

PRODUÇÃO DE FOLHEDO EM UMA FLORESTA COM *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* NO SUL DO BRASIL

Albano Backes
Andréa V. Fernandes
Débora J. Zeni*

Abstract

(Litterfall in a forest with Araucaria angustifolia in southern Brazil). The present work was carried out in São Francisco de Paula National Forest, located in the municipality of São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul State, Brazil, over the geographic coordinates 29°23 and 29°27S (Lat) and 50°23 and 50°25W (Long), and at the maximum altitude of 923m. The field works were carried out during the period of november 1996 and october 1998. The litter fall was evaluated by monthly collections in three sampling areas, two of which with *Araucaria angustifolia* native forest and one of *Araucaria angustifolia* cultivated forest with native underbrush. The average output in the native areas was of 7.250.00kg/hectares/year, and in the cultivated forest it was of 7.902.00kg/hectares/year. In the native forest areas, the average araucaria contribution was of 62.84%; the latifoliolate contribution was of 29.29%, and for the other material, 7.87%. In the cultivated forest the araucaria contribution was of 67.00%, the latifoliolate contribution was of 26.46% and the other material was of 6.54%.

The native forest presented, in average 16.766.58kg of litter accumulated per hectare and the cultivated forest presented 14.870.30kg/hectare. The accumulated material showed the following composition: material originated from the araucaria: 51.00%, from the latifoliolate: 12.09%, and miscellaneous: 36.91%. In the native forest areas, the araucaria contribution was of 49.51% in average; from the latifoliolate, 12,19%; and miscellaneous, 38,30%. The cultivated forest presented 53,20%; the latifoliolate, 12,50%; and miscellaneous, 34,30%. The material originated from the araucaria contains in average, 3.88% ash; the one from the latifoliolate contains 8.37%, and the miscellaneous,

* Laboratório de Ecologia Vegetal. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.
E-mail: lev@cirrus.unisinos.tcche.br

6.88%. The average ash content of the total litter is 6.24%. The decomposition coefficients are: for the native forest areas 0.99, and for the cultivated forest, 0.89.

Key-words – *Araucaria* forest; Litter production; Primary productivity.

Resumo

(Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil). O presente trabalho foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil, sobre as coordenadas 29°23 e 29°27S e 50°23 e 50°25W e a 923m de altitude máxima. Os trabalhos de campo foram realizados no período de novembro de 1996 a outubro de 1998. A queda do folheto foi avaliada por coletas mensais em três áreas de amostragem, duas com floresta nativa com *Araucaria angustifolia* e uma com floresta cultivada de *Araucaria angustifolia* com subosque de nativas. A produção média das áreas nativas foi de 7.250,00kg/ha/ano e a da floresta cultivada foi de 7.902,00kg/ha/ano. Nas áreas de floresta nativa, a contribuição da araucária foi, em média, de 62,84%, a das latifoliadas foi de 29,29% e a dos outros materiais foi de 7,87%. Na floresta cultivada a contribuição da araucária foi de 67,00%, das latifoliadas foi de 26,46% e outros materiais foi de 6,54%. A floresta nativa apresentou, em média, 16.766,58kg de folheto acumulado por hectare e a floresta cultivada 14.870,30kg/ha. O material acumulado apresentou a seguinte composição: material proveniente da araucária: 51,00%; latifoliadas:12,09% e miscelânea: 36,91%. Nas áreas de floresta nativa, a contribuição da araucária foi, em média, de 49,51%; a das latifoliadas foi de 12,19% e a miscelânea 38,30%. Na floresta cultivada a araucária contribuiu com 53,20%, as latifoliadas com 12,50% e a miscelânea com 34,30%. Os materiais provenientes da araucária contém, em média, 3,88% de cinza, o das latifoliadas 8,37% e a miscelânea 6,88%. O teor médio de cinza de todo o folheto é de 6,24%. Os coeficientes de decomposição são, para as áreas de floresta nativa, 0,99 e 0,89 para a floresta cultivada.

Palavras-chave: Florestas com araucária; produção de folheto; produtividade primária.

Introdução

As florestas com *Araucaria angustifolia* ocupavam, no Brasil, até o início da colonização, 200 mil km², aproximadamente, e apresentavam extensões diversas nos estados do sul do país. Segundo Lindmann (1974) a araucária é a maior de todas as árvores florestais do sul do Brasil. A densidade das araucárias é, geralmente, baixa (Roseira, 1990; Negrelle & Silva, 1992; Silverston & Longhi, 1988; Jarenkow & Baptista, 1987; Longhi, 1980) e conseqüentemente o interior desta floresta permanece menos denso, permitindo o desenvolvimento de um subosque de latifoliadas tropicais. Dessa maneira originaram-se florestas mistas com araucária, nas quais se distingue um estrato superior formado pelas araucárias e estratos inferiores formados por árvores, arvoretas, arbustos, samambaias arborescentes, lianas, epífitos e um estrato herbáceo. A composi-

ção do subosque destas florestas varia de uma região para outra (Reitz & Klein, 1966; Backes, 1988, 1999; Fernandes & Backes, 1998). A maior parte das pesquisas preocupou-se com os aspectos estruturais das florestas com araucária e um número menor com a funcionalidade das mesmas.

Britez *et alii* (1992) estudaram a produção de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, em S. Mateus do Sul, Paraná e Fernandes & Backes (1998) estudaram a produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul pela avaliação da produção de folheto, da decomposição de matéria orgânica e da produção de CO₂ pela degradação de matéria orgânica depositada sobre o solo florestal e a atividade biológica geral do solo.

Segundo Swift, Heal & Anderson (1979) o funcionamento de todo ecossistema está baseado na integração de três sub-sistemas: planta-herbívoro e decomponente, e a integridade do ecossistema é mantida pela contínua transferência de matéria e de energia entre esses três componentes. Em todos os ecossistemas climax, parte importante da produtividade primária é representada pelo folheto.

