

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

Dinâmica da Serapilheira em um Trecho de Floresta  
Atlântica Secundária em Área Urbana do  
Rio de Janeiro

**José Raimundo Silvado Pinto de Abreu**

**2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM UM TRECHO DE FLORESTA  
ATLÂNTICA SECUNDÁRIA EM ÁREA URBANA DO  
RIO DE JANEIRO**

**JOSÉ RAIMUNDO SILVADO PINTO DE ABREU**

*Sob Orientação do Professor*  
**Rogério Ribeiro de Oliveira**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza

**Seropédica, RJ**  
abril de 2006

634.9098153

A162d

T

Abreu, José Raimundo Silvado Pinto  
de, 1971-

Dinâmica da serapilheira em um trecho de floresta  
atlântica secundária em área urbana do Rio de  
Janeiro / José Raimundo Silvado Pinto de Abreu. -  
2006.

62 f. : il.

Orientador: Rogério Ribeiro de  
Oliveira.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Instituto de  
Florestas.

Bibliografia: f. 55-62.

1. Serapilheira - Rio de  
Janeiro (RJ) - Teses. 2. Solos  
florestais - Rio de Janeiro (RJ) -  
Teses. 3. Ecologia florestal - Rio  
de Janeiro (RJ) - Teses. 4. Mata  
Atlântica - Teses. I. Oliveira,  
Rogério Ribeiro de, 1954-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro. Instituto de  
Florestas. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**JOSÉ RAIMUNDO SILVADO PINTO DE ABREU**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

---

Rogério Ribeiro de Oliveira. Prof. Dr. PUC-Rio  
(Orientador)

---

Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ

---

Rita de Cássia Martins Montezuma. Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. PUC-Rio

## AGRADECIMENTOS

As experiências ganham significado pelas transformações que elas nos provocam. Nos últimos dois anos busquei conhecimento e descobri que este é como uma montanha, quanto mais próxima mais alto parece o seu cume. Nesta breve jornada, adquiri a certeza de que nunca estive sozinho, portanto, gostaria de agradecer a todos que caminharam ao meu lado.

Ao meu orientador, Rogério Ribeiro de Oliveira, que me recebeu como um amigo e fez aguçar minha percepção de forma paciente.

À minha esposa, Gisely, por seu carinho, compreensão e companheirismo.

Aos meus queridos pais, Ana Maria e Léo Abreu, pelo apoio incondicional nesta e em muitas outras jornadas que percorri.

Aos amigos e companheiros de trabalho Agni Hévea dos Santos, Rodolfo Rosa da Silveira e Maxwell Maranhão Sousa pelo auxílio nas saídas a campo e atividades de laboratório.

Aos alunos do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio que deram início a este trabalho proporcionando-me a oportunidade de continuá-lo.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ pela importante contribuição para minha formação.

Aos professores e funcionários do Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Santa Úrsula, onde esta caminhada começou.

Aos meus familiares e amigos que através de incontáveis manifestações de apoio contribuíram para que eu persistisse em meus objetivos.

Sou muito grato a todos vocês.

## RESUMO

ABREU, José Raimundo Silvado Pinto de. **Dinâmica da serapilheira em um trecho de floresta atlântica secundária em área urbana do Rio de Janeiro**. 2006. 62p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

Muitos estudos de dinâmica de serapilheira foram realizados em áreas de Mata Atlântica com diferentes históricos de uso e atualmente protegidas por unidades de conservação. O presente estudo foi realizado num remanescente localizado na bacia hidrográfica do Rio Caçambe, pertencente à Floresta do Camorim, vertente sul do Maciço da Pedra Branca, zona oeste do município do Rio de Janeiro. A floresta sofreu corte raso para a produção de carvão e uso agrícola na década de 1940-50. Para conhecer a influência do clima e do uso pretérito sobre a dinâmica da serapilheira foram distribuídos ao todo 24 coletores em duas áreas amostrais: fundo de vale e divisor de drenagem, e utilizados dados de temperatura e pluviosidade de duas estações climatológicas próximas à área de estudo. Foram realizadas coletas quinzenais de serapilheira e quadrimestrais de estoque de serapilheira sobre o solo durante três anos. A produção de serapilheira no fundo de vale foi de  $9,5 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ,  $9,7 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $10,5 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  nos três anos de monitoramento. No divisor de drenagem a produção foi de  $11,3 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ,  $10,4 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $12,9 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . A produção do divisor de drenagem, no terceiro ano, foi a mais alta já reportada para remanescentes de Mata Atlântica. Não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre as produções totais de serapilheira das duas áreas e entre os três anos de monitoramento. Somente para as frações folhas e elementos reprodutivos foi detectada diferença significativa entre as produções das duas áreas amostrais, com vantagem para o divisor de drenagem. E, somente para a fração elementos reprodutivos foi detectada diferença entre a produção dos três anos, sendo a produção maior no primeiro ano e menor no segundo ano. As participações percentuais médias das frações de serapilheira no fundo de vale foram: folhas (62%), galhos (30%), elementos reprodutivos (5%) e resíduos (3%). No divisor de drenagem foram: folhas (69%), galhos (20%), elementos reprodutivos (7%) e resíduos (3%). Não foi observada diferença estatística entre o estoque médio de serapilheira no fundo de vale ( $4,3 \text{ Mg.ha}^{-1}$ ) e no divisor de drenagem ( $4,6 \text{ Mg.ha}^{-1}$ ). Os coeficientes de decomposição médios ( $k$ ) foram 2,33 no fundo de vale e 2,53 no divisor de drenagem. A alta produção de serapilheira registrada no presente monitoramento foi considerada uma resultante do estágio sucessional da Floresta do Camorim. A produção recorde de serapilheira assim como as altas taxas de decomposição observadas no divisor de drenagem são resultantes da interação de diversos fatores que não puderam ser todos elucidados pelo presente estudo. Podemos apontar a precipitação acima da média histórica registrada no primeiro e terceiro ano de monitoramento como um dos fatores preponderantes.

**Palavras chave:** Produção de serapilheira, decomposição de serapilheira, Mata Atlântica.

## ABSTRACT

ABREU, José Raimundo Silvado Pinto de. **Litterfall dynamic in a secondary atlantic rain forest section in urban area of Rio de Janeiro.** 2006. 62p. Dissertation (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

Many studies on litter production and decomposition have been conducted throughout the Atlantic Rain Forest ecosystem with different use history and currently protected by conservation units. The present study was carried out in a section of secondary Atlantic Rain Forest known as the Camorim Forest, in the city of Rio de Janeiro. During the 1940s and 50s, the area was clear-cut for wood extraction, coal production and agriculture. To determine climate and human influence on the litter dynamic, 24 litterfall collectors were distributed over two plots; one located at the bottom of valley and the other located on the hill ridge. Temperature and rainfall data were also collected from two climate stations near the area under observation. Over a three year period, litterfall samples were collected every two weeks while the standing litter crop was collected every four months. Litterfall production collected from the bottom of the valley registered 9,5 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>, 9,7 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> and 10,5 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> over a three year study period. On the hill ridge position, litterfall production was 11,3 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>, 10,4 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> and 12,9 Mg.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. During the third year, the hill ridge position registered the greatest litter production among studies conducted on the Atlantic Rain Forest ecosystem. No statistical differences were observed in total litter production between the two positions over the three year study period. The production of leaf litterfall and reproductive structures in the hill ridge position were considered statistically higher during the three years of study. The highest production for reproductive structures was registered during the first year, and the lowest during the second year. The litterfall composition percentages from the bottom of the valley were: leaves (62%), wood (30%), reproductive structures (5%) and others (3%). On the hill ridge position the percentages were: leaves (69%), wood (20%), reproductive structures (7%) and others (3%). Statistical differences were not detected for the standing litter crop between the two positions. The site at bottom of the valley registered 4,3 Mg.ha<sup>-1</sup> while the position on the hill ridge was 4,6 Mg.ha<sup>-1</sup>. The average coefficient of decomposition (k) was 2,33 at the bottom of the valley and 2,53 on the hill ridge. The high litterfall production registered in the present study was considered a result of the natural regrowth of the Camorim Forest. The extremely high litterfall production, as well as the high rates of decomposition observed in the hill ridge position were the results of many interacting factors, not all of which were covered by this study. One such factor, the high rainfall registered in the first and third years, can be highlighted.

**Key words:** Litterfall production, litterfall decomposition, Atlantic Rain Forest.

## SUMÁRIO

1	1. INTRODUÇÃO
3	2. REVISÃO DE LITERATURA
3	2.1 A História Ambiental da Mata Atlântica
5	2.2 O fator climático na dinâmica da Mata Atlântica
8	2.3 A dinâmica da serapilheira em florestas tropicais
11	3. MATERIAL E MÉTODOS
11	3.1 A área de estudo
12	3.2 Aporte de serapilheira
12	3.2.1 Coleta de serapilheira
13	3.2.2 Análise estatística dos dados de serapilheira
13	3.3 Coleta e tratamento de dados climáticos
13	3.3.1 Precipitação pluviométrica
14	3.3.2 Temperaturas
14	3.3.3 Diagramas climáticos
14	3.4 Padrões de deposição de serapilheira
14	3.4.1 Sazonalidade da deposição de serapilheira
15	3.4.2 Correlação entre as deposições das duas posições topográficas
15	3.4.3 Correlação entre a deposição de serapilheira e as variáveis climáticas
15	3.5 Estoque e decomposição de serapilheira sobre o solo
15	3.5.1 Coleta do estoque de serapilheira sobre o solo
16	3.5.2 Análise estatística do estoque de serapilheira sobre o solo
16	3.5.3 Coeficiente e taxa de decomposição de serapilheira

17	4. RESULTADOS E DISCUSSÃO
17	4.1 Produção total de serapilheira
19	4.1.1 Produção de serapilheira no fundo de vale
20	4.1.1.1 Contribuição da espécie <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer
21	4.1.1.2 Comparação entre as produções anuais – fundo de vale
23	4.1.2 Produção de serapilheira no divisor de drenagem
24	4.1.2.1 Comparação entre as produções anuais - divisor de drenagem
28	4.2 Dados climáticos da Baixada de Jacarepaguá
28	4.2.1 Precipitação pluviométrica
32	4.2.2 Temperaturas
34	4.2.3 Diagramas climáticos da Baixada de Jacarepaguá
36	4.3 Padrões de produção de serapilheira ao longo do tempo
36	4.3.1 Produção anual e sua relação com a pluviosidade
38	4.3.2 Produção mensal e sua relação com o clima
42	4.3.3 Dinâmica da deposição das frações de serapilheira
42	4.3.3.1 Deposição de folhas
46	4.3.3.2 Deposição de galhos e resíduos
46	4.3.3.3 Deposição de elementos reprodutivos
48	4.4 Estoque de serapilheira sobre o solo e sua decomposição
52	4.5 O futuro da Floresta do Camorim diante de mais um capítulo da História Ambiental
54	5. CONCLUSÕES
55	6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
	ANEXOS

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é o ecossistema brasileiro mais impactado pelas atividades humanas. Sua história de uso remonta há uma dezena de milhares de anos antes da chegada dos navegantes portugueses. A primeira intervenção antrópica se deu através da agricultura de corte e queima utilizada pelos indígenas, que posteriormente foi incorporada pelos colonos portugueses sendo praticada até os dias atuais. Outros usos da floresta foram se sobrepondo à medida que os ciclos econômicos se sucederam, desde a exploração do pau-brasil até a industrialização e urbanização acelerada do século XX. Atualmente restam poucos remanescentes de Mata Atlântica e sua maior porção encontra-se nas encostas íngremes das serras da região Sudeste.

No município do Rio de Janeiro este processo não ocorreu de forma diferente. A expansão urbana teve início na região central e evoluiu em direção às zonas norte e sul, entorno do Maciço da Tijuca, e para o subúrbio ao longo das linhas do trem. A zona oeste ficou durante muito tempo isolada participando da dinâmica econômica da cidade como zona rural fornecedora de hortifrutigranjeiros, madeira e carvão vegetal para uso doméstico até as décadas de 40 e 50.

Nas encostas do Maciço da Pedra Branca, localizado na zona oeste, encontra-se hoje o maior remanescente de Mata Atlântica da cidade. No atual bairro do Camorim, na Baixada de Jacarepaguá, as matas remanescentes das encostas do maciço têm um histórico de uso bem documentado. Durante o século XVIII e XIX serviram como fonte de madeira para um engenho de açúcar que existiu na região, e após a sua extinção passaram a áreas de lavoura, extração de madeira e produção de carvão vegetal.

Com o avanço da urbanização na Baixada de Jacarepaguá e a implantação do Parque Estadual da Pedra Branca em 1974 estas atividades foram suprimidas e as matas reocuparam as encostas através do processo natural de sucessão ecológica. Vários estudos visando estudar este processo e as resultantes da história ambiental sobre a estrutura e funcionalidade da floresta vêm sendo realizados na Floresta do Camorim, que está localizada na vertente sudeste do Maciço da Pedra Branca.

