrada pelo autor citado e o fator latitude, poderiam explicar os valores superiores de produção de serapilheira em relação a este estudo. Entretanto, este valor está próximo aos obtidos por Gholz et al. (1985), na Flórida (E.U.A.) (Tabela 3), provavelmente, por aspectos semelhantes, tais como latitude (25 a 32°N), clima (subtropical), idade do povoamento e a espécie vegetal estudada

(*P. elliottii*), poderiam explicar esta proximidade de valores. Segundo Golfari (1967), as condições edafo-climáticas da Flórida são adequadas para *P. elliottii*.

TABELA 3 – Produção de serapilheira em povoamentos de *P. elliottii* do Brasil e do mundo (ton.ha⁻¹.ano⁻¹):

Idade	Local	Latitude	Produção	Autor (es)
15 – 35 anos	Flórida (E.U. A.)	25-32° N	4,99	Gholz et al. (1985)
14 – 16 anos	São Paulo (Brasil)	22° S	6,90	Delliti (1982)
14 – 16 anos	São Paulo (Brasil)	22° S	7,06	Delliti (1984)
23 anos	Santa Catarina (Brasil)	27° S	4,60	este estudo

A contribuição foliar da Mata Atlântica obtida (66,7 %), está de acordo com a faixa estimada por Bray e Gorham (1964), ou seja, em torno de 62,4%. Esta porcentagem é semelhante a obtida por Varjabedian e Pagano (1988), em Mata Atlântica de Encosta, que foi 63,58% e também semelhante as obtidas para Mata Mesófila Semidecídua, que foram 62,04% (Diniz, 1987), 66,32% (Pagano, 1989) e 64,54% (Cesar, 1993).

Já a contribuição do material foliar do povoamento de *P. elliottii* obtida (67,8%), difere muito do valor apresentado por Delliti (1982), que foi de 90,5%, mas está próximo da faixa estimada por Bray e Gorham (1964) que é em torno de 62,4%.

A produção total anual de serapilheira da Mata Atlântica foi 38% maior que a do povoamento de *Pinus elliottii*. Segundo Delliti (1982), a maior produção de serapilheira das florestas de angiospermas tropicais, pode estar relacionada à maior complexidade estrutural e florística desses ecossistemas e à conseqüente maior eficiência no aproveitamento dos recursos ambientais. Espécies e comunidades vegetais de angiospermas diferem quanto às necessidades nutricionais, sendo que são muito mais exigentes do que as de gimnospermas. A queda das folhas e de outros órgãos constitu-

em-se em drenos de energia e de nutrientes que a vegetação sofre devido aos fatores de tensão ambiental. Por suas características, a Mata Atlântica deve utilizar com maior eficiência os recursos nutricionais do que o povoamento de *Pinus* (Delliti, 1995). Além disso, a maior densidade vegetal da Mata Atlântica em relação ao plantio de *P. elliottii* pode ter influído nestes valores.

A Mata Atlântica é um sistema bastante sensível, com condições favoráveis para altos índices de fotossíntese, temperatura e umidade; nela ocorre um ciclo de água bastante intenso que influencia, não só o balanço hídrico das bacias hidrográficas, como também a ciclagem de nutrientes (Leitão Filho, 1993).

Variação da produção de serapilheira total

A produção de serapilheira nas diferentes épocas depende do tipo de vegetação considerado (Leitão Filho, 1993), desde a queda total do material, em floresta decíduas típicas, até o fluxo contínuo de serapilheira da biomassa aérea vegetal para o solo, em florestas sempre-verdes, sendo comuns os ecossistemas que apresentam produção o ano todo, com períodos de maior ou menor intensidade, relacionados a fatores ambientais e genéticos (Delitti, 1995).

A sazonalidade de produção de serapilheira reflete estratégias de resistência às tensões ambientais associadas ao aproveitamento máximo dos recursos disponíveis (Jackson, 1978). Neste estudo, também foi verificada nítida sazonalidade, já que o povoamento de *P. elliottii* teve aumento de produção total de serapilheira em meses de deficiência hídrica (fevereiro e abril/91), enquanto que Mata Atlântica não apresentou aumento de produção neste período (Figura 4). Isto sugere que estes dois ecossistemas tiveram respostas diferentes, diante de um ou mais fatores ambientais. A área de estudo da Mata Atlântica apresenta uma vegetação em estágio avançado de sucessão secundária, com espécies de diferentes padrões fenológicos, podendo refletir na produção apre-

sentada. Leitão Filho (1993) discute também a relação do estágio sucessional e da fenologia das espécies com o padrão de produção de serapilheira. Já o povoamento de *P. elliottii*, por ser de espécie exótica e de composição homogênea, apresenta uma fenologia totalmente diferente.