A produção e decomposição do folheto constitui o meio principal de transferência dos nutrientes para o solo, possibilitando, dessa maneira, seu reaproveitamento pelos vegetais vivos. Esta fase da reciclagem dos elementos inorgânicos compreende também a maior parcela do fluxo de energia e, dessa maneira, segundo Charley & Richards, *apud* Delitti (1984) a serapilheira constitui o sítio de interação mais intensa entre a ciclagem dos elementos químicos inorgânicos e a transferência de energia. Dessa maneira o conjunto solo/folheto funciona como um controle por onde passam os elementos absorvidos pelos produtores e a maior parte da energia por eles fixada. A razão da ciclagem dos nutrientes e do fluxo de energia no complexo solo/folheto condiciona a capacidade de produção do ecossistema, sobretudo quando os recursos minerais são reduzidos ou quando a decomposição for limitada por fatores ambientais extremos (*ibidem*). Os fluxos de nutrientes são considerados, muitas vezes, como sendo anuais, mas muitos deles são de ciclo mais curto, ao passo que outros apresentam o ciclo muito mais longo (Remezov, 1959 *apud* Delitti, 1984).

A avaliação dos níveis e fluxos de nutrientes do sistema solo/folheto, permite estabelecer comparações precisas e confiáveis entre diferentes tipos de ecossistemas, como foi comprovado por Jenny *et alii*, 1949; Golley *et alii*, 1978; Carpanezzi, 1980; Luizão, 1982; Mello & Porto, 1997, entre outros.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada no município de São Francisco de Paula, RS, Brasil, entre as coordenadas 29°24' e 29°27'S e 50°22' e 50°25'W. A Floresta Nacional foi implantada a partir de 1945, numa área inicial de 885,01ha e com a denomi-

nação de *Estação Florestal de Morrinhos*. A finalidade primordial foi o cultivo de *Araucaria angustifolia*, visando o incentivo florestal. A partir de 1975 passou para a denominação atual. Hoje a floresta compreende 1.606ha de área total ocupados com cultivos de *Araucaria*, de *Pinus* spp e áreas de preservação. A altitude máxima na área da floresta é de 923m.

Nesta área foram desenvolvidos estudos de produção mensal de folheto, de folheto acumulado e de decomposição de folheto.

As coletas mensais de folheto foram feitas com o auxílio de 36 coletores padronizados de 0,20m² de área cada um. Visando um estudo comparativo entre a floresta nativa e a floresta cultivada, as coletas foram feitas simultaneamente em três áreas distintas, sendo duas de floresta nativa com *Araucária angustifolia* e uma de cultivo de *Araucaria angustifolia*, implantado em 1946. Os coletores foram distribuídos, simetricamente, doze a doze, por um hectare de floresta, em cada uma das três áreas de estudo. Os coletores foram construídos à base de uma armação metálica, com fundo de tela de polietileno com malha de 1mm. Durante o período de coleta, os coletores permaneceram suspensos por suportes, 30cm acima do solo.

O material recolhido foi secado em estufa a 60°C até peso constante. A seguir foi separado em três porções, uma compreendendo o folheto proveniente da araucária, a outra, o material originado pelas espécies latifoliadas e uma terceira porção, denominada de outros materiais. As duas primeiras porções foram separadas em *folhas ou acículas, ramos e reprodutivos*. A porção, outros materiais, compreendia *cascas, musgos e líquens, finos e miscelânea*. Cada fração foi pesada, separadamente, em balança de precisão.

O estudo do folheto acumulado foi feito pela coleta mensal de três amostras, em cada área de estudo, do folheto total acumulado em áreas de 0,25m², escolhidas aleatoriamente num hectare de floresta. O material recolhido foi secado em estufa a 60°C até peso constante. Durante um ano, uma amostra de cada área foi separada em três porções, uma compreendendo o folheto originado pela araucária, a outra incluía todo o material originado pelas espécies latifoliadas e a terceira compreendia outros materiais. As duas primeiras porções foram separadas em *folhas, ramos e reprodutivos*. A última compreendia *cascas, musgos e líquens, finos e miscelânea*. As frações foram pesadas, separadamente, em balança de precisão.

A taxa de decomposição de folheto (K) foi calculada segundo a equação de Olson (1963), considerada adequada para situação de equilíbrio dinâmico (Varjabedian & Pagano, 1988):

$$K^* = \frac{L}{X_{ss}}$$

K = Coeficiente de decomposição de resíduos vegetais

L = Produção anual de folheto por área

X_{ss} = Média anual de folheto acumulado sobre a superfície do solo

O valor de K foi calculado também em função da perda de peso da fração foliar, segundo Jenny *et alii* (1949) e Olson (1963).

$$K = -\ln(1 - K'), \text{ sendo } K' = \frac{\Delta t}{X_0}$$

Δt = Quantidade de material perdido no tempo Δt

X_0 = Quantidade inicial de material foliar

O tempo médio de renovação do folheto foi calculado pela equação de Olson (1963):

$$T_{50\%} = \frac{0,6931}{K^*}$$

K^* = Pela equação de Olson (1963) do equilíbrio dinâmico

Para determinar a taxa de decomposição e o tempo médio de renovação foram utilizadas 60 bolsas de tela de polietileno (25 x 30cm), com malha de 1mm. Vinte bolsas foram distribuídas aleatoriamente em cada área de estudo. Em cada bolsa foram colocadas 25g de folhas recém caídas (peso seco). As bolsas com as folhas foram colocadas sob o folheto acumulado no solo da floresta. De três em três meses foram recolhidas cinco bolsas em cada área, contendo o material em decomposição. Em laboratório, o material de cada bolsa foi seco em estufa a 60°C, e, em seguida, pesado em balança de precisão.

Os dados de clima foram obtidos junto ao 8º Distrito do Departamento Nacional de Meteorologia, do Ministério da Agricultura, e correspondem à estação de São Francisco de Paula, distante 20km da Floresta Nacional e referem-se a um período de 31 anos.

O teor de constituintes minerais (cinza) de cada fração de folheto, foi determinada por incineração de material seco, em forno elétrico, tipo mufla, a 500°C.

Resultados e Discussão

O clima da região é, segundo a classificação de Koeppen, do tipo Cfb, isto é, subtropical, com influência dominante da configuração territorial (C), úmido, com precipitação uniformemente distribuída ao longo do ano (f) e verão brando (b), característico do Planalto das Araucárias, no Rio Grande do Sul.