A produtividade é um importante indicador da funcionalidade de um ecossistema. O estudo do aporte de serapilheira é uma forma não destrutiva de se estimar a produtividade num ecossistema florestal. Da mesma forma o acompanhamento do estoque de serapilheira sobre o solo e de sua taxa de decomposição permite verificar o fluxo de energia e de nutrientes entre os diversos compartimentos do ecossistema.

No estudo de uma floresta, o conhecimento de sua história ambiental, das características do relevo e do solo, e variações climáticas regionais e locais, dão subsídios à interpretação dos dados de produção e decomposição da serapilheira. E por sua vez, estes dois indicadores de funcionalidade permitem uma série de inferências sobre a resposta da floresta a estes fatores bióticos e abióticos. A comparação entre estudos de dinâmica de serapilheira torna-se possível somente dentro deste contexto.

Estudos de dinâmica da serapilheira na Mata Atlântica são também importantes para subsidiar projetos de manejo florestal que vêm sendo mais valorizados à medida que a sociedade toma conhecimento da importância das florestas para a manutenção do equilíbrio nos ecossistemas naturais, nas áreas rurais e urbanas.

O presente estudo teve como objetivo geral monitorar os processos de produção e decomposição de serapilheira em um trecho de Mata Atlântica secundária associando-os às características abióticas e determinar as resultantes de sua história ambiental sobre a funcionalidade.

Como objetivos específicos pretendeu-se:

- a) monitorar a variabilidade do aporte e decomposição da serapilheira ao longo de três anos num trecho de floresta inserido na bacia hidrográfica do rio Caçambe, pertencente a Floresta do Camorim;
- b) verificar a importância do posicionamento topográfico (fundo de vale e divisor de drenagem) no processo de produção e decomposição de serapilheira;
- c) correlacionar os resultados obtidos com as características do clima e da história ambiental da região;
- d) comparar a produção de serapilheira com estudos semelhantes feitos em áreas de Mata Atlântica do Sudeste com distintos históricos de uso;
- e) subsidiar ações de manejo e de recuperação de remanescentes de Mata Atlântica.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A História Ambiental da Mata Atlântica

A Mata Atlântica é o conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que outrora cobria as planícies costeiras, desde o Cabo de São Roque, no Rio Grande do Norte, a Torres, no Rio Grande do Sul, avançando sobre as serras e planaltos das regiões Nordeste, Sudeste e Sul, cobrindo cerca de 15% do território nacional. Atualmente os remanescentes de Mata Atlântica não ultrapassam 7% de sua cobertura original. (JBRJ, 2000; PEIXOTO *et al.*, 2002). O Decreto 750/93 introduziu o termo domínio Mata Atlântica com o intuito de facilitar ações conservacionistas sobre as áreas remanescentes, uma vez que não há uma classificação fitogeográfica de aceitação universal para a região (HUECK, 1972; VELOSO *et al.*, 1991; RIZZINI, 1997; FERNANDES, 1998). Neste decreto, a Mata Atlântica passa a abranger as seguintes formações florestais e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste (BRASIL, 1993; JBRJ, 2000).

Independente de definições, a porção litorânea da Mata Atlântica foi o cenário no qual os primeiros viajantes portugueses tiveram contato com as terras que viriam a chamar Brasil. Porém não encontraram uma floresta intocada. Seus predecessores, os nativos sul americanos, adentraram o continente através do istmo do Panamá há cerca de 12 mil anos. Na porção oeste, na área de contato entre o cerrado e o domínio Mata Atlântica, os registros da ocupação humana datam de 11 mil anos (DEAN, 1996). Segundo SOUZA (1981) (*apud* OLIVEIRA, 1996), o Estado do Rio de Janeiro começou a ser ocupado há cerca de 10.000 anos, a partir da entrada de bandos caçadores-coletores oriundos dos planaltos de Minas Gerais e do sul do país.

Estes grupos foram paulatinamente substituídos pelos Tupi-guaranis, que dominavam a agricultura de coivara. Foram os primeiros nativos encontrados pelos navegantes do século XVI e transferiram parte de suas técnicas agrícolas aos colonizadores nos séculos subseqüentes. A agricultura de coivara praticada inicialmente pelos indígenas e atualmente pelas comunidades caiçaras do litoral sudeste é uma técnica bem adaptada ao ecossistema florestal, uma vez que 80% dos remanescentes de Mata Atlântica já foram utilizados como roças de coivara em algum momento do passado (OLIVEIRA, 1996). A conclusão de que este tipo de agricultura ocorreu na maioria das áreas de floresta tropical do globo ao longo da história humana levou ao questionamento da existência na atualidade de florestas tropicais ainda não alteradas pela atividade humana (UHL, 1987; CLARK, 1996).

A utilização milenar desta técnica agrícola deve-se à sua sustentabilidade ecológica quando aplicada em áreas florestais com baixa intensidade de ocupação e uso adequado do pousio. Nela, não são utilizados insumos agrícolas além das cinzas geradas após a derrubada e queima de troncos e folhas no processo de preparação da clareira para o plantio. Após o abandono das áreas de plantio, a regeneração da floresta ocorre de forma natural a partir da rebrota de troncos e sementes trazidas das matas adjacentes pela fauna e pelo vento (BARROW, 1987; OLIVEIRA, 1999).

A primeira ação predatória dos navegantes europeus sobre a Mata Atlântica e que marcou o início de sua exploração ambiental mais intensa foi a extração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*). Tal foi sua intensidade que só no primeiro século foram derrubadas aproximadamente 2 milhões de árvores – cerca de 20 mil árvores por ano ou 50 por dia (BUENO, 1998). Foi realizada basicamente pelos indígenas em troca de objetos de ferro como machado, tesouras, anzóis e facas, que reduziram enormemente o tempo gasto nas suas

atividade cotidianas feitas anteriormente com objetos de fibras naturais, madeira e sílex (DEAN, 1996; DRUMMOND, 1991).

Os séculos subseqüentes foram marcados pela intensificação das atividades econômicas portuguesas no Brasil tendo o domínio Mata Atlântica como palco. Os índios brasileiros foram substituídos pelos escravos como força motriz deste processo no momento da implantação da monocultura da cana-de-açúcar que ocupou as baixadas litorâneas brasileiras do Nordeste e Sudeste a partir do século XVII. A mineração, criação extensiva de gado, a cafeicultura, plantações de cacau, o corte de lenha para construção civil e queima nos fornos, sempre associadas à agricultura de corte e queima, foram os instrumentos de construção econômica e social da nação e ao mesmo tempo de degradação ambiental nos períodos que antecederam a entrada do país na sua fase industrial e urbana no século XX (DRUMMOND, 1991; OLIVEIRA, 2002; PÁDUA, 2004).

As conseqüências dos impactos ambientais sobre a floresta e sobre os serviços que ela prestava à sociedade foram tão intensos e perceptíveis que há registros de inúmeros documentos denunciando e propondo soluções técnicas para reduzir a degradação já nos séculos XVIII e XIX. Dentre estas proposições estão o uso do bagaço da cana em vez da lenha nas fornalhas dos engenhos de açúcar, uso do arado puxado a boi no lugar da agricultura de corte e queima e restrições ao corte de madeiras nobres (PÁDUA, 2004). O replantio de árvores nativas com o objetivo de recuperar nascentes e córregos da Floresta da Tijuca na Cidade do Rio de Janeiro, entre 1861 e 1888, foi um dos poucos registros históricos de uma medida de recuperação ambiental efetivamente posta em prática na cidade (VIEIRA, 2001; PÁDUA, 2004).

As florestas de planície do entorno da cidade do Rio de Janeiro, inclusive a Baixada de Jacarepaguá, também foram substituídas pela plantação da cana-de-açúcar e pastagens ao longo do século XVIII e XIX. Após a abolição da escravidão e até a primeira metade do século XX, na baixada de Jacarepaguá a cana-de-açúcar deu lugar a pequenas lavouras e plantação de banana e cítricos, assim como à exploração da lenha e carvão vegetal para o abastecimento da cidade do Rio de Janeiro em constante expansão (ENGEMANN *et al.*, 2005).

O ritmo de vida da população e as riquezas naturais das Baixadas de Jacarepaguá, Vargem Grande e Vargem Pequena, no início do século passado são ricamente descritos no livro *Sertão Carioca* (1930) do naturalista autodidata Magalhães Corrêa (1889 – 1944). O autor exerceu o cargo de conservador na seção de história natural do Museu Nacional da Quinta da Boa Vista, Rio de Janeiro (ENGEMANN *et al.*, 2005). Registros da extração de carvão relatada na obra foram encontrados em grande número no Maciço da Pedra Branca, na sua vertente sul. Nesta região são perceptíveis até o presente manchas de solo de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> com altas concentrações de carvão, que lhes confere coloração negra, resultantes da utilização de balões de carvão para a queima da madeira retirada das matas do seu entorno (SOLÓRZANO *et al.*, 2005).

Através de relatos da população local, acredita-se que o corte das florestas do Maciço da Pedra Branca perdurou até as décadas de 40 e 50, quando a lenha e carvão foram substituídos pelo gás na cidade do Rio de Janeiro. Outras marcas humanas atualmente encontradas no interior das florestas secundárias do Maciço são árvores frutíferas exóticas, assim como vestígios de antigas moradias. A criação do Parque Estadual da Pedra Branca em 1974 e a instalação de sua sede administrativa na vertente sul do maciço, em Jacarepaguá, reduziu a exploração local a plantações clandestinas de banana e pastagens na borda do parque, o que permitiu a recuperação da funcionalidade das matas remanescentes (IBAM, 1998; OLIVEIRA, 2005). Mas o crescimento da cidade continua exercendo uma forte pressão sobre o Parque na forma de ocupação das encostas e queimadas acidentais e criminosas ano após ano (FIRME, 2003; REGO, 2005).

## 2.2 O fator climático na dinâmica da Mata Atlântica

Cerca de 99% da energia na atmosfera da terra tem sua origem na radiação solar. A quantidade de radiação recebida em qualquer local da terra depende de dois fatores: a duração e a intensidade da insolação, que por sua vez são controlados pelos movimentos da terra sobre o seu eixo e sobre sua órbita em torno do sol (NIEUWOLT, 1977). Não fosse a capacidade natural da atmosfera de reter parte desta radiação recebida durante o dia através da ação principalmente do vapor de água, e em menor proporção dos gases de efeito estufa, a temperatura da terra poderia ser até 50°C mais fria (WEBER, 1992; AYOADE, 2002). A capacidade de retenção de energia na atmosfera é máximo nas baixas latitudes e decresce em direção aos pólos. As diferenças de pressão atmosférica ocasionadas por este gradiente de energia provoca a circulação de ventos entre as baixas e altas latitudes terrestres assumindo um padrão chamado de células de Hadley. Múltiplos fatores, tais como o efeito da rotação da terra (força de Coriolis ou defletora), atrito superficial (força de fricção), e outros de maior complexidade, influenciam a circulação dos ventos junto à superfície terrestre que, em conjunto com as correntes marinhas, definem o clima nas diversas regiões do globo (AYOADE, 2002).

O clima é tradicionalmente definido como o estado normal da atmosfera e de parâmetros tais como a temperatura e precipitação durante um longo período de tempo. O período escolhido para definir estas normais é geralmente de 30 anos, mas nunca deve ser menor que 20 anos (FLOHN, 1969; WEBER, 1992). Já WALTER (1986) definiu o clima como o resultado da ação combinada de vários fatores meteorológicos num dado momento. O mesmo autor estabeleceu nove zonas climáticas terrestres baseadas no curso anual da temperatura e da precipitação. O clima de uma região depende, portanto, de fatores geográficos como a latitude, altitude, proximidade do mar, lagos e montanhas. Em nível local o clima também é influenciado pela inclinação do terreno e direção desta inclinação com relação ao percurso diário do sol (FLOHN, 1969).

O posicionamento geográfico da cidade do Rio de Janeiro é, portanto, um dos fatores de maior significado na determinação de suas condições climáticas (BRANDÃO, 2003). Por estar localizada na latitude 22° 45' ao sul do equador, a cidade recebe intensa insolação durante todo o ano, apresentando uma amplitude térmica anual menor que a amplitude térmica diária (NIEUWOLT, 1977). A proximidade do mar e predominância de ventos úmidos de sudoeste inserem a cidade no tipo climático Af, segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima tropical chuvoso de floresta com mês mais frio apresentando temperatura média maior que 18°C e sem a ocorrência de estação seca (AYOADE, 2002).