Estudos realizados em ecossistemas tropicais mostraram que produções elevadas de serapilheira, na maioria dos casos, ocorreram no período de seca tanto em Floresta Amazônica (Silva, 1984; Luizão e Schubart, 1987) quanto em Mata Mesófila Semidecídua (Pagano, 1989; Cesar, 1993; Schlittler et al., 1993). Na Mata Atlântica deste estudo, não foram observadas coincidências entre o período de produção elevada de serapilheira e o período de deficiência hídrica (Figuras 3 e 4). Varjabedian e Pagano (1988) também não observaram esta coincidência, mas sim uma leve tendência no sentido inverso. Esse comportamento é semelhante ao encontrado por Jackson (1978) para a fração foliar, em mata subtropical úmida, no Espírito Santo, sendo que nesta região a estação seca é melhor definida. Santos et al. (1984) apud Pagano (1989) levantam a hipótese de que determinados parâmetros vitais à manutenção de ecossistemas terrestres não são afetados por condições climáticas que diferem das condições normais, estratégias essas adquiridas através de um processo evolutivo dos ecossistemas. Em razão de não ser observado este fato em outros estudos em Mata Atlântica, é possível que esta formação vegetal não apresente elevação de produção de serapilheira como padrão fenológico de resposta à condições de deficiência hídrica, mesmo em períodos curtos, ou é possível que ela tenha outros mecanismos adaptativos que reduzem os efeitos sofridos com a deficiência de água. É válido ainda ressaltar que Varjabedian e Pagano (1988) atribuem esta ausência de sazonalidade ao curto período de experimento (um ano), caso semelhante nesse estudo.

Já o povoamento de *P. elliottii* apresentou produções elevadas de serapilheira nos meses em que houve deficiência hídrica no solo, em fevereiro e abril/91, exceto em julho/91 (Figuras 3 e 4).

Delliti (1982), em povoamento de *P. elliotii* em Mogi-Guaçú (SP), também observou esta tendência na produção elevada em períodos de deficiência hídrica e explicou que esta inversão das curvas de produção de serapilheira e da precipitação reflete uma estratégia de minimização dos efeitos da escassez hídrica. O autor citado verificou produções elevadas de serapilheira no outono, período em que a estiagem é mais prolongada na região de Mogi-Guaçú. Golfari (1967) salientou que a deficiência hídrica no período invernal é uma condição limitante para *P. elliotii*, principalmente, em períodos prolongados de deficiência hídrica, já que esta espécie é oriunda de uma região onde não há deficiência hídrica. Provavelmente, por este motivo, não foi verificado aumento de produção de serapilheira, em julho/91, já neste período o déficit hídrico teve curta duração. A condição edáfica, provavelmente, também contribuiu para esta baixa produção de serapilheira diante da escassez hídrica, já que o solo é arenoso, proporcionando o restabelecimento imediato da água subterrânea em consequência das chuvas que ocorreram nos meses posteriores. Além disso, Golfari (1967) relatou que *P. elliotii* é uma espécie que suporta bem os frios amenos, sendo que a presença de condições inverniais representa uma necessidade muito importante para seu estabelecimento.

Produções elevadas de serapilheira na Mata Atlântica ocorreram na primavera (dezembro/90, outubro/91 e novembro/91), onde as temperaturas não foram tão pronunciadas. A produção total de serapilheira neste ecossistema não apresentou nenhuma relação com períodos de maior ou menor temperatura. Não foram registrados períodos com temperaturas extremas, nem no inverno, nem no verão na região de estudo, o que, provavelmente, explica este fato. Isto pode ser corroborado por Leitão Filho (1993) que relata para a região de Mata Atlântica de Encosta a não ocorrência de temperaturas extremas que possam induzir alterações substanciais nos ritmos fenológicos. Já estudos efetuados em Matas Mesófilas Semidecíduas do Estado de São Paulo (Diniz, 1987; Pagano, 1989; Cesar, 1993; Schlittler et al., 1993) apontam picos

máximos de produção de serapilheira nos meses de agosto e setembro com eventual ocorrência de geada. Isto evidencia as características fenológicas próprias das diferentes formações vegetais frente às situações climáticas.