Segundo os dados do 8º Distrito do Departamento Nacional de Meteorologia, do Ministério da Agricultura, o clima de São Francisco de Paula é úmido

(em média 83,9%), com precipitação pluviométrica anual de 2.252mm, cuja máxima, em 24 horas, foi de 136,1mm. As médias mensais foram superiores a 100mm e as máximas ocorreram durante o equinócio da primavera. A temperatura média compensada foi de 14,5°C, a média das máximas foi de 20,3°C e a média das mínimas foi de 9,9°C. A máxima absoluta foi de 34°C e a mínima absoluta foi de -6,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro e durante seis meses as médias das mínimas são iguais ou inferiores a 10°C. As geadas são freqüentes podendo nevar nos invernos mais rigorosos. O clima da região é, portanto, do tipo mesotérmico, super-úmido, com verão suave e inverno frio. Devido à altitude e proximidade com a borda da Serra Geral, a região é afetada por intensos e freqüentes nevoeiros. Os ventos predominantes foram E/SE/NE (IBDF, 1983; Fernandes & Backes, 1998) Fig.1.

A produção média anual de folheto nas áreas de floresta nativa, em dois anos de coleta, foi de 7.250,00kg/ha/ano, e na floresta cultivada foi de 7.902,00kg/ha/ano. A maior produção, 8.390,00kg/ha/ano, foi registrada em uma das áreas nativas e a menor, 5.354,00kg/ha/ano, foi obtida na outra área nativa. O trabalho teve também a preocupação de demonstrar a contribuição de *Araucaria angustifolia*, como espécie dominante, na produção do folheto total. A contribuição média da araucária, em todas as áreas estudadas, foi de 64,60%. Nas áreas de floresta nativa a araucária contribuiu com 62,84% e na cultivada foi de 67,00%. A contribuição geral das espécies latifoliadas foi de 28,28%, sendo que nas áreas de floresta nativa as latifoliadas contribuíram com 29,29% e na floresta cultivada 26,46%. Os demais materiais, como *cascas*, *musgos* e *líquens*, *finos* e *miscelânea*, corresponderam a 7,12% (Fig.02-03-04).

Analisando a contribuição da araucária, em todas as áreas, a fração *folhas* correspondeu a 63,10% da contribuição total da araucária, sendo que nas áreas de floresta nativa, foi de 62,38% e na floresta cultivada, foi de 64,55%. A fração *ramos* contribuiu com 25,34%, sendo que nas áreas de floresta nativa foi de 26,75% e na floresta cultivada foi de 23,94%. A fração *reprodutivos* foi de 11,18%, sendo que nas áreas de floresta nativa foi de 10,86% e na floresta cultivada foi de 11,50%.

Em relação às latifoliadas, obteve-se os seguintes resultados: a fração *folhas* correspondeu, em todas as áreas estudadas, a 73,64% da contribuição total das latifoliadas. Na floresta nativa esta fração contribuiu com 70,76% e na floresta cultivada com 76,52%. A fração *ramos* contribuiu com 21,43%, sendo que na floresta nativa foi de 22,06% e na floresta cultivada 20,81%. Os *reprodutivos* contribuíram com 3,06%, sendo que nas áreas de floresta nativa foi de 3,47% e na cultivada 2,66%.

Entre os demais materiais, a fração *miscelânea* representou mais de 50% do total de *outros materiais*. As *cascas* representaram mais de 35%. Nas áreas de floresta nativa, foi comum a presença de *musgos* e *líquens*, nos coletores.

A produção média anual de folheto, obtida na presente pesquisa, está próxima aos valores máximos estimados por Bray & Gorham (1964) para a latitude de 29°27'S. A produção na Floresta Nacional foi superior à produção

anual obtida por Koehler *et alii* (1988) em estudos em três sítios no Paraná, onde estimaram 5,8t/ha/ano para sítio de boa qualidade, 6,4t/ha/ano para o sítio médio e 5t/ha/ano para sítio ruim. Foram igualmente superiores aos obtidos por Brites *et alii* (1992) para uma floresta de araucária localizada em São Mateus do Sul, Paraná, a 25°52'S (6.526,7kg/ha/ano). Foi também superior à registrada por Fernandes & Backes (1998) para uma área de floresta nativa com araucária na mesma Floresta Nacional (5,9t/ha/ano). Com exceção de uma área, nas demais a maior produção ocorreu durante a primavera, o que está de acordo com Brites *et alii* (1992). O que estes autores atribuem ao aumento da pluviosidade e da temperatura e à presença de espécies decíduas, semidecíduas e mesmo perenifólias. No entanto, salientam que ocorreram fortes geadas com conseqüente queima da copa, dando início a uma transição abrupta na queda de serapilheira. Segundo Fernandes & Backes (1998) a produção de folheto na Floresta Nacional não apresentou diferenças significativas entre as estações do ano, o que, sem dúvida, caracteriza a adaptação da vegetação ao clima.

Analisando dados referentes à zona temperada fria do hemisfério norte, Bray & Gorham (1964), chegaram à conclusão que as coníferas situam-se 17 a 8% acima das latifoliadas, quanto ao total de material orgânico depositado. No presente estudo essa diferença foi sempre superior a 30%.

A média anual de produção de folhas, tanto da araucária (63%), como das latifoliadas (73%) em relação à produção total de folheto, está de acordo com as estimativas de Bray & Gorham (1964) que foi de 62%, mas foram inferiores aos resultados registrados por Koehler *et alii* (1988) em três sítios com plantios de araucária, nos quais obtiveram percentagens de peso das folhas 73, 75 e 80% do peso total do folheto.

A maior queda de folhas de araucária ocorreu durante os meses de verão e a maior queda de folhas de latifoliadas, ocorreu durante a primavera. A queda de ramos de araucária foi, em média, da ordem de 25,34%. A maior queda, nas áreas de floresta nativa, ocorreu durante os meses de verão e na floresta cultivada, durante os meses da primavera. A fração *ramos* de latifoliadas não apresentou sazonalidade mais evidente.

As estruturas reprodutivas da araucária apresentaram sazonalidade marcante. Um período caracterizou-se pela queda de estruturas reprodutivas femininas alcançando seu auge durante o outono e se estendendo com menor intensidade durante o inverno. Um segundo período caracterizou-se pela queda de estruturas reprodutivas masculinas. Este atingiu seu auge durante a primavera e estendeu-se ao verão.