O sítio em que se assenta a cidade do Rio de Janeiro constitui outro fator igualmente importante na determinação do seu quadro climático local. O relevo montanhoso com a presença de três maciços (Maciços da Tijuca, Pedra Branca e Medanha) (Figura 1) e as planícies (Baixadas Fluminense, Santa Cruz e Jacarepaguá) constituem os principais domínios fisiográficos da cidade que, aliados à presença da floresta e do mar, com o seu complicado quadro litorâneo, pontilhado de ilhas, baías, praias, lagoas e restingas, interagem continuamente gerando um quadro climático complexo. A expansão urbana se deu pelas planícies e acabou por envolver completamente os maciços litorâneos. O processo de impermeabilização do solo, crescimento vertical e a emissão de poluentes atmosféricos aumentou ainda mais a complexidade do clima observado na cidade (BRANDÃO, 2003).



Figura 1 – Os três maciços do município do Rio de Janeiro, RJ (adaptado de Rego, 2005).

A resultante do clima local interagindo com a pressão urbana pode ser exemplificado no mapa da vegetação remanescente do Maciço da Pedra Branca gerado a partir de imagens de satélite (Figura 2). A vertente norte do maciço, por ser a área mais distante da influência de chuvas orográficas, está sob efeito de um clima mais seco. Esta vertente está sendo transformada em campo antrópico de uma forma mais acelerada que a vertente sul devido ao impacto de sucessivas queimadas (REGO, 2005). Este mesmo padrão foi observado no maciço da Tijuca. Sua vertente norte, por receber maior incidência de raios solares e menos umidade devido a “sombra” da montanha, sofre um maior número de queimadas. Além disto, na zona norte da cidade a dispersão da poluição urbana também é dificultada pela falta de ventos. Todos estes fatores associados fizeram com que a floresta nesta vertente seja floristicamente mais pobre e sob maior risco (OLIVEIRA *et al.*, 1995).

Em uma escala regional ocorrem fatores semelhantes no domínio Mata Atlântica. Na região sudeste os ventos vindo do mar carregados de umidade, ao elevarem-se devido à barreira imposta pelas serras litorâneas, que em média variam entre 700 e 1.000 m de altitude, perdem boa parte da umidade sob a forma de chuvas de maior frequência e intensidade, propiciando o desenvolvimento de uma floresta ombrófila montana mais rica que a floresta ombrófila de planície. Nos planaltos, a 600 m de altitude, a floresta ombrófila é substituída pela floresta semidecídua devido à redução da umidade e ocorrência de temperaturas mais extremas em função do maior grau de continentalidade e por estarem localizadas nas “sombras” das serras litorâneas (TONHASCA JR., 2005).

Portanto, o domínio Mata Atlântica, sob a classificação climática de Walter localiza-se em duas zonas climáticas. Sua porção litorânea encontra-se na Zona Climática I: equatorial, que caracteriza-se por ser sempre úmida e ausente de sazonalidade marcada de precipitação e temperatura, e sua porção localizada nos planaltos encontra-se na Zona Climática II: tropical, com estação chuvosa de verão e estação seca de inverno. Mas, deve-se ressaltar que boa parte da vegetação encontra-se na área de transição entre estas duas zonas climáticas, apresentando características ecológicas de ambas (WALTER, 1986; RICKLEFS, 2003).

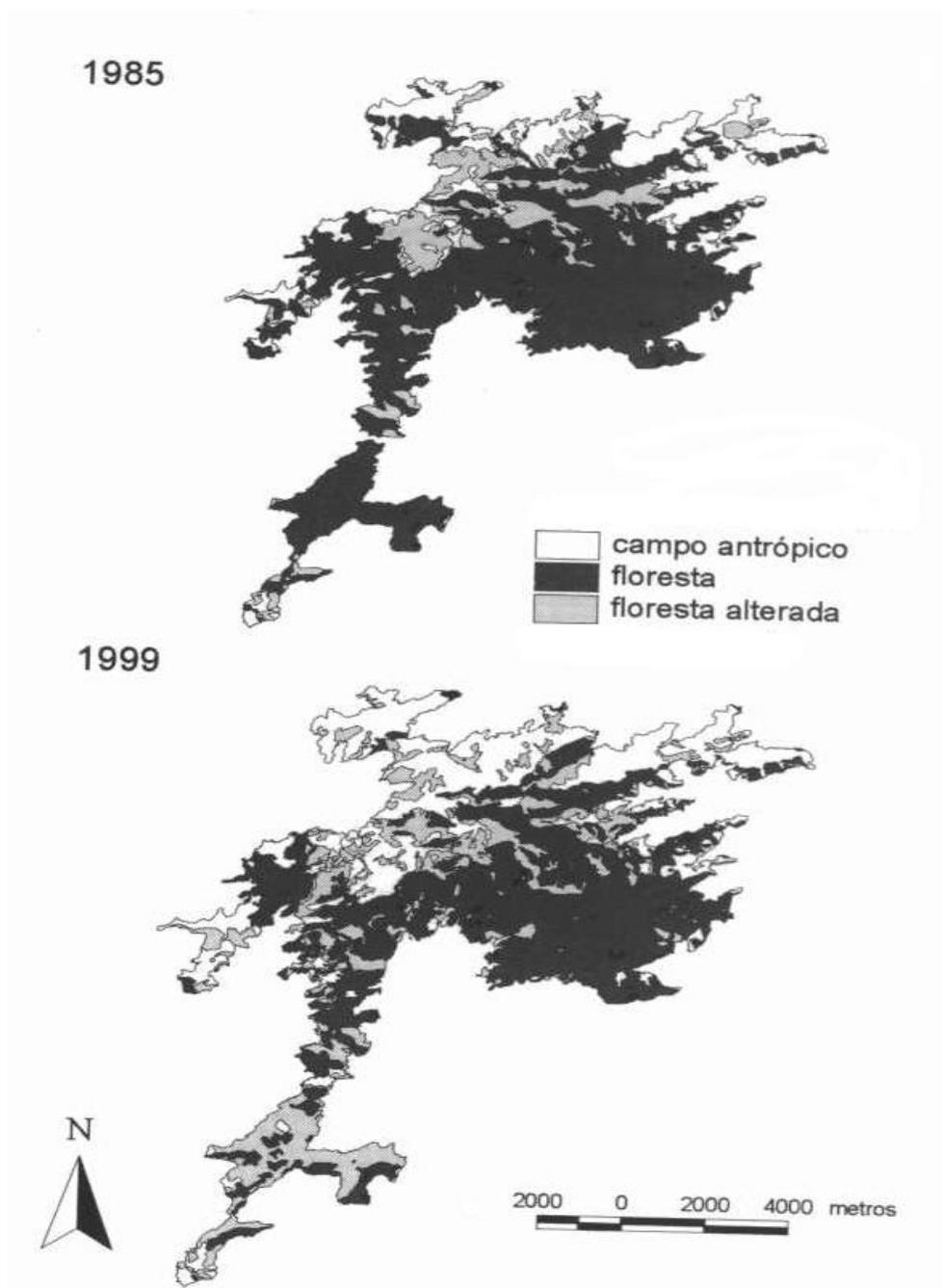


Figura 2 – Evolução da cobertura vegetal no maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro, RJ (adaptado de Rego, 2005).

### 2.3 A dinâmica da serapilheira em florestas tropicais

Um ecossistema pode ser definido como o sistema de interações entre uma comunidade de organismos e seu meio ambiente. Estão envolvidos nesta interação o ciclo de minerais, o fluxo de energia e a dinâmica das populações (ODUM, 1988; BRYANT, 1997).

As florestas tropicais são ecossistemas de alta produtividade. Nelas boa parte da energia e nutrientes absorvidos é direcionada para a manutenção e crescimento das estruturas do dossel das árvores (galhos, folhas, flores e frutos). Como as árvores periodicamente substituem estas estruturas devido a fatores evolutivos ou como respostas a tensões ambientais, coletar e pesar estes materiais após sua queda é uma forma não destrutiva de estimar a produtividade destes ecossistemas, uma vez que podem representar até 90 % da produção primária líquida (MORAES *et al.*, 1993; CLARK *et al.*, 2001). Este material vegetal que cai constantemente sobre o solo (folhas, ramos, flores, frutos, e fragmentos de casca) e, em menor proporção o de origem animal (insetos, restos animais e material fecal) é denominado chuva de serapilheira, serrapilheira, liteira, folhedo ou *litter* (DINIZ & PAGANO, 1997).

A serapilheira quando acumulada sobre o solo contribui, juntamente com os diversos compartimentos florestais, para a interceptação das gotas de chuva, minimizando assim seus efeitos erosivos. É também um compartimento de armazenamento de água, que apesar de pouca capacidade em termos quantitativos, funciona como um isolante térmico contribuindo para a redução da evaporação e manutenção de um microclima estável na superfície do solo (KINDEL, 2001; FIGUEIRÓ, 2005).

BRAY e GORHAM (1964) sugeriram a ocorrência de uma relação linear inversa entre latitude e produção de serapilheira. Segundo essa relação, o máximo teórico de produção seria de  $15,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ , próximo do equador, e declinaria para menos de  $1,0 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  nas altas latitudes. Em regiões tropicais úmidas com relevo montanhoso, como o litoral sudeste brasileiro, a produção de serapilheira acompanha também o gradiente altitudinal. Devido à menor luminosidade, assim como o baixo potencial de evapotranspiração proporcionada pela constante nebulosidade e temperaturas mais baixas, as florestas ombrófilas altimontanas apresentam menor estatura e menor produtividade que as baixo-montanas e de planície (ODUM, 1988).

A deposição da serapilheira representa, do ponto de vista do indivíduo, uma perda considerável de energia e de nutrientes (DELLITI, 1995). Além disto, grande parte das florestas tropicais, inclusive a Mata Atlântica, está situada em solos antigos pré-cambrianos, altamente lixiviados ou sobre depósitos arenosos pobres em nutrientes. A expansão das florestas tropicais com alta diversidade de espécies e de estruturas sobre estes solos só foi possível devido à evolução de mecanismos de otimização da utilização dos nutrientes (RICHARD, 1964; ODUM, 1988).

A grande riqueza em leguminosas arbóreas observada nas florestas tropicais constitui um mecanismo de grande importância na regeneração da floresta após perturbações, em função de muitas espécies desta família terem suas raízes associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio, captando este elemento escasso no solo diretamente da atmosfera (ANDRADE *et al.*, 1999). Outra vantagem competitiva presente em muitas espécies arbóreas tropicais é a maior eficiência na reabsorção dos nutrientes contidos nas folhas antes de sua abscisão (JANZEN, 1980).

Como mecanismo de conservação de nutrientes das florestas tropicais pode ser apontada a grande profusão de epífitos que absorvem os nutrientes da água da chuva antes mesmo que esta atravesse o dossel ou escorra pelos troncos atingindo o solo (WALTER, 1986; OLIVEIRA, 2004).

No entanto, a estrutura de maior importância para a retenção de nutrientes pelo ecossistema florestal é o tapete formado por serapilheira e raízes finas, muitas vezes associadas a fungos micorrízicos que cobrem o solo florestal. As raízes absorvem os nutrientes diretamente das folhas e da fauna saprófita em decomposição e penetram também a primeira camada do solo, minimizando a lixiviação causada pelas fortes chuvas tropicais. (STARK & JORDAN, 1978; VITOUSEK, 1984; GONÇALVES & MELLO, 2000).

Quanto mais próximo do clímax o ecossistema florestal, mais ajustado fica este intrincado mecanismo de retenção de nutrientes (VITOUSEK, 1984). A velocidade da decomposição da serapilheira passa a ser de fundamental importância, uma vez que é através dela que os nutrientes são disponibilizados para o crescimento da comunidade arbórea.

ANDERSON & SWIFT (1983) sugeriram que o processo de decomposição é regulado por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (animais e microorganismos), a degradabilidade da matéria orgânica (qualidade dos recursos) e o ambiente físico-químico (macroclima, microclima e o solo). Consideram ainda que estas variáveis interagem dentro de uma estrutura hierárquica na seguinte ordem: macroclima > microclima > qualidade dos recursos > organismos.

A acumulação de serapilheira sobre o solo, devido à maior ou menor atividade da biota decompositora, segue um gradiente latitudinal e altitudinal inverso ao da produção da mesma. Ou seja, em ecossistemas sem restrições de chuvas, quanto menor a temperatura, maior será a camada de serapilheira acumulada sobre o solo, mesmo que a produção anual de serapilheira seja baixa (OLSON, 1963).

O acompanhamento integrado da produção de serapilheira e de sua acumulação sobre o solo permite calcular a taxa de decomposição, ou perda de energia, do compartimento de serapilheira estocado sobre o solo. Num ecossistema florestal em equilíbrio, ou seja quando a produção anual e o estoque de serapilheira estão estabilizados, primeiramente calcula-se coeficiente de decomposição ( $k$ ) através de uma fórmula simplificada proposta por Olson (1963):  $k = L / X$ , onde  $L$  é a produção anual de serapilheira e  $X$  a quantidade média de serapilheira acumulada sobre o solo. A taxa de decomposição ( $k'$ ) é obtida invertendo a fórmula:  $k' = 1 / k$ . São esperados valores de  $k > 1$  para florestas tropicais e valores de  $k < 1$  para florestas temperadas (JENNY *et al.*, 1949; OLSON, 1963; ANDERSON & SWIFT, 1983).