O povoamento de *P. elliottii* apresentou os maiores valores de produção total de serapilheira nos meses mais quentes (dezembro/90; fevereiro a abril/91). Além disto valores menores de produção foram verificados tanto em meses mais frios (junho a setembro/91), quanto meses mais quentes (janeiro/91, outubro/91 e novembro/91). Isto mostra que a temperatura elevada, provavelmente, não é um fator isolado que contribuiu para elevação da produção de serapilheira nos meses de fevereiro e abril/91. O aumento de produção de serapilheira está relacionado com períodos de temperatura elevada associados a baixa pluviosidade. Talvez seja por isto que janeiro/91 não apresentou produção elevada de serapilheira, pois era um período de disponibilidade hídrica no solo. Já que esta espécie é proveniente de um região de inverno com temperaturas negativas, a geada poderia favorecer a queda foliar (Golfari, 1967). Segundo Levitt (1972) a maior queda de serapilheira, durante o período de inverno pode estar relacionada à redução de metabolismo, que torna estes vegetais mais resistentes aos rigores de inverno. Delliti (1982) constatou períodos de maior produção em períodos de frio rigoroso (geada). Entretanto, na região deste estudo não foram observados períodos de temperaturas rigorosas, o que, provavelmente, explica a ausência de maior produção de serapilheira no povoamento de *P. elliottii*, nos meses de inverno.

Já outros trabalhos, em florestas tropicais e subtropicais, correlacionaram picos de produção de serapilheira com períodos de maior pluviosidade (Jackson, 1978; Domingos et al., 1990). Neste estudo, os meses de maior produção total de serapilheira da Mata Atlântica não coincidiram com os meses de maior pluviosidade, exceto em novembro/91 (Figuras 3 e 4). Varjabedian e Pagano (1988), apesar de observarem uma leve tendência no

aumento de produção em períodos chuvosos, explicam que a falta de correlação entre a intensidade pluviométrica e a produção mensal de serapilheira é, provavelmente, devido à proximidade do oceano que influencia as oscilações mensais do regime pluviométrico, tornando difícil a delimitação de estações mais ou menos chuvosas. No período de estudo não foram observadas estações definidas e prolongadas de maior ou menor intensidade pluviométrica (Figura 3), o que também pode explicar a ausência de relação direta ou inversa com a produção de serapilheira da Mata Atlântica.

Produções elevadas de serapilheira total, no povoamento de *P. elliotii*, ocorreram tanto em períodos de menor quanto de maior pluviosidade. A produção elevada nos meses de fevereiro e abril/91, provavelmente, não se devem exclusivamente aos baixos índices pluviométricos registrados, mas à interação destes com a elevada evapotranspiração potencial ocorrida no período, tornando o balanço hídrico negativo (Figuras 3 e 4). De fato, as plantas tendem a restringir a transpiração para a economia interna de água (Larcher, 1977), sendo a abscisão foliar uma estratégia para reduzir o consumo de água (Levitt, 1972).

O solo argiloso, por ter maior capacidade de retenção de água nos períodos de disponibilidade e por permitir um lento esgotamento de água em períodos de restrição (Daubenmire, 1974), pode ter contribuído para que a Mata Atlântica não apresentasse aumento na produção de serapilheira, no período de deficiência hídrica (Figuras 3 e 4). Como este período de seca foi relativamente curto, o solo, provavelmente, armazenou um restante de água do período anterior de chuva. Além disso, é provável que a queda de material foliar não seja um mecanismo fenológico de adaptação desta formação vegetal a períodos de deficiências hídricas, considerando que a Mata Atlântica é uma floresta densa e latifoliada, características estas que não refletem uma tendência adaptativa de seus representantes a economizar água.

A complexidade estrutural e padrões fenológicos da Mata Atlântica correspondem, positivamente, na sua capacidade de manutenção frente aos tensores ambientais, principalmente, aos períodos de deficiência hídrica. Porém, esta condição, pode contribuir para aumentar a sua vulnerabilidade, na medida em que ocorra perda de sua cobertura vegetal, o que pode levar a um rápido desequilíbrio, sendo este, às vezes, irreversível .