Segundo Fernandes & Backes (1998), em pesquisa realizada na mesma Floresta Nacional, "pode-se observar alguns dados importantes referentes à ecologia das florestas mistas com *Araucaria angustifolia*. A contribuição das araucárias na serapilheira é maior que a contribuição do restante da vegetação tanto para estruturas vegetativas como reprodutivas. Entretanto, os períodos de maior queda de material são diferenciados". Enquanto que, no verão e outono a contribuição da araucária varia de 85-67%, no inverno e primavera varia

70-46%. Inversamente as latifoliadas contribuem com 33-15% durante o verão e outono e 54-30% durante o inverno e primavera.

O resultado da coleta mensal, durante dois anos de folheto acumulado, em áreas de floresta nativa com araucária, foi de 16.766,58kg/ha e na floresta cultivada foi de 14.870,30kg/ha. Para as áreas de floresta nativa, o maior valor encontrado foi de 31.834,00kg/ha e o menor foi de 9.400kg/ha e na floresta cultivada o valor mais alto foi de 30.910,00kg/ha e o mais baixo foi de 9.410,00kg/ha.

A análise do folheto acumulado revelou a seguinte composição: a *araucária* contribuiu, em média, com 49,51%, as *latifoliadas* com 12,19% e *outros materiais*, incluindo *cascas, raízes, musgos e líquens, miscelânea e finos*, contribuíram com 38,30%, em média. Entre os *outros materiais*, destacaram-se a fração *miscelânea* (48,19%), seguida pela fração *finos* (31,13%) e *cascas* (14,39%); as demais frações representaram menos de 7%. Na floresta cultivada, a contribuição da araucária foi de 53,20%, superior, portanto, ao da floresta nativa. As latifoliadas contribuíram com 12,50%, igualando-se à das florestas nativas e a fração *outros materiais* contribuiu com 34,20% (Fig.05 - 06 - 07).

O levantamento bibliográfico revelou que, até o momento, nenhum trabalho relativo ao folheto acumulado, foi realizado nas florestas com *Araucaria angustifolia*. Existem informações relativas a outras fitocenoses brasileiras. Meguro *et alii* (1979) estimaram em 6.655kg/ha de folheto acumulado em uma mata mesófila secundária, em São Paulo; Delitti (1984) estimou em 9,5 a 12,5t/ha o folheto acumulado sobre o solo da mata e 8,0 - 13,5t/ha sobre solo de cerrado. Diniz (1987) estimou em 8.250,5kg/ha o folheto acumulado para uma mata mesófila semidecídua, em Araras, São Paulo. Varjabedian & Pagano (1988) avaliaram o folheto acumulado num trecho de mata atlântica de encosta, em Guarujá, São Paulo, sendo que os valores obtidos variaram entre 7.500-15.500kg/ha. Estes valores foram considerados altos em comparação à maioria dos ecossistemas tropicais. Pagano (1989) avaliou em $5.713,00 \pm 980,3\text{kg/ha}$, o folheto acumulado numa mata mesófila semidecídua em Rio Claro, São Paulo. Leitão Filho *et alii* (1993) determinaram em três áreas de mata atlântica, em Cubatão, o folheto acumulado e obtiveram valores que variaram de $3.943,53 \pm 553,84\text{kg/ha}$ a $5.803,38 \pm 721,69\text{kg/ha}$.

Os valores estimados pela presente pesquisa estão muito acima dos registrados para as fitocenoses tropicais. Variaram de 16.766,5kg/ha a 20.602,9kg/ha nas áreas de floresta nativa com araucária e para a floresta cultivada foi de 14.870,3kg/ha. Do total de folheto acumulado, aproximadamente 50% do material recolhido foi originado pela araucária. Segundo Fernandes & Backes (1998), que analisaram a decomposição de celulose pura, em uma área de floresta nativa, da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, e contrariamente ao que acontece nas formações tropicais, os processos de decomposição, nas condições das áreas pesquisadas, são influenciados pelas variações sazonais da temperatura, sendo acelerados durante os meses mais quentes, e desacelerados durante os meses mais frios. No entanto, a queda de folheto é

contínua durante todo o ano e, em consequência, aumenta o acúmulo do mesmo sobre o solo florestal.

O valor do coeficiente de decomposição do folhedo, para condições de equilíbrio dinâmico, foi $K = 0,46$ para áreas de floresta nativa com araucária e $K = 0,53$ para áreas de floresta cultivada. Os coeficientes K e K' , calculados em função da perda de peso da fração folhas foram, para áreas de floresta nativa $K = 0,99$ e $K' = 0,63$ e para a floresta cultivada $K = 0,80$ e $K' = 0,59$. As percentagens médias de perda de peso do material das bolsas, em função do tempo, podem ser conferidas na Tabelas 01 e 02. O tempo médio de renovação do folhedo foi de 547 dias para a floresta nativa e 474 dias para a floresta cultivada. Estes valores estão próximos aos obtidos pela decomposição da fração *folhas* nas bolsas que, num ano, perderam 62,96% e 58,92% em floresta nativa e floresta cultivada, respectivamente.

Os valores de K para as condições de equilíbrio dinâmico, revelaram a lentidão dos processos de decomposição, tanto na floresta nativa como na floresta cultivada. A diferença acentuada entre os coeficientes calculados em função do folhedo produzido e acumulado ou em função da perda de peso da fração *folhas* é devido ao fato de que os primeiros (0,46 e 0,53) correspondem à decomposição do folhedo total, mais complexo e os mais altos (0,99 e 0,89) correspondem à decomposição da fração *folhas*, tão somente, cuja degradação tende ser mais rápida.

Não foi encontrado nenhum dado referente aos coeficientes de decomposição em florestas com araucária. Existem dados referentes a outras formações, sobretudo fitocenoses tropicais que permitem estabelecer comparações. Jenny *et alii* (1949) e Medina (1968) indicam valores que variam entre 38 e 64% para sistemas florestais de altitude. Os valores estimados para a floresta nacional de São Francisco, enquadram-se, portanto, nesse intervalo. Meguro *et alii* (1980) estudaram a decomposição numa mata secundária em São Paulo e obtiveram valores de K sempre próximos ou superiores a 1, chegando mesmo a 2. O tempo médio para o desaparecimento de 50% do material foliar variou entre 150 e 240 dias. Fassbender & Grimm (1981), estimaram para uma floresta dos Andes Ocidentais, o $T_{50\%}$ em 20 meses para a decomposição total de amostras de folhas e os índices de decomposição, em média, foram de 15%. Pagano (1989) refere para mata mesófila semidecídua em Rio Claro, São Paulo, $K = 1,15$ e 219 dias para o desaparecimento de 50% do folhedo produzido (Tab.03).