Outro método muito utilizado para obter a taxa de decomposição da serapilheira é através do uso de *litterbags*. Neste método uma quantidade de serapilheira de massa conhecida é inserida dentro de sacos confeccionados com material inerte e com abertura de malha que permita a passagem da água e a circulação da fauna saprófita. Estes sacos são distribuídos junto à camada de serapilheira do solo. Em períodos definidos parte dos sacos é recolhida e pesada. Neste método a taxa de decomposição ( $k'$ ) é calculada diretamente pela fórmula  $k' = P / P_0$  sendo  $P$  a quantidade de material perdido no tempo “ $t$ ” e  $P_0$  a quantidade inicial de material. O coeficiente de decomposição é calculado então pela fórmula  $k = \ln(1 - k')$  (OLSON, 1963; PEIXOTO *et al.*, 2002).

Estes dois métodos para estimar a decomposição da serapilheira em ecossistemas terrestres possuem algumas limitações e, na maioria das vezes, os resultados encontrados diferem de um método para outro (VILLELA 1995, *apud* TRISTÃO, 1998). ANDERSON & SWIFT (1983) observaram que para o primeiro método uma limitação importante se deve ao fato dos galhos maiores que 2 cm de diâmetro serem excluídos do cálculo da produção anual de serapilheira, enquanto estes continuam influenciando o estoque de serapilheira. No segundo método os mesmos autores concluíram que a manipulação do tamanho da malha dos *litterbags*, assim como a ocorrência de um microclima específico no seu interior, podem levar a uma variação significativa na taxa de decomposição.

No entanto, o coeficiente e a taxa de decomposição continuam sendo indicadores muito importantes que permitem comparar o funcionamento do sistema decompositor de diferentes ecossistemas florestais, assim como verificar se existem fatores bióticos ou abióticos impedindo ou acelerando o *turnover* de biomassa e nutrientes durante um determinado período. À medida que mais estudos de dinâmica de serapilheira são realizados em florestas tropicais mais fatores que influenciam o processo são elucidados, tornando mais acurada a compreensão das alterações que as atividades humanas podem impor sobre o funcionamento dos ecossistemas florestais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 A área de estudo

O município do Rio de Janeiro conserva ainda três grandes remanescentes de Mata Atlântica protegidos por unidades de conservação: os maciços da Tijuca, Pedra Branca e o Maciço do Medanha. Estes três remanescentes foram preservados, como os nomes indicam, devido às suas topografias íngremes e ao ritmo de desenvolvimento urbano do seu entorno. O Maciço da Pedra Branca localiza-se na zona oeste, que atualmente constitui o eixo de maior crescimento da cidade. Suas matas estão protegidas pelo Parque Estadual da Pedra Branca que é a maior Unidade de Conservação do município com 12.500 ha (IBAM, 1998). A vertente sudeste do maciço faz contato com a Baixada de Jacarepaguá (Anexo 1).

O trecho de Mata Atlântica no qual o presente estudo foi realizado encontra-se na vertente sudeste do Maciço da Pedra Branca, mais especificamente na bacia hidrográfica do rio Caçambe, que está inserida na Floresta do Camorim. O trecho foi escolhido devido aos registros históricos confirmando seu uso pretérito como área de lavoura e de extração de madeira e carvão vegetal durante o século XVIII até a primeira metade do século XX (OLIVEIRA, 2005).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, acha-se incluído no tipo climático Af, ou seja, clima tropical chuvoso de floresta, com temperatura média superior a 18°C, sem estação seca. A pluviosidade média é de 1.176 mm anuais (FIDERJ, 1978). A vegetação predominante no Maciço da Pedra Branca pode ser classificada como Floresta Ombrófila Densa submontana (VELOSO *et al.*, 1991).

Para cumprir o objetivo de verificar a influência da topografia sobre a dinâmica da serapilheira foram escolhidas duas áreas amostrais de aproximadamente 1 ha cada: uma localizada no divisor de drenagem e outra no fundo de vale da bacia do rio Caçambe, ambas voltadas para sudoeste apresentando cobertura florestal secundárias. A área de fundo de vale encontra-se numa altitude de 150 m do nível do mar e a área do divisor de drenagem encontra-se a uma altitude aproximada de 300 m, ambos na mesma vertente (Figura 3).

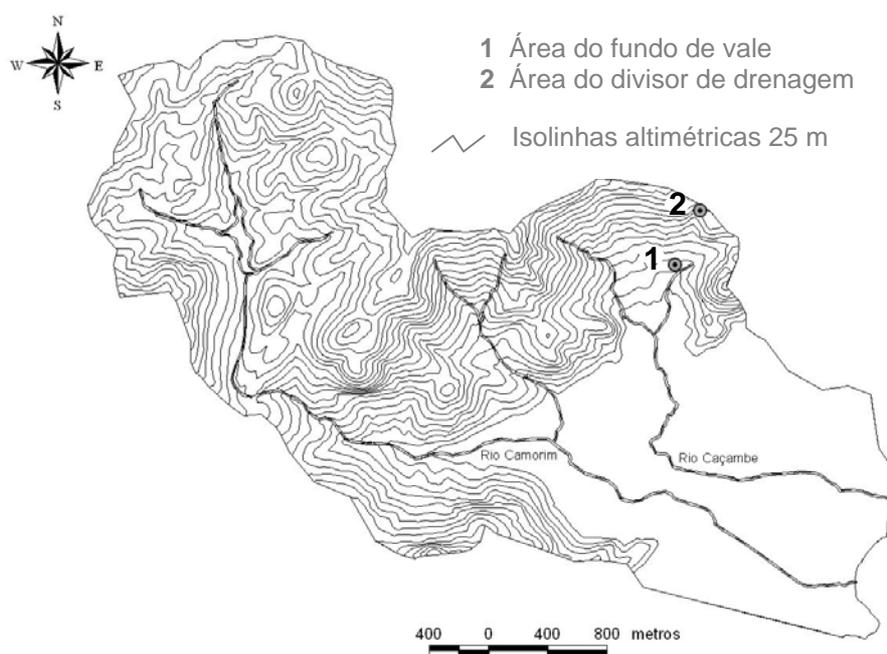


Figura 3 – As duas áreas monitoradas: 1) fundo de vale e 2) divisor de drenagem, localizadas na bacia do rio Caçambe, Floresta do Camorim, Maciço da Pedra Branca. ( adaptado de SOLÓRZANO *et al.*, 2005)

Por ser uma zona de convergência de fluxos de água, o solo na área do fundo de vale, de uma forma geral, apresenta maior conteúdo de nutrientes (Tabela 1). A área de fundo de vale apresenta solo raso e declivoso com a presença de matacões expostos. Sua acidez é moderada, sendo considerado eutrófico por apresentar saturação de bases (V) maior que 50% e saturação de alumínio menor que 30 %. O solo no divisor de drenagem é mais profundo e com menor declividade. É mais ácido e pode ser considerado distrófico por apresentar saturação de bases (V) menor que 50%. A concentração de fósforo é baixa nas duas posições, o que é comum para florestas tropicais. (EMBRAPA/CNPS, 1999; COELHO NETTO, 2003; SOLÓRZANO *et al.*, 2005).

Tabela 1 – Características químicas do solo das duas áreas monitoradas no presente estudo.

	pH	Al	Ca	Mg	H+Al	S	T	Na	K	P	V	N
<b>Local</b>	H <sub>2</sub> O	-----cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup> -----					-----mg / dm <sup>3</sup> -----			-----%----		
<b>D. drenagem</b>	4,8	0,17	2,1	0,8	4,7	3,2	7,9	9,5	89,0	1,8	33,3	1,4
<b>F. vale</b>	5,7	0,02	5,1	1,4	3,0	6,9	9,9	11,2	145,2	4,1	69,2	1,7

(fonte: SOLÓRZANO *et al.*, 2005)

## 3.2 Aporte de serapilheira

### 3.2.1 Coleta de serapilheira

O monitoramento do aporte de serapilheira iniciou em novembro de 2002 e foi finalizado em outubro de 2005. Foram utilizados coletores feitos de moldura quadrada de madeira com 0,5 m de lado e 10 cm de altura (0,25m<sup>2</sup> de área interna) e fundo de tela de polietileno com malha de 2 mm<sup>2</sup>. Em cada posição topográfica (divisor de drenagem e fundo de vale) foi delimitada uma área amostral de aproximadamente 1,0 ha. Foram colocados 12 coletores espalhados aleatoriamente em cada área, totalizando 24 coletores. Cada coletor foi afixado sobre estacas de 70 cm de altura, de forma a evitar a contaminação da serapilheira pelos salpicos provenientes do gotejamento da chuva sobre o solo. Os coletores permaneceram no mesmo posicionamento e foram mantidos com as mesmas dimensões durante os três anos monitorados (PROCTOR, 1993).

A serapilheira caída no interior dos coletores foi recolhida em intervalos aproximadamente quinzenais. As folhas e galhos que eventualmente ficavam com parte de sua superfície fora dos coletores tinham estas partes excedentes destacadas e descartadas (DOMINGOS *et al.*, 2002). Os galhos com diâmetro superior a 2 cm eram descartados por se considerar que parte da biomassa de galhos com este diâmetro provavelmente foi produzida ao longo de mais de um ano não se prestando, portanto, para medida da produção de serapilheira anual (CLARK *et al.* 2001).

Em laboratório, era feita a triagem das amostras nas frações folhas, galhos, elementos reprodutivos e resíduos (fragmentos diversos, cascas, insetos, etc.). Para verificar a

contribuição da espécie *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, que é dominante na área do fundo de vale (SOLÓRZANO *et al.* 2005), as folhas depositadas nos coletores pertencentes a esta espécie foram triadas e pesadas separadamente. Em seguida as frações eram colocadas em estufa a 80°C, até apresentarem peso constante, utilizando balança eletrônica com precisão centesimal.

### 3.2.2 Análise estatística dos dados de serapilheira

A cada coleta, após a obtenção do peso da serapilheira (total e frações: folhas, galhos, materiais reprodutivos e resíduo), era calculada a média diária de serapilheira para o período. Por exemplo, se houvessem transcorridos 17 dias até a coleta em questão o peso da serapilheira (total e frações) era dividido por este número obtendo-se a média diária em g/0,25 m<sup>2</sup>/dia. Ao final de cada ano de monitoramento as médias diárias foram somadas para a obtenção dos valores mensais de deposição de serapilheira em kg/ha/mês.

O peso obtido a cada mês e em cada posicionamento topográfico foi considerado um tratamento, e cada posicionamento topográfico foi considerado uma parcela. O tamanho das amostras de estoque de serapilheira (*n*) considerado ao final do experimento foi, portanto, 72 (12 meses x 2 posicionamentos x 3 anos) para a serapilheira total e cada uma de suas frações. Para verificar a normalidade dos dados aplicou-se o teste de Lilliefors e para verificar a homogeneidade das variâncias foi utilizado o teste de Bartlett. Os dados que não responderam positivamente à estes dois testes foram transformados utilizando-se o método da raiz quadrada ( $X^{1/2}$ ).

Com o intuito de avaliar se houve variação significativa na deposição de serapilheira (total e frações) entre os três anos de monitoramento (anos 1, 2 e 3) e entre as duas posições topográficas (fundo de vale e divisor de drenagem) foi aplicado o teste de variância “two-way” Anova a 5% de significância. Para comparar e ordenar os resultados foi aplicado o teste de Tukey. (ZAR, 1999; GARCIA, 2001).

As análises estatísticas foram realizada com o auxílio do software STATISTICA for Windows – Release 5.1.

## 3.3 Coleta e tratamento de dados climáticos

### 3.3.1 Precipitação pluviométrica

Os dados de precipitações utilizados no presente estudo foram registrados pela estação pluviométrica automática do Riocentro que dista aproximadamente 2 km da bacia do rio Caçambe e é operada pela Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (GEORIO) (Anexo 1). A GEORIO disponibiliza no *site* <http://www.rio.rj.gov.br/georio.htm> da *internet* os valores de precipitação registrados a cada 15 minutos em 31 estações pluviométricas da Cidade do Rio de Janeiro, dentre elas a do Riocentro. Os valores medidos por esta estação a cada quinze minutos, durante o período de 01 de novembro de 2002 a 31 de outubro de 2005, foram somados para obtenção das precipitações diárias, das precipitações acumuladas nas quinzenas de coleta e precipitações acumuladas a cada mês.

Como forma de situar o nível de precipitação no Riocentro em relação à Baixada de Jacarepaguá foram trabalhados também os dados pluviométricos registrados nas outras estações pluviométricas operadas pela Fundação GEORIO na região (estações pluviométricas do Itaúna, Itanhangá, Cidade de Deus e Tanque) para o período de 1997 a 2005 (Anexo 1).

Foram então calculadas as médias de precipitação mensais e anuais para a Baixada de Jacarepaguá e comparadas com as médias mensais e anuais da estação do Riocentro.