A área foliar reduzida das acículas de *Pinus elliottii* permite à planta transpirar menos (Delliti, 1982) e, assim, consumir menos água do solo. Além disso, segundo Golfari (1967), esta espécie é oriunda de região com solos arenosos, e, por ter boa porosidade, permite que as raízes explorem um amplo setor. Todas estas vantagens permitem maximizar uma economia de água, evidenciando que esta planta é sensível à deficiência hídrica. Segundo o mesmo autor, *P. elliottii* é oriunda de uma região onde não há deficiência hídrica, já que em solos arenosos tal condição hídrica poderia ser desfavorável para esta espécie. Este solo, segundo Daubenmire (1974), apresenta menor capacidade de campo e, portanto, menor capacidade de retenção de água e maior taxa de infiltração, permitindo que a água penetre mais rapidamente e com pouca perda por escoamento. Este fato está evidenciado neste estudo, já que produções maiores ocorreram nos meses de deficiência hídrica (fevereiro e abril/91), além da produção total ter decaído logo após este período (Figuras 3 e 4). Além disso, o subosque tem também contribuição no balanço hídrico de campo, pois compete com o *Pinus elliottii* pela água.

É provável, portanto, que o povoamento de *Pinus elliottii*, embora esteja adaptada ao clima e ao solo da região, apresente produção elevada de serapilheira como um mecanismo de minimização dos efeitos da escassez hídrica diante do balanço hídrico negativo associada à temperaturas elevadas, condição esta, provavelmente, desfavorável para este ecossistema.

Em termos de aporte de matéria orgânica para a Lagoa da Conceição, é provável que a contribuição de *P. elliotii* seja menor em relação ao da Mata Atlântica e, de baixo valor nutritivo para as comunidades, pelo seu alto teor de resina e de polifenóis, podendo influenciar, negativamente, na qualidade de suas águas.

Os dados obtidos são pioneiros para a região e constituem-se numa importante contribuição, principalmente para a adoção de medidas de manejo destas duas formações vegetais, que são consideradas como unidades ambientais de preservação.

Referências bibliográficas

- Adis, J.; Furch, K.; Irmiler, U. 1979. Litter production of a Central-Amazonian, Brazil, black water inundation forest. **Trop. Ecol.**, 20 (2): 236-245.
- Allen, S.E.; Grimshan, H.M.; Parkinson, J.A.; Quarmby, C. 1974. **Chemical analysis of ecological materials**. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 565 pp.
- Bray, J.R.; Gorham, E. 1964. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol. Res.**, 2: 101-157.
- Caruso, M.M.L. 1983. **O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais**. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 159 pp.
- Cesar, O. 1993. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Rev. Bras. Biol.**, 53 (4): 671-681.
- Dantas, M.; Phillipson, J. 1989. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian "terra-firme" rain forest. **J. Trop. Ecol.**, 5 (1): 27-36.
- Daubenmire, R. F. 1974. **Plants and environment**. Wiley International Edition, Washington, USA, 422 pp.

- Delliti, W. B. C. 1982 . Aspectos dinâmicos da serapilheira de uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçú, SP). Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 130 pp.
- Delliti, W. B. C. 1984 . Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais da mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi-Guaçú, SP). Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 298 pp.
- Delliti, W. B. C. 1995. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. *In*: Esteves, F.A. (ed.). **Oecologia Brasiliensis. Vol. I: Estrutura, funcionamento e manejo de Ecossistemas Brasileiros.** UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, p. 469-486.
- Diniz, S. 1987. Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua no Município de Araras, SP. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil, 89 pp.
- Domingos, M.; Poggiani, F.; Struffaldi de Vuono, Y.; Lopes, M. I. M. S. 1990. Litter production in the forest of the Biological Reserve of Paranapiacaba, subjects to air pollution from Cubatão, SP (Brazil). **Hoehnea**, 17 (1): 47-58.
- Durigan, G.; Leitão Filho, H. F.; Pagano, S. N. 1996. Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do Estado de São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, 8 (2): 187-199.
- Ewell, J. J. 1976. Litterfall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **J. Ecol.**, 64: 293-308.
- Ferri, M. G. 1979. **Fisiologia vegetal.** Vol. 2 . 2. ed. EPU-EDUSP, São Paulo, 401 pp.
- Frenedo Soave, R. C.; Pagano, S. N. 1994. Aspectos da ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm. var.