As baixas taxas de decomposição obtidas para a Floresta Nacional, podem estar relacionadas com condições abióticas, particularmente períodos de frio, com as médias das temperaturas mínimas abaixo ou próximas a 10°C durante seis meses e oito meses com possibilidade de ocorrência de temperaturas negativas (Backes, 1988; 1999). Devem ser tomadas em consideração, além do mais, a alta concentração de lignina e cutina nos componentes do folhedo, particularmente dos materiais provenientes da araucária, baixos teores de nutrientes, estruturas escleromorfas e invernos frios (Backes, 1973; Morellato, 1992).

Os resultados da determinação de constituintes minerais foram reunidos na tabela 04. No total de cinza as frações da araucária contribuíram com 26,7%, as latifoliadas com 57,6% e a miscelânea com 15,7%. Portanto, a contribuição maior foi a das latifoliadas. Estas contribuíram com mais de 50% do total de cinza produzido. Meguro *et alii* (1979) obtiveram resultados semelhantes em função do estrato secundário. Britez *et alii* (1992) estimaram a concentração de macronutrientes presentes na serapilheira e comprovaram a maior concentração em frutos, flores, folhas e, por fim, galhos. Koehler *et alii* (1988) estimaram a maior concentração de nutrientes na fração *miscelânea*, seguida pelas *aciculas* e *galhos*. Fernandes e Backes (1998) constataram, igualmente, que as latifoliadas, do estrato secundário, em floresta com araucária, contêm maiores quantidades de cinza do que as araucárias. Portanto o retorno de componentes minerais, por parte da araucária, é menor que o das latifoliadas.

Segundo Veneklass (1991), a diferença de concentração de elementos minerais, nas diferentes frações, está baseada, em grande parte, na estrutura dos tecidos que predominam nos diferentes órgãos das plantas. A concentração de constituintes inorgânicos é inversamente proporcional à quantidade de material de parede. O que ficou confirmado pelos resultados obtidos. O folheto procedente da araucária tem alta concentração de material de parede, à base, sobretudo, de celulose, paredes celulares espessas, muitas fibras, cutículas espessas. Estas características determinam uma consistência escleromorfa, principalmente às folhas das araucárias. O material originado das latifoliadas, pelo contrário, apresenta menos material de parede e, em conseqüência, não tem consistência escleromorfa. Entre as frações do folheto provenientes das latifoliadas, as estruturas, geralmente mais frágeis, como frutos, contêm o maior percentual de cinza, seguido pela fração folhas e, por último, a fração ramos.

A decomposição dos resíduos orgânicos é muito importante para a dinâmica do fluxo de nutrientes nas florestas mistas com araucária. Os componentes mais frágeis do folheto, representados pelos frutos e folhas das latifoliadas, ricos em nutrientes, são rapidamente degradados no interior da floresta, pois, em aproximadamente 90 dias desapareceram das bolsas com folhas distribuídas pela floresta, o que significa um rápido retorno dos elementos inorgânicos para o solo. Essa parece ser a verdadeira função do subosque destas florestas. Enquanto as grandes araucárias, num ciclo longo, constroem seus troncos com materiais onde predominam estruturas à base de carboidratos, os componentes mais frágeis, num ciclo curto e rápido, reciclam constantemente os bioelementos indispensáveis para a manutenção do metabolismo florestal. Segundo Hoefflich *et alii* (1992) a araucária beneficia-se da presença das latifoliadas, principalmente pela presença da flora microbiológica do solo, do teor de matéria orgânica e pelo ambiente promovido pelo sistema. Segundo Oliveira (1980), os sistemas mistos tornam a araucária menos sujeita a fungos e outros agentes causadores de danos.

Conclusões

- Os resultados obtidos demonstraram o papel preponderante de *Araucaria angustifolia* na produção de resíduos orgânicos da floresta, o que confirma os resultados registrados por Fernandes e Backes (1998). Isso demonstra, sem dúvida, o ótimo ecológico da araucária nos *stands* analisados. A araucária participa, em média, com 64,61% do folhedo total.
- A fração *acículas* das araucárias predominou sobre todas as demais frações e contribui com 63,1% do material proveniente da araucária.
- Em relação à fração *reprodutivos* da araucária, ocorreram dois períodos distintos. A produção de estruturas femininas ocorreu durante o outono/inverno e a produção de estruturas masculinas durante a primavera/verão.
- O folhedo acumulado é constituído predominantemente por resíduos da araucária.
- Os coeficientes de decomposição, em geral baixos, confirmam a lentidão dos processos de decomposição. O tempo necessário para a decomposição total dos resíduos vegetais é de 547 dias para as florestas nativas e de 474 dias para a floresta cultivada.
- O teor de cinzas no folhedo proporciona um retorno de nutrientes no interior da floresta, de 302,38kg/ha/ano, em média, na floresta nativa e 298,37kg/ha/ano na floresta cultivada.
- As latifoliadas contêm mais elementos inorgânicos (57,6%) do que a araucária (26,7%). A concentração maior de cinzas foi constatada na fração *reprodutivos* das latifoliadas, seguindo com a fração *folhas* de latifoliadas. A menor concentração constatada foi nas estruturas reprodutivas da araucária.
- Os resultados demonstram que não existe diferença estatisticamente significativa, entre as áreas de floresta nativa e as de floresta cultivada no estágio atual de desenvolvimento das mesmas, em função do folhedo produzido anualmente, do folhedo acumulado sobre o solo florestal e dos demais parâmetros analisados.

Referências bibliográficas

- BACKES, A. 1973. *Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata de araucária*. São Paulo, 237p. (Tese de doutorado).
- _____. 1988. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Brasil. *Pesquisas – Botânica*, São Leopoldo, (39):5-39.
- _____. 1999. Condicionamento climático e distribuição de *Araucaria angustifolia* no Brasil – II. *Pesquisas – Botânica*, São Leopoldo, (49):31-51.