Para analisar de forma mais detalhada a intensidade dos eventos pluviométricos registrados pela estação do Riocentro, as precipitações mensais registradas ao longo dos três anos de experimento foram desmembradas em 4 classes de chuva conforme proposto por FIGUEIRÓ (2005) (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de chuva.

Classe	Intervalos (mm/24h)
1	[ 0,2 – 10,0 [
2	[ 10,0 – 50,0 [
3	[ 50,0 – 100,0 [
4	≥ 100,0

### 3.3.2 Temperaturas

As temperatura máximas, médias e mínimas diárias referentes ao período do monitoramento foram provenientes da estação climatológica do Aeroporto de Jacarepaguá, localizada a uma distância aproximada de 5,5 km da bacia do rio Caçambe, na Baixada de Jacareapaguá. Os dados foram obtidos junto ao Instituto de Controle do Espaço Aéreo do Comando da Aeronáutica.

Para realizar as análises necessárias foram calculadas as médias das temperaturas (máximas, médias e mínimas) de cada quinzena de coleta de serapilheira, assim como as médias mensais e anuais. Foram calculadas também as amplitudes diárias e sazonais para cada ano de monitoramento.

### 3.3.3 Diagramas climáticos

Com intuito de verificar o comportamento do clima ao qual a bacia do rio Caçambe está sujeito, foi montado um diagrama climático utilizando as médias mensais de temperatura e precipitação da série histórica do período de 1931 a 1975 para a bairro de Jacarepaguá (FIDERJ, 1978). Os diagramas foram preparados seguindo-se o método proposto por Walter (1986), que relaciona a temperatura e precipitação na proporção 1:2, ou seja, 10°C de temperatura para 20 mm precipitação (WINDSOR, 1990; RICKLEFS, 2003). Para verificar, de forma aproximada, os meses com ocorrência de clima seco na bacia do rio Caçambe foram preparados diagramas de Walter para os três anos de monitoramento utilizando-se as temperaturas e precipitações mensais obtidas nas estações do Aeroporto de Jacarepaguá e do Riocentro, respectivamente.

## 3.4 Padrões de deposição de serapilheira

### 3.4.1 Sazonalidade da deposição de serapilheira

Verificou-se, com o auxílio de gráficos e tabelas, se a produção de serapilheira acumulada ao longo de cada ano de monitoramento apresentou correlação com a precipitação anual acumulada. Em seguida foram estipuladas quatro classes de deposição mensal de serapilheira, de acordo com a tabela 3, e avaliou-se a existência de um padrão sazonal de deposição de serapilheira.

Tabela 3 – Classes de deposição total de serapilheira.

Classe	Intervalos ( kg.ha <sup>-1</sup> )
1	< 600,0
2	[600,0 – 900,0 [
3	[ 900,0 – 1.200,0 [
4	≥ 1.201,0

### 3.4.2 Correlação entre as deposições das duas posições topográficas

Verificou-se a existência de correlação entre as deposições quinzenais das frações de serapilheira das duas posições topográficas (folhas do fundo de vale x folhas do divisor de drenagem, galhos do fundo de vale x galhos do divisor de drenagem, e assim por diante) aplicando-se o método de correlação de Pearson. Foi também calculado o quadrado do coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ) para cada uma das frações correlacionadas (TRIOLA,1998).

### 3.4.3 Correlação entre a deposição de serapilheira e as variáveis climáticas

Para avaliar de que forma a precipitação e a temperatura influenciam no aporte de serapilheira correlacionou-se os dados de produção (quinzenais e mensais) com as precipitações (quinzenais e mensais) e com as temperaturas médias mensais. Obteve-se os respectivos coeficientes de correlação ( $r$ ) e o seu quadrado ( $r^2$ ) para cada conjunto de dados correlacionados (TRIOLA,1998).

As correlações foram realizada com o auxílio do software STATISTICA for Windows – Release 5.1.

## 3.5 Estoque e decomposição de serapilheira sobre o solo

### 3.5.1 Coleta do estoque de serapilheira sobre o solo

No presente estudo considerou-se serapilheira estocada sobre o solo como o horizonte orgânico (O) composto de restos vegetais e animais mortos, em seus vários graus de decomposição, depositado sobre o primeiro horizonte mineral (A) (OLSON, 1963; RICKLEFS, 2003). As camadas nas quais normalmente o horizonte orgânico é subdividido (L, F e H) não foram diferenciadas neste estudo (SAMPAIO, *et al.*, 1993; GARAY *et al.*, 1995; KINDEL, 2001).

A biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo foi coletada a cada quatro meses durante os dois primeiros anos de monitoramento e a cada três meses durante o último ano de monitoramento, totalizando 10 coletas. As amostras de estoque de serapilheira foram coletadas utilizando-se um moldura quadrada de madeira de 0,5 m de lado para demarcar uma superfície de coleta de 0,25 m<sup>2</sup> (MORAES *et al.*, 1996). Com o auxílio de uma faca, a serapilheira era cortada rente ao perímetro interno da moldura quadrada, de forma a destacar a amostra a ser coletada do restante do tapete contínuo de serapilheira. As folhas, galhos e fragmentos dentro do quadrado demarcado eram coletados até o aparecimento do primeiro horizonte mineral. Galhos com diâmetros superiores a 2 cm eram descartados (ANDERSON & SWIFT, 1983)

A cada período foram coletadas 10 amostras de estoque de serapilheira por posicionamento topográfico (fundo de vale e divisor de drenagem), totalizando 20 amostras

de estoque por coleta. As amostras de estoque de serapilheira foram secas em estufa a 80° C, até apresentarem peso constante com auxílio de uma balança eletrônica de precisão centesimal.

### **3.5.2 Análise estatística do estoque de serapilheira sobre o solo**

O peso médio do estoque de serapilheira obtida para cada posicionamento a cada coleta foi considerado um tratamento, e cada posicionamento foi considerado uma parcela. O tamanho da amostra de estoque de serapilheira ( $n$ ) ao final do experimento e utilizado na análise estatística foi, portanto, 20 (10 médias de estoque por coleta x 2 posicionamentos).

Foi aplicado o teste “t” de Student a 5% de significância para verificar se houve diferença significativa entre o estoque de serapilheira do fundo de vale e do divisor de drenagem (ZAR, 1999; GARCIA, 2001).

### **3.5.3 Coeficiente e taxa de decomposição de serapilheira**

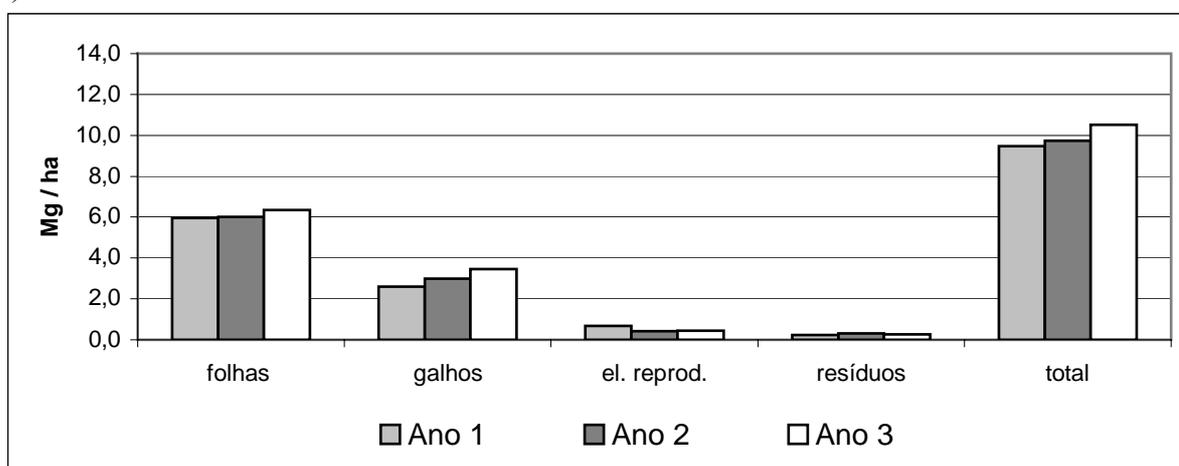
Para obter a taxa de decomposição da serapilheira estocada sobre o solo para cada ano de monitoramento, primeiramente foi calculado o estoque médio de serapilheira sobre o solo de cada posição topográfica, em cada ano. Em seguida foram calculados os respectivos coeficientes de decomposição ( $k$ ) aplicando-se a equação simplificada:  $k = L.X^{-1}$ , onde  $L$  é a serapilheira produzida durante o ano e  $X$  a média anual do estoque serapilheira acumulada sobre o solo. O cálculo da taxa de decomposição anual ( $k'$ ) foi obtida aplicando-se a equação:  $k' = 1.k^{-1}$  (OSLON, 1963).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção total de serapilheira

Conforme anteriormente definido, a produção de serapilheira foi acompanhada no período de novembro de 2002 a outubro de 2005 somando-se, portanto, três anos de monitoramento, tendo sido analisadas as produções de serapilheira em duas posições topográficas: fundo de vale e divisor de drenagem. De acordo com a figura 4, os valores médios de produção de serapilheira das duas áreas foram: 10.427,79 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o primeiro ano, 10.071,76 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o segundo e 11.716,6 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o terceiro. A média dos três anos foi de 10.738,71 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, sendo este valor o segundo mais elevado encontrado no Brasil. DINIZ & PAGANO (1997) encontram 11.200 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> numa floresta semidecídua no município de Araras (SP).

#### a) Fundo de vale



#### b) Divisor de drenagem

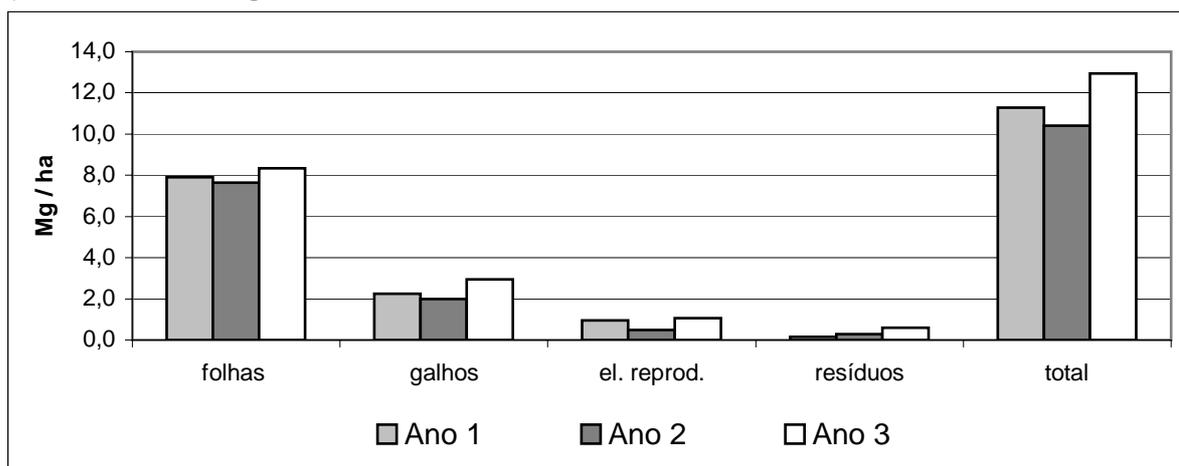


Figura 4 – Produção de serapilheira nas duas posições topográficas nos três anos de monitoramento na bacia hidrográfica do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

A posição topográfica que mais contribuiu para estes resultados elevados foi o divisor de drenagem, que nos três anos superou 10,0 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, com destaque para o terceiro ano

que praticamente atingiu as 13,0 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, valor inédito no Brasil, só ocorrendo em florestas tropicais da América Central, Ásia e África (OLIVEIRA, 1999).

A produção total de serapilheira do divisor de drenagem, em termos numéricos, superou a do fundo de vale nos três anos de experimento. No entanto, não foi detectada diferença significativa entre estes valores pelo teste “two way” Anova a 5% de significância. Da mesma forma não foi detectada diferença significativa entre a produção total de cada um dos três anos de experimento (Anexo 2) (GARCIA, 2001).

Analisando-se, da mesma forma, a fração folhas isoladamente, foi detectada diferença significativa na produção entre as duas posições topográficas, ou seja, o divisor de drenagem teve estatisticamente uma produção maior de folhas, mas a produção dos três anos foi considerada igual. Quanto à fração galhos, não foram detectadas diferenças de produção entre as duas posições topográficas e entre os três anos de monitoramento (Anexo 2).