- elliottii* aplicando-se diferentes técnicas de extração de resina – I: produção de serapilheira. **Arq. Biol. Tecnol.**, **37** (3): 703-709.
- Freyesleben, L. M. C. 1979. **Aspectos essenciais do ritmo climático de Florianópolis**. Tese de professor-adjunto, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 49 pp.
- Gholz, H. L.; Perry, C. S.; Cropper Jr, W. P.; Henory, L.C. 1985 . Litterfall, decomposition and nitrogen and phosphorus dynamic in a chronosequence of a slash pine (*P. elliotii*) plantations. **For. Sci.**, **31** (2): 463 – 478.
- Golfari, L. 1967. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el Estado de São Paulo. **Silvicultura de São Paulo**, **6**: 7 – 62.
- Golley, F. B.; Mc Ginnis, J. T.; Clements, R. G.; Child, G. I.; Duever, M. J. 1978. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. EPU-EDUSP, São Paulo, 256 pp.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1981. **Mapa da Região Sul do Brasil**. Rio de Janeiro, Brasil, Folha 56-22 Z, DVI/1 MI 2910/1.
- Jackson, J. E. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Montane Moist Forest. **Biotropica**, **10** (1): 38 – 42.
- Klinge, H.; Rodrigues, W. A. 1968. Litter production in an area of Amazonian Terra-firme forest – Part II: litterfall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. **Amazoniana**, **1** (4): 287- 302.
- Larcher, W. 1977. **Ecofisiologia vegetal** . Ediciones Omega, Barcelona, Espanha, 305 pp.
- Leitão Filho, H. F. (org.). 1993. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)**. Editora UNESP – Editora da UNICAMP, Campinas, 184 pp.
- Levitt, J. 1972. **Responses of plants to environment stress**. Academic Press, New York, U.S.A., 697pp.

- Luizão, F. J.; Schubart, H.O.R. 1987. Litter production and decomposition in terra-firme forest of Central Amazonia (Brazil). *Experientia* (Basel), **43** (3): 259-265.
- Meentemeyer, V.; Box, E.O.; Thompson, R. 1982. World patterns and amounts of terrestrial plant litter production. *Bio-Science*, **32**: 125-129.
- Oliveira, R. R.; Lacerda, L. D. 1988. Contaminação por chumbo na serapilheira do Parque Nacional da Tijuca – RJ. *Acta Bot. Bras. (supl.)*, **1** (2): 165-169.
- Orselli, L.; Silva, J. T. N. 1988. **Contribuição ao estudo do balanço hídrico em Santa Catarina**. Série didática Bioclimatologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 13 pp. mais anexos.
- Pagano, S. N. 1989. Produção de folheto em uma Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro – SP. *Rev. Bras. Biol.*, **49** (3):633-639.
- Panitz, C.M.N. 1997. Ecological description of the Itacorubi mangrove, Ilha de Santa Catarina, Brazil. *In*: Kjerve, B.; Lacerda, L. D.; Diop, El H. S. (eds). **Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa**. ISME, UNESCO, Paris, p. 204-223.
- Phillipson, J. 1969. **Ecologia energética**. Companhia Editora Nacional, EDUSP, São Paulo, 93 pp.
- Porto-Filho, E. 1993. **Sedimentometria e algumas considerações sobre a biogeoquímica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição, SC**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 346 pp.
- Proctor, J.; Anderson, J. M.; Chai, P.; Vallack, H. W. 1983. Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Saravak – II: litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. *J. Ecol.*, **71**: 261-283.
- Reiners, W. A.; Lang, G. A. 1981. Changes in litterfall along a gradient in altitude. *J. Ecol.*, **75** (3): 629-638

- Ribeiro, A. G. 1990. **Balanço hídrico**. Série Climatologia 1 (textos básicos), Universidade Estadual de Maringá, São Paulo, 63 pp.
- Sampaio, E. V. S. B.; Nunes, K. S.; Lemos, E. E. 1988. Nutrient cycling at Dois Irmãos forest (Recife, Pernambuco, Brazil) through litterfall. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **23** (10): 1055-1062.
- Santos, R. 1997. **Produção de serapilheira e decomposição foliar em um remanescente de Mata Atlântica**, Orleans, SC. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 78 pp
- Schlittler, F. H. M.; De Marinis, G.; Cesar, O. 1993. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema, SP. **Naturalia**, São Paulo, **18**: 135-147.
- Silva, M. F. E. 1984. Annual litter production and its mineral content in tropical forests: Tucuruí, Pará, Brazil. **Bol. Mus. Para Emilio Goeldi Ser. Bot.**, **1** (1/2): 111-158.
- Sommer, S.; Rosatelli, J. S. 1991. **Mapeamento temático do município de Florianópolis: Solos**. IBGE – IPUF, Florianópolis, 30 pp.
- Varjabedian, R.; Pagano, S. N. 1988. Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Guarujá – SP. **Acta Bot. Brasil (supl.)**, **1** (2): 243-256.
- Walter, H.; Harnickell, E.; Mueller-Dombois, D. 1975. **Climate diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the earth, supplement to the vegetation monograph**. Springer -Verlag, New York, 36 pp. and 9 maps.