- BRITZ, R.M.DE; REISSMANN, C.B.; SILVA, S. M.& SANTOS FILHO, A. dos. 1992. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, Paraná. 2º Congresso Nacional Sobre Essências Nativas. 23/03-03/04/92. *Anais...*:766-772.
- CARPANEZZI, A. A. 1980. *Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do estado de São Paulo, Piracicaba*. São Paulo, 170p. (Dissertação de mestrado).
- DELITTI, W.B.C. 1984. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Englm. var. elliottii (Mogi-Guaçu, SP)*. São Paulo, 298p. (Tese de doutorado).
- FASSBENDER, H.W. & GRIMM, U. 1988. Ciclos bioquímicos en un ecosistema florestal de los Andes occidentales de Venezuela. II. Producción y decomposición de los residuos vegetales. *Turrialba, Costa Rica*, 31(1):39-47.
- FERNANDES, Andréa V. & BACKES A. 1998. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. *Iheringia – Série Botânica*, Porto Alegre, (51-1):63-78.
- GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTES, R.G.; CHILD, G.I. & DUEVER, M.J. 1978. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. E.P.U./EDUSP, São Paulo, 256p.
- HOEFLICH, V. A., BRAGA, L.R. & CARVALHO, P.E.R. 1992. Conversão de capoeiras em povoa-mentos de pinho-de-paraná: uma avaliação econômica. 7º Congresso Florestal Estadual, 21 a 24 de setembro de 1992. Nova Prata, *Anais...*vol.II: 1154-1169.
- JARENKOW, J. A. & BAPTISTA, L.R. de Moura. 1987. Composição florística e estrutura da mata com araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul. *Napaea*, Porto Alegre, 3:9-18.
- JENNY, Hans; GESSEL, S.P. & BINGHAM, F.T. 1949. Comparative study of organic matter in temperate and tropical regions. *Soil Science*, California, 68:419-432.
- KOEHLER, C.W.; REISSMANN, C.B. & KOEHLER, H.S. 1988. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* e função do sítio. *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, Curitiba, 9:89-94.
- LINDMANN, C.A. 1974. *A vegetação no Rio Grande do Sul*. Belo Horizonte, EDUSP, 356p.
- LONGHI, Solon Jonas. 1980. *A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze no sul do Brasil*. Curitiba, 198p. (Dissertação de mestrado).
- LUIZÃO, F.J. 1982. *Produção e decomposição da liteira em floresta de terra firme na Amazônia central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira*. Manaus, 107p. (Dissertação de mestrado).
- MEDINA, Ernesto. 1968. Bodenatmung und Streuproduktion verschiedener tropischer Pflanzenge-meinschaften. *Berichte der Deutschen Botanischen Gessellschaft*, Berlin, 81:159-168.
- MEGURO, M.; VINUEZA, N.G.; DELITTI, & WELLINGTON, B. C. 1980. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária. São Paulo. III. Decomposição de material foliar e liberação de nutrientes minerais. *Boletim de Botânica, Universidade de São Paulo*, São Paulo, 8:7-20.
- MELLO, R.S.P & PORTO, M.L. 1997. Produção de serapilheira em duas florestas subtropicais no sul do Brasil. *Iheringia – Série Botânica*, Porto Alegre, (49):63-85.
- MORELLATO, L. & PATRICIA, C. 1992. Nutrient cycling in two southeast Brazilian forests. I. Litterfall and litter standing crop. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 8:205-215.
- NEGRELLE, R.A.B. & SILVA, F.C. da. 1992. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no município de Caçador, SC. *Boletim de Pesquisas Florestais*, Colombo, (24/25): 37-54.
- OLIVEIRA, O. dos Santos. 1980. Fungos causadores de danos em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. IV Congresso Florestal Estadual, Nova Prata, RS: 22-26/09/1980. *Anais...*, Nova Prata: 147-152.
- OLSON, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, USA, 44:322—331.
- REITZ, R. & KLEIN, R. M. 1966. *Araucariáceas. Flora Ilustrada Catarinense. I Parte: As Plantas*, fasc. ARAU, Itajaí, SC, 62p.

- ROSEIRA, Denise Sbalchiero. 1990. *Composição florística e estrutura fitossociológica do bosque com Araucária angustifolia (Bert.) O. Kuntze no parque Estadual João Paulo II, Curitiba, Paraná*. 107p. (Dissertação de mestrado).
- SILVERSTON, A. & LONGHI, S.J. 1988. Estudo fitossociológico do Parque Municipal "Longines Malinowski" de Erechim, RS. 6º Congresso Florestal Estadual, 19-24/8/1988. Nova Prata, Anais...1. 685p.:527-540.
- SWIFT, M. J. ; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystems. Studies in Ecology*, Oxford, Blackwell scientific Publications, 5, 371p.
- VARJABEDIAN, R. & PAGANO, S.N. 1988. Produção e decomposição de folheto em um trecho de mata atlântica de encosta no município de Guarujá, São Paulo. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, 1(92):243-256.
- VENEKLAAS, ERIK J. 1991. Litterfall and nutrient fluxes in two montaine tropical rain forests, Colombia. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 7:319-336.