Os dados obtidos para a fração elementos reprodutivos não atenderam o pré-requisito de normalidade aplicando-se o teste de Lilliefors. Para normalizá-los foi utilizada a transformação em raiz quadrada. Após a transformação foi detectada diferença tanto entre as posições topográficas quanto entre os anos de estudo. A produção do divisor de drenagem foi considerada estatisticamente maior. Aplicando-se o teste de Tukey verificou-se que a produção de flores e frutos do primeiro ano foi estatisticamente maior que a do segundo ano, e a produção do terceiro ano ficou numa posição intermediária, não se diferenciando estatisticamente (Anexo 2). KUNKEL-WESTPHAL & KUNKEL (1979) ressaltaram que a queda de flores e frutos é muito variável, uma vez que reflete a fenologia reprodutiva, e no estudo realizado por estes autores algumas espécies floresciam e frutificavam continuamente, enquanto em outro extremo, algumas espécies passavam vários anos sem florescer.

Para a fração resíduos não foi obtida normalidade dos dados, mesmo após a transformação destes em raiz quadrada, não sendo possível, portanto, verificar estatisticamente a diferenciação entre as duas posições topográficas (Anexo 2). Como esta fração é influenciada pelas demais frações, assim como pelo manuseio das amostras optou-se por não tentar outros tipos de transformação dos dados.

Além da alta produtividade verificada na bacia do rio Caçambe, outro fator que tornou os resultados do presente monitoramento atípicos foi o da produção encontrada no divisor de drenagem ter suplantado a produção do fundo de vale, principalmente a fração folhas, como já comentado. KUNKEL-WESTPHAL & KUNKEL (1979) em estudo semelhante em duas posições topográficas de uma floresta tropical montana da Guatemala, também encontraram diferença significativa de produção de folhas, porém a área amostral localizada próxima ao divisor de drenagem apresentou uma produção menor do que a área localizada na mesma encosta a jusante. O resultado encontrado no presente estudo vai de encontro ao que é observado normalmente na literatura, que considera os ambientes de fundos de vale e baixadas mais produtivos que topos de morros ou divisores de drenagem devido às melhores características físicas e químicas do solo tais como umidade, textura e composição química (SCHILLITLER *et al.*, 1993; TANNER *et al.* 1998; SOLLINS, 1998; CLARK, 1998).

Análises químicas realizadas em amostras de solo das duas áreas amostrais do presente monitoramento também confirmaram este padrão. A área de fundo de vale apresentou estatisticamente uma maior fertilidade que o divisor de drenagem (SOLÓRZANO *et al.*, 2005). TANNER (1998) considera que Florestas Pluviais baixo-montana são limitadas pelo elemento fósforo. Para ambas as áreas do presente monitoramento a concentração deste elemento no solo pode ser considerado baixo (divisor de drenagem = 1,8 mg/dm<sup>3</sup>, fundo de vale = 4,1 mg/dm<sup>3</sup>) (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

#### 4.1.1 Produção de serapilheira no fundo de vale

Como pode ser visto na figura 4, a produção de serapilheira no fundo de vale ao longo dos três anos foi relativamente estável, apresentando um total de 9.471,76 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no primeiro ano, 9.729,40 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no segundo e 10.194,84 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no terceiro, sendo a média dos três anos de 9.900 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. OLIVEIRA (1999) encontrou 10,0 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 9,9 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> respectivamente, em uma floresta climácica e outra com 5 anos de idade, na Ilha Grande (RJ). CÉSAR (1993) obteve 9,8 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> num estudo de três anos numa floresta semidecídua em Anhembi (SP).

Como já mencionado, não foi verificada diferença significativa entre as médias dos três anos de produção total no fundo de vale, assim como para as frações (folhas, galhos, elementos reprodutivos e resíduos), aplicando-se o teste “two way” Anova a 5% de significância. As médias mensais de cada fração, coeficientes de variação e participações percentuais para os três anos no fundo de vale estão na tabela abaixo.

Tabela 4 – Produção de serapilheira no fundo de vale do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

<b>Ano</b>		<b>folhas</b>	<b>galhos</b>	<b>el. rep.</b>	<b>resíduos</b>	<b>total</b>
<b>1</b>	média mensal*	506,42	224,39	54,36	19,09	804,27
	desvio padrão*	221,66	91,81	27,93	9,73	297,08
	C.V. (%)	43,77	40,92	51,38	50,97	36,94
	% em peso	62,8	27,5	7,2	2,5	100,0
<b>2</b>	Média mensal*	517,14	246,00	31,91	25,90	820,95
	desvio padrão*	305,66	185,01	27,07	41,83	485,83
	C.V. (%)	59,11	75,21	84,84	161,54	59,18
	% em peso	61,7	30,9	4,2	3,2	100,0
<b>3</b>	média mensal*	528,80	288,56	36,24	21,46	854,49
	desvio padrão*	159,62	184,14	45,66	15,40	277,88
	C.V. (%)	30,19	63,81	125,99	71,74	32,52
	% em peso	60,4	33,0	4,1	2,5	100,0
<b>3 anos</b>	<b>média mensal*</b>	<b>508,17</b>	<b>251,87</b>	<b>42,36</b>	<b>22,65</b>	<b>818,19</b>
	<b>desvio padrão*</b>	<b>230,29</b>	<b>157,96</b>	<b>35,20</b>	<b>25,73</b>	<b>356,29</b>
	<b>C.V. (%)</b>	<b>45,32</b>	<b>62,72</b>	<b>83,09</b>	<b>113,59</b>	<b>43,55</b>
	<b>% em peso</b>	<b>61,6</b>	<b>30,4</b>	<b>5,2</b>	<b>2,8</b>	<b>100,0</b>

\* kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>

A participação percentual média da fração folhas (61,63%) encontra-se dentro de um patamar baixo se comparada com estudos semelhantes do sudeste brasileiro. Os valores similares encontrados na região sudeste foram: 59,5 % (NASCIMENTO, 1995), 63,6 % (VARJABEDIAN & PAGANO, 1988) em floresta pluviais atlântica e 62,6% (SCHLITTLER *et al.*, 1993); 62,6 % (MERGURO *et al.*, 1979); 64,5 % (CÉSAR, 1993) e 66,3% (DINIZ & PAGANO, 1997) em florestas semidecíduas. NASCIMENTO (2005), comparando a produção na borda e no interior de um fragmento de Mata Atlântica de planície na Reserva Biológica União em Rio das Ostras, RJ, encontrou um valor de 55,0 % de participação da fração folhas na borda e 64,0 % no interior (com média de 59,5 %).

O percentual médio da fração galhos (30,4 %), por outro lado, está dentro de uma faixa de valores mais altos encontrados em estudos semelhantes no Sudeste. Valores próximos

a este foram 27,9 % (CÉSAR, 1993); 28,6 % (MÉRGUIRO *et al.*, 1979) e 31,7 % (DINIZ & PAGANO, 1997), todos em florestas semidecíduas.

Para flores e frutos, o percentual médio foi de 5,18 %, ficando próximo à média encontrada nos trabalhos analisados para o sudeste (6,11 %). O mesmo ocorreu com a média da fração resíduos (2,7 %), que está próxima a média do sudeste que é 4%.

A fração resíduos apresentou o maior coeficiente de variação para os três anos (113,6%), como era esperado, uma vez que essa fração sofre influência do próprio manuseio das amostras. O segundo maior coeficiente de variação foi a fração elementos reprodutivos com 83,1 %, seguido pela fração galhos com 62,7% e a fração folhas com 45,3%, corroborando com dados de trabalhos semelhantes. O coeficiente de variação da serapilheira total (43,5%) manteve-se nos três anos próximo ao da fração folhas (45,3%) que é a fração predominante.

VITOUSEK (1984), após realizar comparação entre 62 monitoramentos de serapilheira em diferentes florestas tropicais do globo, ressaltou que, em geral, a fração folhas corresponde a aproximadamente 70% do peso do total de serapilheira produzida e os componentes de madeira da serapilheira são aportados de forma muito heterogênea, tanto espacialmente quanto temporalmente para permitir uma generalização. KUNKEL-WESTPHAL & KUNKEL (1979) ressaltaram, ainda, que comparações entre produções totais de serapilheira encontradas na literatura são pouco confiáveis, uma vez que as metodologias de coleta empregadas diferem bastante. Afirmaram, no entanto, que para a fração folhas, os métodos normalmente empregados são mais homogêneos, sendo sua comparação bastante útil.

#### 4.1.1.1 Contribuição da espécie *Guarea guidonia* (L.) Sleumer

A espécie arbórea *Guarea guidonia* (carrapeteira) é bastante comum no fundo de vale da bacia do Rio Caçambe. A espécie pertence à família Meliaceae sendo perenifólia, heliófita, seletiva higrófila, característica de matas de galeria e comum em formações secundárias onde o ambiente lhe seja favorável como fundos de vale e beiras de rios (WANDERLEY *et al.*, 2003). CAMPOS e LANDGRAF (2001), estudando a regeneração natural às margens de uma represa em Alfenas, MG, encontraram uma densidade de 960 ind./ha e 820 ind./ha de *G. guidonia* em áreas amostrais a 10 e 36 metros da margem respectivamente.

Com o intuito de verificar sua contribuição para produção total da serapilheira ao longo do experimento suas folhas foram triadas e pesadas separadamente. O estudo de fitossociologia realizado por SOLÓRZANO *et al.* (2005) na mesma área do presente trabalho confirmaram a dominância local de *G. guidonia*, que apresentou um Valor de Importância de 119,7 e um Valor de Cobertura de 98,6. Estes valores correspondem, respectivamente, a 39,9% e 49,3% do valor máximo possível de ser assumido por estes parâmetros. Ou seja, trata-se de uma espécie de destacada importância na estrutura da floresta de fundo de vale.

A tabela 5 mostra a participação em peso percentual (com relação ao total de folhas) e o coeficiente de variação das folhas de *G. guidonia* e das demais espécies. A participação das folhas de *G. guidonia* no peso total de serapilheira foi em média 25,9%, um pouco abaixo da participação da fração galhos. Em relação à produção total de folhas, *G. guidonia* contribuiu em média com 42% ao longo dos três anos. DELAMÔNICA *et al.* (2002) encontrou numa floresta de 25 anos localizada na Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ) um valor de cobertura de 32,14 para a espécie *Miconia cinnamifolia* (DC.) Naud. (jacatirão) e uma participação de suas folhas em 13,9% do total de serapilheira e 19,9% com relação apenas à produção de folhas. Estes dados levam a supor que as outras duas espécies comuns no fundo de vale, *Piptadenia gonoacanta* (Mart.) J.F. Macbr. e *Nectandra membranacea* (Sw.) Griseb, que apresentaram

valores de cobertura de 28,2 e 15,5 respectivamente (SOLÓRZANO *et al.*, 2005) estariam juntas contribuindo significativamente para a produção de folhas deste ambiente topográfico. O coeficiente de variação da produção de folhas da *G. guidonia* e produção das folhas das demais espécies ficaram em um patamar próximo aos 50%, indicando que a queda de folha sofre uma forte variação a cada quinzena.

Tabela 5 – Produção folhas no fundo de vale do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

<b>Ano</b>		<b><i>G. guidonia</i></b>	<b>Demais espécies</b>	<b>total folhas</b>
<b>1</b>	média mensal*	183,16	323,26	506,42
	desvio padrão*	143,78	129,12	221,66
	C.V. (%)	78,50	39,94	43,77
	% em peso	36,17	63,38	100,00
<b>2</b>	Média mensal*	232,74	284,40	517,14
	desvio padrão*	140,37	182,58	305,66
	C.V. (%)	60,31	64,20	59,11
	% em peso	45,00	54,99	100,00
<b>3</b>	média mensal*	242,17	286,63	528,80
	desvio padrão*	94,98	113,98	159,62
	C.V. (%)	39,22	39,77	30,19
	% em peso	45,60	54,20	100,00
<b>3 anos</b>	<b>média mensal*</b>	<b>214,74</b>	<b>293,44</b>	<b>508,17</b>
	<b>desvio padrão*</b>	<b>127,09</b>	<b>141,47</b>	<b>230,29</b>
	<b>C.V. (%)</b>	<b>59,19</b>	<b>48,21</b>	<b>45,32</b>
	<b>% em peso</b>	<b>42,26</b>	<b>57,74</b>	<b>100,00</b>

\* kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>

A participação percentual de folhas de *G. guidonia* sobre o total de folhas do fundo de vale foi menor no primeiro ano (36,17%) e manteve-se estável nos dois últimos anos (45,0 % e 45,6%). KUNKEL-WESTPHAL & KUNKEL (1979), estudando a dinâmica de serapilheira em uma floresta pluvial tropical baixo montana da Guatemala em duas áreas amostrais de 0,1 ha cada, encontraram nos coletores folhas de um número de espécies três vezes maior do que o total de espécies existentes nas áreas amostrais, indicando que espécies localizadas fora das parcelas podem também estar contribuindo com o aporte.