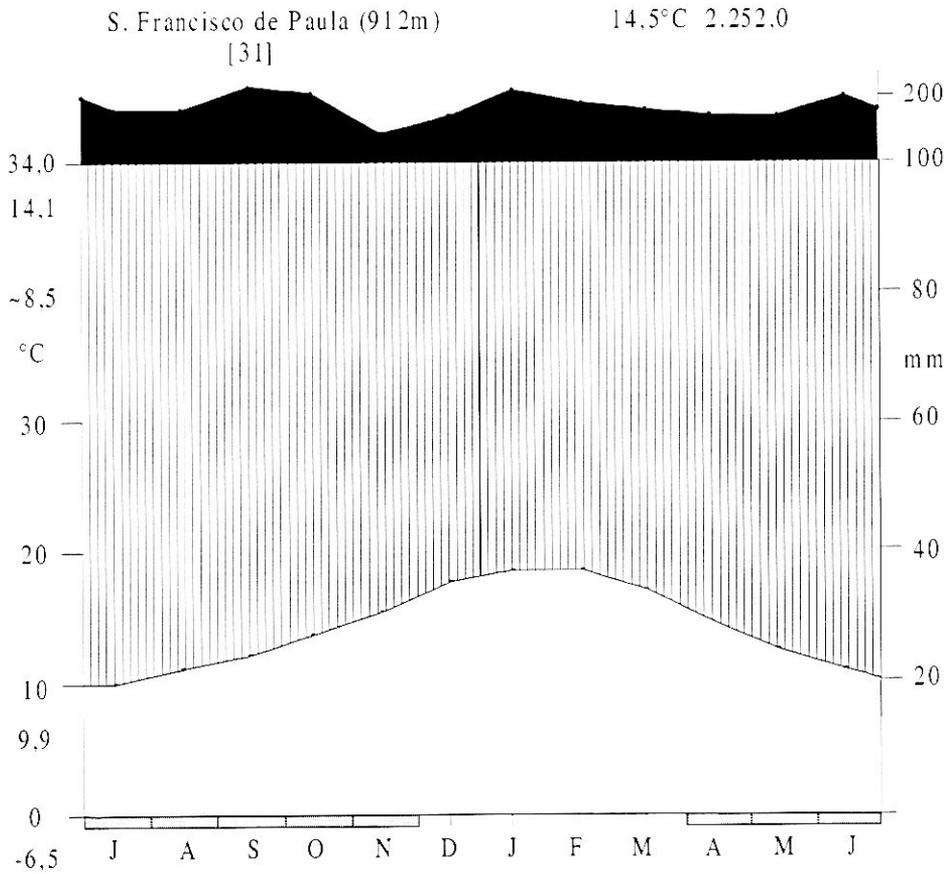


Fig. 1: Climadiagrama de São Francisco de Paula - RS

Fig. 05 - Médias de três amostras e seus respectivos desvios-padrão do folheto acumulado em floresta nativa com Araucária(área 01):novembro de 1996 a outubro de 1998(g/ponto)

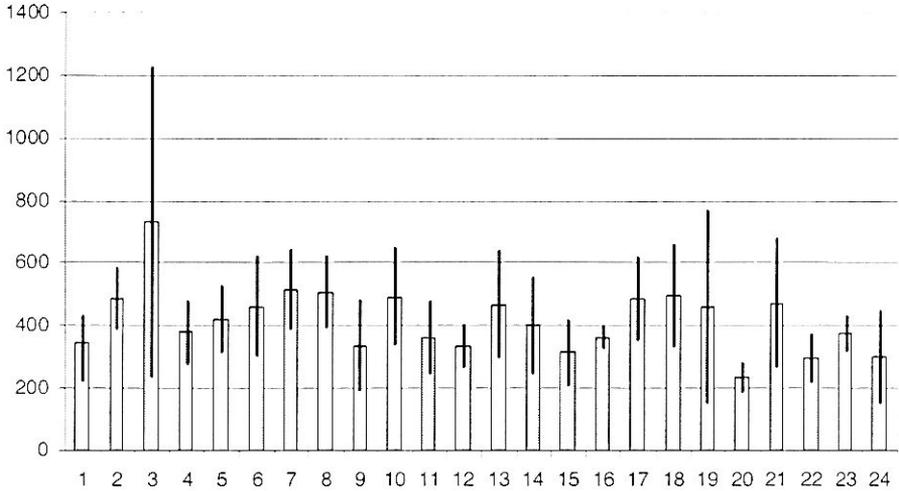


Fig.06 - Médias de três amostras e seus respectivos desvios-padrão do folheto acumulado em floresta cultivada de Araucária(área 02): novembro de 1996 a outubro de 1998(g/ponto)

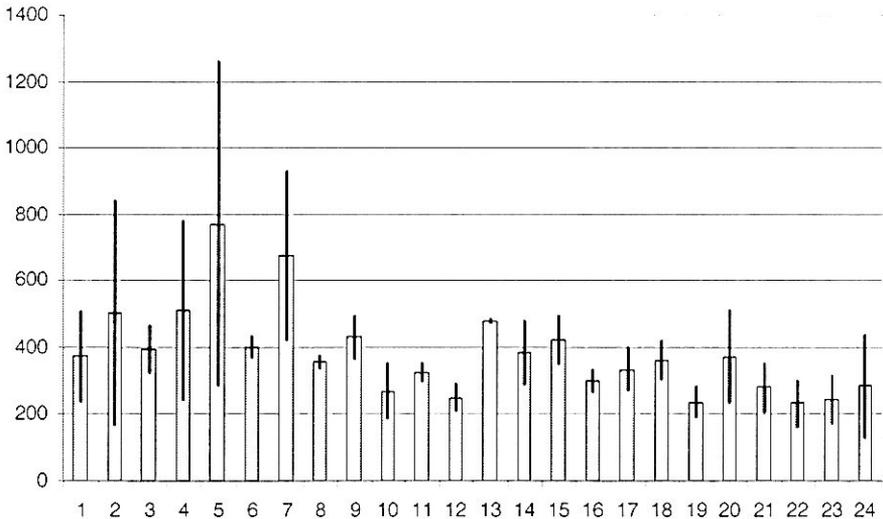


Fig. 07 - Médias de três amostras e seus respectivos desvios-padrão do folheto acumulado em floresta nativa com Araucária(área 03):novembro de 1996 a outubro de 1998 (g/ponto).