#### 4.1.1.2 Comparação entre as produções anuais – fundo de vale

Como pode ser observado pela tabela 6, houve um incremento no total da produção de serapilheira do primeiro ano para o segundo de 2,72 % (257,64 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). Deste incremento no total da produção, a fração folhas contribuiu com 0,53 %, a fração galhos com 4,28 %, a fração elementos reprodutivos com uma redução de 2,89 % e a fração resíduos com um incremento de 0,8 %. Tomando cada fração isoladamente, a variação corresponde a um incremento de 49,93 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (0,83%) na produção de folhas, 405 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (15,58 %) na produção de galhos, uma redução de 273,31 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (-40,08 %) na produção de elementos reprodutivos e um incremento de 75,99 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (31,54 %) na produção de resíduos (Tabela 6 e Figura 5).

Tabela 6 – Variação da produção de serapilheira no fundo de vale do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano	unidades	Total	folhas s/ <i>G.</i>	<i>G.</i>		el. rep.	resíduos	total
		folhas	<i>guidonia</i>	<i>guidonia</i>	galhos			
2 – 1	kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	+ 49,93	-399,02	+ 448,95	+ 405,04	- 273,31	+ 75,99	+ 257,65
	%	+ 0,84	-10,61	+ 20,52	+ 15,58	- 40,09	+ 31,54	+ 2,72
3 – 2	kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	+ 346,35	+ 76,94	+ 269,41	+ 457,93	+ 26,43	-59,36	+ 771,34
	%	+ 5,77	+ 2,29	+ 10,22	+ 15,24	+ 6,47	-18,73	+ 7,93

A fração folhas, apesar de apresentar uma variação muito reduzida se comparada às outras frações, quando desmembrada em folhas de *Guarea guidonia* e folhas das demais espécies arbóreas apresentou um incremento de 448,95 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (20,5 %) na produção de folhas de *G. guidonia* e uma redução de 399,02 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (-10,6 %) na produção de folhas das demais espécies. Esta complementação na produção da fração folhas permite verificar o quanto a dinâmica de serapilheira é uma resultante de diferentes comportamentos fenológicos ou respostas diferentes das espécies aos mesmos estímulos ambientais. Este resultado preliminar traz à tona a questão de o quanto a riqueza e a dominância contribuem para uma estabilização do sistema e o quanto contribuem para uma maior ou menor produção anual.

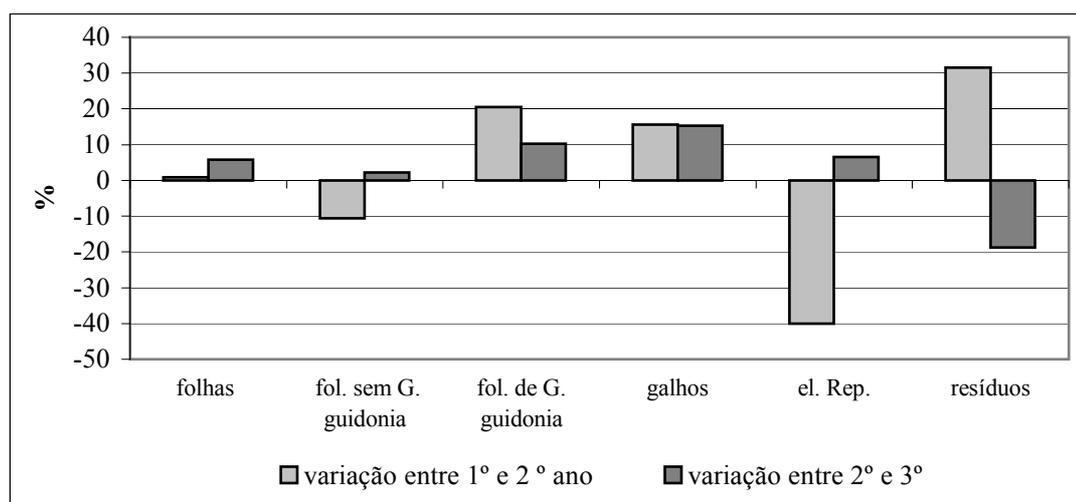


Figura 5 – Variação percentual das frações de serapilheira entre os anos no fundo de vale do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Comparando-se a produção do terceiro ano com a do segundo, ocorreu um incremento de 7,93 % (771,35 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) na produção de serapilheira. Estes valores correspondem a um aumento de 346,35 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (5,77 %) na produção de folhas, de 457,93 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (15,24 %) na produção de galhos, 26,43 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (6,47 %) na produção de elementos reprodutivos e uma redução de 59,36 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (-18,73%) na produção de resíduos. A espécie *G. guidonia* teve um aumento de 269,41 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (10,22 %) na deposição de folhas e as demais espécies tiveram um aumento 76,94 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (2,29 %). Dentre as quatro frações, os galhos apresentaram um incremento similar nos dois últimos anos.

Observando a figura 5, pode-se verificar que tanto a fração galhos quanto as folhas de *G. guidonia* apresentaram incrementos nos dois últimos anos. As folhas das demais espécies arbóreas, assim como os elementos reprodutivos, aparentemente tiveram uma semelhança de comportamento, apresentando redução na produção do primeiro para o segundo ano, provavelmente devido à redução na precipitação como será mostrado adiante, e um pequeno acréscimo do segundo para o terceiro ano.

Deve-se ressaltar que as espécies dominantes *G. guidonia* (carrapeteira) e *P. gonoacanta* (pau-jacaré) apresentam folhas compostas (CARVALHO, 2003; WANDERLEY *et al.*, 2003; LORENZI, 2002), e seus pecíolos, quando desprovidos de folíolos, foram contabilizados na fração galhos, o que pode ter contribuído de alguma forma para o incremento desta fração justificando o percentual alto da participação da fração galhos quando comparados a valores de outros trabalhos. Da mesma forma, folíolos de *P. gonoacanta* podem ter sido em parte contabilizados como resíduos em função de dificuldades na triagem. De qualquer maneira, a contabilização total das frações corrige estes eventuais erros.

#### 4.1.2 Produção de serapilheira no divisor de drenagem

A produção de serapilheira no divisor de drenagem apresentou um comportamento mais instável ao longo dos três anos, com a um total de 11.282,10 kg.ha<sup>-1</sup> no primeiro ano, 10.414,12 kg.ha<sup>-1</sup> no segundo ano e 12.932,46 kg.ha<sup>-1</sup> no terceiro ano. As médias mensais para os três anos foram respectivamente 925,02 ± 388,76 kg.ha<sup>-1</sup>, 868,59 ± 324,21 kg.ha<sup>-1</sup> e 1.077,70 ± 370,33 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 7). Como já mencionado, não foram verificadas diferenças significativas entre as médias dos três anos de produção no divisor de drenagem aplicando-se o teste “two way” Anova a 5 % significância. No entanto, a produção média do divisor de drenagem (11.542,85 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) foi extremamente alta, se comparada com outros trabalhos na região Sudeste (Tabela 10). No Brasil, apenas no trabalho de DINIZ & PAGANO (1997) em uma floresta semidecídua de São Paulo foi obtido um valor próximo a este (11,2 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). Já na América Central existem registros de valores próximos em florestas tropicais do Panamá (11,2 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), Guatemala (11,5 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), Venezuela (11,9 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) e Colômbia (12,0 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). A produção obtida no terceiro ano (12,9 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) aproxima-se mais de valores obtidos na Costa do Marfim e Congo (*apud* OLIVEIRA, 1999).

Tabela 7 – Produção de serapilheira no divisor de drenagem do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano		folhas	galhos	el.reprod.	resíduos	total
1	média mensal*	659,42	187,35	80,58	12,82	925,02
	desvio padrão*	269,67	116,74	59,09	7,72	388,76
	C.V. (%)	40,90	62,31	73,33	60,22	42,03
	% em peso	70,14	19,93	8,57	1,36	100,00
2	Média mensal*	637,32	165,28	41,47	23,77	868,59
	desvio padrão*	200,40	116,37	40,44	25,99	324,21
	C.V. (%)	31,44	70,41	97,53	109,30	37,33
	% em peso	73,44	19,05	4,78	2,74	100,00
3	média mensal*	695,14	245,71	88,02	48,83	1077,71
	desvio padrão*	185,10	133,89	76,29	50,08	370,34
	C.V. (%)	26,63	54,49	86,67	102,54	34,36
	% em peso	64,50	22,80	8,17	4,53	100,00
3 anos	<b>média mensal*</b>	<b>663,96</b>	<b>199,45</b>	<b>70,03</b>	<b>28,48</b>	<b>957,10</b>
	<b>desvio padrão*</b>	<b>216,40</b>	<b>123,93</b>	<b>62,21</b>	<b>35,39</b>	<b>362,86</b>
	<b>C.V. (%)</b>	<b>32,59</b>	<b>62,14</b>	<b>88,83</b>	<b>124,29</b>	<b>37,91</b>
	<b>% em peso</b>	<b>69,36</b>	<b>20,59</b>	<b>7,17</b>	<b>2,88</b>	<b>100,00</b>

\* kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>

BRAY & GORHAM (1964) sugeriram a ocorrência de uma relação linear inversa entre latitude e produção de serapilheira. Segundo essa relação, o máximo teórico de produção seria de  $15,0 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , próximo do equador e declinaria para menos de  $1,0 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  nas altas latitudes. Partindo deste princípio, para uma latitude de  $23^{\circ}\text{S}$ , que é o caso do presente estudo, a produção teórica seria de  $8.000 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . A média de produção obtida para doze trabalhos realizados em remanescentes Mata Atlântica do sudeste brasileiro foi de  $8.400 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (Tabela 10) com uma produção mínima de  $6,0 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  numa floresta semidecídua no município de Campinas (SP) (MARTINS & RODRIGUES, 1999) e uma produção máxima de  $11,2 \text{ Mg. ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  no município de Araras (SP) (DINIZ & PAGANO, 1997) mostrando que o resultado obtido neste trabalho, tanto para o fundo de vale e principalmente para o divisor de drenagem, estão significativamente acima da média. Outros fatores além da latitude devem ser considerados, tais como fatores climáticos regionais e variações locais de topografia e tipo de solo.

O elevado resultado não parece estar ligado à discrepância eventual de alguma das frações, como por exemplo, galhos. Na participação de cada fração na produção de serapilheira do divisor de drenagem, em média as folhas ficaram com 69,36 %, os galhos com 20,59 %, os elementos reprodutivos com 7,17 % e os resíduos com 2,88 %. Estes valores estão bem próximos da média obtida para os trabalhos realizados na Mata Atlântica: 68,6 % para a fração folhas, 20,0 % para fração galhos, 6,11 % para fração elementos reprodutivos e 4%, para resíduos (Tabela 10). No terceiro ano, quando a produção do divisor de drenagem foi recorde, a fração folhas teve a menor participação percentual 64,5 % dos três anos, a participação da fração galhos (22,8 %) e resíduos (4,5 %) foram ligeiramente maiores. A fração de elementos reprodutivos (8,2 %) foi semelhante a do primeiro ano.

Da mesma forma que no fundo de vale, o desvio padrão médio seguiu a ordem esperada, sendo mais alta para a fração resíduos (124,29 %), seguida da fração elementos reprodutivos (88,83 %), fração galhos (62,14 %) e fração folhas (32,59 %). O coeficiente de variação da fração folhas ficou um pouco abaixo do obtido para o fundo de vale (45,32 %), evidenciando que possivelmente a maior diversidade de espécies arbóreas esteja proporcionando uma equalização da produção de folhas ao longo dos meses do ano.

#### 4.1.2.1 Comparação entre as produções anuais - divisor de drenagem

Quando comparada a produção de serapilheira do segundo ano com relação a do primeiro ano, no divisor de drenagem, observa-se uma redução de 8,52% ( $-969,70 \text{ kg/ha/ano}$ ) na produção de serapilheira. Isto correspondeu a uma redução efetiva de  $117,89 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (1,52 %) na deposição de folhas;  $-507,08 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (20,36 %) na queda de galhos;  $-466,3 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (48,37 %) na produção de flores e frutos e um incremento de  $121,58 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (74,27 %) na queda de resíduos (Tabela 8 e Figura 6). Como já mencionado, a única fração cuja a variação da deposição entre os anos foi considerada estatisticamente significativa foi a variação da fração elementos reprodutivos, com a produção do primeiro ano superando a do segundo ano. Este menor investimento em elementos reprodutivos no segundo ano pode ser uma característica fenológica de alguns indivíduos da comunidade ou devido ao menor índice pluviométrico ocorrido no segundo ano, como será mostrado mais adiante. O fato do fundo de vale também ter apresentado uma forte redução na produção de flores e frutos aumenta a possibilidade da segunda hipótese, uma vez que o índice de similaridade (Índice de Sorensen = 28,6 %) encontrado entre as espécies arbóreas das duas posições topográficas foi baixo (SOLÓRZANO *et al.*, 2005), indicando baixa similaridade na composição florística dos dois ambientes estudados.