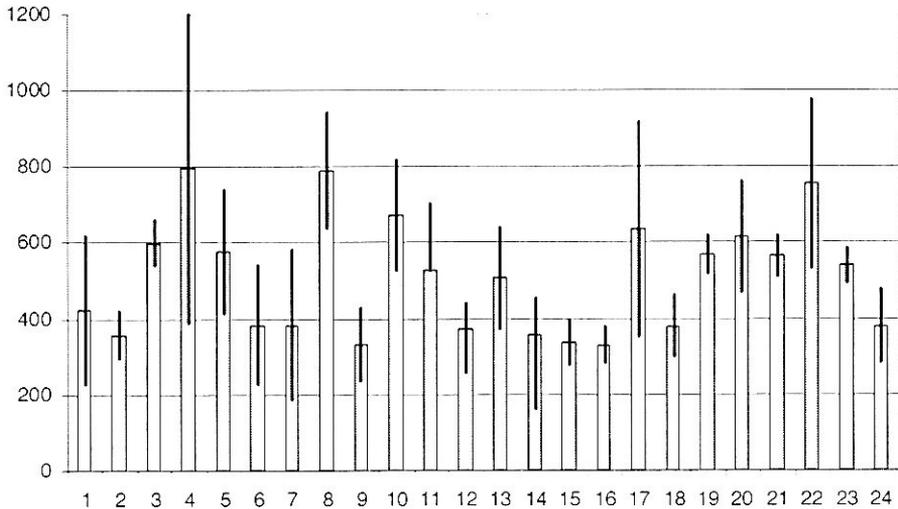


Tabela 01 – Resultado da produção média de folheto por estação nas três áreas de estudo, durante dois anos: novembro de 1996 a outubro de 1998 (kg/ha/ano)

	Verão	Outono	Inverno	Primavera	D/p	Média
Área 1	578,73	592,44	683,4	732,14	73,51	646,68
Área 2	598,98	741,09	415,82	829,80	180,76	646,42
Área 3	534,41	680,39	493,58	489,38	89,63	549,44

Tabela 02 – Resultados da produção média das frações de folheto por estação, em área de floresta nativa com araucária durante dois anos: novembro de 1996 a outubro de 1998 (kg/ha/estação)

Área1						
Fração	Verão	Outono	Inverno	Primavera	D/p	Média
Acículas	74,10	56,06	25,53	48,5	20,12	51,05
Folhas	29,25	26,44	40,55	60,2	15,33	39,11
Ramos arauc.	39,10	15,15	44,31	20,15	14,20	29,68
Ramos lat.	7,23	15,26	20,73	14,00	65,02	14,3
Repr. Arauc.	5,25	16,17	2,01	11,51	6,33	8,73
Repr. Latif.	1,53	0,72	0,5	3,07	1,16	1,45
Total	156,46	129,8	133,63	157,43	14,66	19,12

Área 2

Fração	Verão	Outono	Inverno	Primavera	D/p	Média
Acículas	89,46	48,69	37,61	84,52	25,79	65,07
Folhas	32,11	33,85	33,53	30,63	1,48	32,53
Ramos arauc.	32,99	13,22	10,76	39,84	14,41	24,2
Ramos lat.	12,80	5,15	5,78	9,68	3,58	8,35
Repr. Arauc.	5,18	25,28	3,75	10,44	9,84	11,16
Repr. Lat.	2,45	0,46	0,10	0,33	1,08	0,61
Total	174,99	126,19	91,53	206,13	50,86	

Área 3

Fração	Verão	Outono	Inverno	Primavera	D/p	Média
Acículas	79,59	65,66	60,14	39,53	16,62	61,23
Folhas	22,32	15,53	27,64	39,96	10,33	26,36
Ramos arauc.	34,32	28,42	13,99	10,72	11,32	21,86
Ramos lat.	11,32	4,31	4,72	9,6	3,51	7,48
Repr. Arauc.	11,57	20,00	2,61	14,78	7,30	12,24
Repr. Lat.	1,84	0,27	0,26	3,65	1,61	1,5
Total	160,96	134,19	109,36	118,24	22,65	

Tabela 03 – Resultado da decomposição de 25 g de folhas, durante 90 dias, em área de floresta nativa e floresta cultivada na Floresta Nacional de São Francisco de Paula: dezembro de 1996 a novembro de 1997

Flor Nativa	Fev	Mai	Ago	Nov		D/P
1º	13,86	10,86	10,08	7,68	±	2,55
2º	14,46	9,96	9,23	8,93	±	2,58
3º	13,93	9,70	10,27	10,39	±	1,93
4º	14,36	11,26	5,00	10,01	±	3,89
5º	14,35	11,50	6,71	0,00	±	6,28
Saldo médio	14,19	10,66	8,26	9,25	±	2,59
Cons. médio	10,81	14,34	16,74	15,75	±	12,05
% consumo	43,21	57,33	66,95	62,96		
Flor Cultivada	Fev	Mai	Ago	Nov		D/P
1º	16,11	9,01	11,81	8,53	±	3,48
2º	12,66	13,25	11,87	10,90	±	1,02
3º	16,87	13,30	10,60	9,10	±	3,41
4º	14,80	10,70	10,00	11,70	±	2,12
5º	12,45	13,05	11,25	11,09	±	0,92
Saldo médio	14,58	11,86	11,11	10,26	±	1,87
Cons. médio	10,41	13,13	13,88	14,73	±	1,87
% consumo	41,67	52,53	55,55	58,92		

Tabela 04 – Conteúdo em cinza (%) de um grama de material seco, de amostras de folheto recolhido dos coletores em março (a) e junho/julho(b) de 1997, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, localizada no município de São Francisco de Paula, RS, Brasil

	Área 1		Área2		Área 3		Total	Média	D/P	%
	a	b	a	b	a	b				
Acículas	7,20	5,96	4,66	5,91	5,10	4,93	33,76	5,62	±	0,93
Ramos	4,46	2,33	3,86	3,40	3,37	2,40	19,82	3,30	±	0,83
Reprod.	3,50	2,20	3,50	2,20	2,65	2,40	16,45	2,74	±	0,61
Subtotal 1	15,16	10,49	12,02	11,51	11,12	9,73	70,03	11,67	±	1,89
Folhas	6,65	6,42	7,99	6,64	7,41	8,31	43,42	7,23	±	8,79
Ramos	6,50	6,58	5,74	5,53	6,85	6,51	37,71	6,28	±	14,80
Reprod.	40,49	3,60	6,92	9,10	5,32	4,30	69,73	11,62	±	14,28
Subtotal 2	53,64	16,60	20,65	21,27	19,58	19,12	150,86	25,14	±	14,05
Miscel.	6,31	11,28	6,84	4,65	6,84	5,39	41,31	6,88	±	2,32
Total	75,11	38,37	39,51	37,43	37,54	34,24	262,20	43,70	±	15,49
Média	10,73	5,48	5,64	5,34	5,36	4,89	37,44	6,24	±	2,21