Tabela 8 – Variação da produção de serapilheira no divisor de drenagem do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano	unidade	folhas	galhos	el. reprod.	resíduos	total
2 – 1	kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	- 117,89	- 507,08	- 466,30	+ 121,58	- 969,69
	%	- 1,52	- 20,36	- 48,37	+ 74,27	- 8,52
3 – 2	kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	+ 693,84	+ 965,11	+ 558,66	+ 300,72	+ 2518,34
	%	+ 9,07	+ 48,66	+ 112,26	+ 105,41	+ 24,18

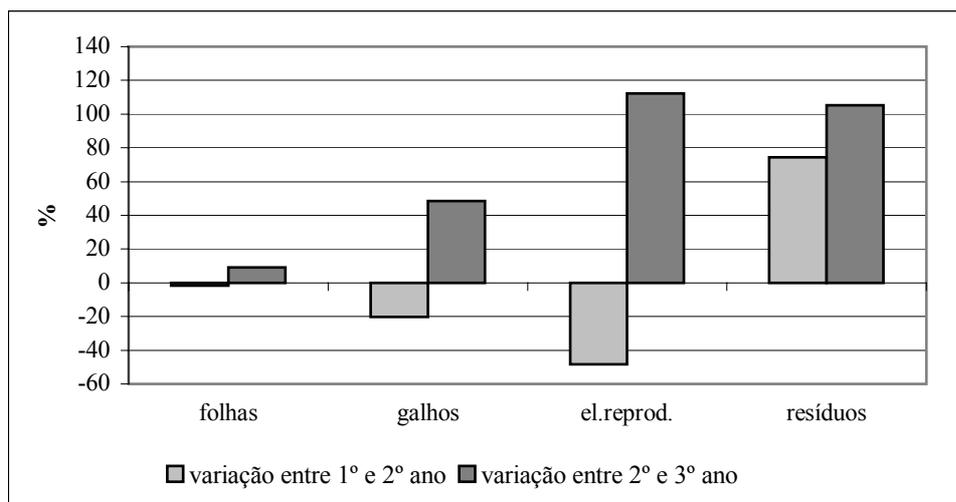


Figura 6 – Variação percentual das frações de serapilheira entre os anos no divisor de drenagem do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Comparando-se a produção de serapilheira do terceiro ano com relação a do segundo ano foi verificado um incremento de 24,18 %. Isto significou um incremento em termos absolutos de 693,84 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (9,07 %) na deposição de folhas, 965,11 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (48,66 %) na queda de galhos, 558,67 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (112,16 %) na produção de elementos reprodutivos e um incremento de 300,72 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (105,41 %) na deposição de resíduos. Portanto, o incremento no total da serapilheira no terceiro ano foi de 2.518,34 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Novamente a única fração cujo incremento foi estatisticamente significativo foi a fração de elementos reprodutivos e novamente acompanhando também um aumento na precipitação do terceiro ano, como será verificado mais à frente.

Pode-se verificar, comparando-se os gráficos, que no segundo ano, enquanto no fundo de vale verificou-se um incremento de produção total, o divisor de drenagem apresentou um decréscimo. Já no terceiro ano ocorreu um significativo aumento na produção de ambos.

Existem, portanto, dois fatos importantes no presente estudo a serem elucidados. O primeiro é qual fator está ocasionando a produção significativamente superior à média do Sudeste quando comparadas a estudos em florestas ombrófilas densas do litoral, em florestas semidecíduas dos planaltos ou mesmo da América Latina. A segunda pergunta é porque ocorreu uma inversão, na qual o divisor de drenagem apresenta maior produção que o fundo de vale.

No estudo fitossociológico realizado por SOLÓRZANO *et al.* (2005), nas mesmas áreas amostrais do presente trabalho foi verificado que o divisor de drenagem apresenta uma maior diversidade de espécies que o fundo de vale. No primeiro foram encontradas 91 espécies e foi obtido um índice de Shannon de 3,98 nats/ind, enquanto o número de espécies do fundo de vale foi 41 e o índice de Shannon foi 2,19 nats/ind. Este fato poderia em parte

explicar a sua maior produção, uma vez que um maior número de espécies levaria a uma diferente arquitetura de copas e folhas, o que se traduziria no melhor aproveitamento da luz (JANZEN, 1980). Por outro lado, o número total de espécies (91) é compatível com valores encontrados em formações congêneres com a mesma idade sucessional (SOLÓRZANO *et al.*, 2005). A menor diversidade encontrada no fundo de vale deve-se provavelmente à capacidade da espécie *G. guidonia* de ocupar espaços de fundo de vale, o que facilitou sua dominância local. Mas é interessante notar que foi justamente esta espécie que contribuiu mais para que no segundo ano ocorresse um aumento na produção do fundo de vale, enquanto no divisor de drenagem ocorreu uma redução. Também no terceiro ano a produção de folhas de *G. guidonia* apresentou um incremento maior que as demais espécies juntas, indicando que a espécie está contribuindo significativamente para a manutenção da alta produção no fundo de vale.

A presença nas duas posições topográficas da espécie secundária *P. gonoacantha*, assim como outros parâmetros fitossociológicos (Tabela 9) mostram que a floresta nas duas áreas amostrais têm idades semelhantes, fato este confirmado pela história de uso pretérito do local. Com relação à biomassa total nos dois ambientes, existem indícios que mostram que seus valores são próximos. Multiplicando-se a área basal de cada ambiente pela respectiva altura média do componente arbóreo – o que constitui uma estimativa de biomassa de madeira – encontramos 247,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> no fundo de vale e 235,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> no divisor de drenagem. De acordo com BRAY & GORHAN (1964), existe uma certa relação entre quantidade de serapilheira depositada anualmente e a idade das árvores. Normalmente ocorre um aumento na queda de serapilheira até a idade em que as árvores atingem a maturidade ou fecham as suas copas. Após este ponto pode ocorrer um ligeiro decréscimo ou um estabilização (POGGIANI, 1992). No entanto, OLIVEIRA (1999) comparando a produção de serapilheira de três trechos de florestas da Ilha Grande, o primeiro com 5 anos, o segundo com 25 anos e um em estágio climácico encontrou as maiores produções na trecho de floresta climácica e no trecho com 5 anos de idade (10,0 e 9,9 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> respectivamente), indicando que outros fatores ambientais podem influenciar na produtividades além do estágio sucessional.

Tabela 9 – Principais características vegetacionais das duas posições topográficas da bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca (SOLÓRZANO *et al.*, 2005).

Característica	Fundo de vale	Divisor de drenagem
Área amostrada (m <sup>2</sup> )	2.500	2.500
Densidade (ind./ha)	1.016	1.800
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	25,3	26,2
Diâmetro máximo (cm)	45,0	43,0
Diâmetro médio (cm)	14,9	10,8
Altura máxima (m)	25,0	30,0
Altura média (m)	9,8	9,0
Indivíduos mortos em pé (%)	10,2	9,5
Índice de Shannon (nats/ind.)	2,19	3,98

Tabela 10 – Média de produção de serapilheira para 14 remanescentes de Mata Atlântica no Sudeste do Brasil.

Município	Característica	Altitude		T °C	Deposição Mg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	folhas %	galhos %	el. rep %	Resíd. %	outros %	Autores
		m	mm								
Araras, SP	Mesófila semidecídua	655	1144	20,7	11,2	66,3	31,8	2,0			Diniz & Pagano, 1997.
Angra dos Reis, RJ	Pluv. Atlântica de encosta, climx.	280			10,0	67,0	19,0	9,0	5,0		Oliveira, 1999.
Angra dos Reis, RJ	Pluv. Atlântica de encosta, 5a	80			9,9	79,0	14,0	4,0	4,0		Oliveira, 1999.
Anhembi, SP	Mesófila semidecídua.	500			9,8	64,6	27,9	7,6			Cesar, 1993.
São Paulo, SP	Mesófila semidecídua	750	1428	17,6	9,4	62,6	28,6	6,3	2,4		Merguro <i>et al.</i> , 1979.
Rio das Ostras	Pluv. Atlântica de planície		2281	24,7	9,3	59,5	25,0	9,0	6,5		Nascimento, 2005.
Rio de Janeiro, RJ	Pluv. Atlântica de encosta	750	2300	22,0	8,9	74,0	12,8	7,9	5,1		Oliveira, 1987.
Angra dos Reis, RJ	Pluv. Atlântica de encosta, 25a	140			8,7	73,0	14,0	9,0	4,0		Oliveira, 1999.
Guarujá, SP	Pluvia Atlântica de planície	140			7,9	63,6	24,6	6,2	2,8		Varjabedian e Pagano, 1988.
Teod. Sampaio, SP	Mesófila semidecídua	320	1382	22,3	7,6	62,6	25,2	7,2	4,9		Schlittler <i>et al.</i> , 1993.
Santo André, SP	Pluv. Atlântica de encosta	820	3380	18,0	7,0	72,0	22,0	2,0	4,0		Domingos <i>et al.</i> , 1997.
Cunha, SP	Pluv. Atlântica de encosta	1075	2241	19,4	6,4	67,3	20,2			12,5	Custodio Filho <i>et al.</i> , 1997
Campinas, SP	Mesófila semidecídua	595	1360	20,6	6,0	75,9	19,3	3,2	1,7		Martins & Rodrigues, 1999.
São Paulo, SP	Pluv. Atlântica de encosta		2451	17,7	6,0	72,7	16,1			11,3	Custodio Filho <i>et al.</i> , 1996.
<b>Média</b>					<b>8,4</b>	<b>68,6</b>	<b>20,0</b>	<b>6,11</b>	<b>4,0</b>		

## 4.2 Dados climáticos da Baixada de Jacarepaguá

### 4.2.1 Precipitação pluviométrica

Foram contabilizadas precipitações mensais e anuais para os três anos de monitoramento da produção da serapilheira, utilizando os dados registrados a cada 15 minutos na estação pluviométrica localizada no Riocentro. É importante ressaltar que no presente estudo cada ano experimental foi de novembro a outubro. Foram contabilizadas precipitações acumuladas de 1.765,9 mm no primeiro ano (nov./02 a out./03), 1.188,0 mm no segundo ano e 1.688,5 mm no terceiro ano (GEORIO, 2005). A série histórica de precipitação para a Baixada de Jacarepaguá durante o período de 1936 a 1975 teve uma média anual de 1.175,8 mm (FIDERJ, 1978). Observa-se, portanto, que o segundo ano apresentou valor muito próximo a este, enquanto a precipitação do primeiro e terceiro ano de monitoramento estão bem acima da média histórica.

A figura 7 mostra a precipitação anual registrada no Riocentro e a média para a Baixada de Jacarepaguá no período de 1997 a 2005. Também durante este período a precipitação do Riocentro ficou próxima à média da Baixada de Jacarepaguá, sendo os anos de 2003 e 2005 justamente aqueles cuja precipitação do Riocentro se apresentou um pouco mais elevada.

A precipitação acima da média registrada em 1998 foi explicada por FIGUEIRÓ (2005) como um resultado do fenômeno El Niño. Este evento climático periódico tem como característica o aumento das temperaturas das águas do oceano Pacífico o que ocasiona um aumento das temperaturas atmosféricas durante o verão. No litoral sudeste brasileiro esta alteração atmosférica provoca a ocorrência de eventos pluviométricos mais intensos no verão.

A figura 8 compara as médias mensais de precipitação na estação Riocentro e da Baixada de Jacarepaguá. Novamente os valores encontram-se bem próximos. A estação Riocentro para o período de 1997 a 2005 apresentou precipitação média anual de 1.256 mm enquanto a média da Baixada de Jacarepaguá foi de 1.294mm, confirmando a uniformidade das precipitações na região.

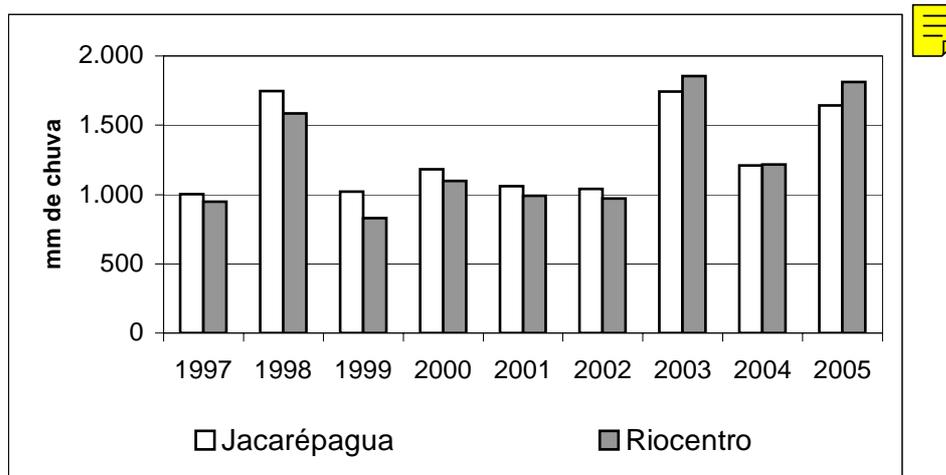


Figura 7 – Média das precipitações anuais no período de 1997 a 2005 na Baixada de Jacarepaguá e na estação pluviométrica do Riocentro (GEORIO, 2005).

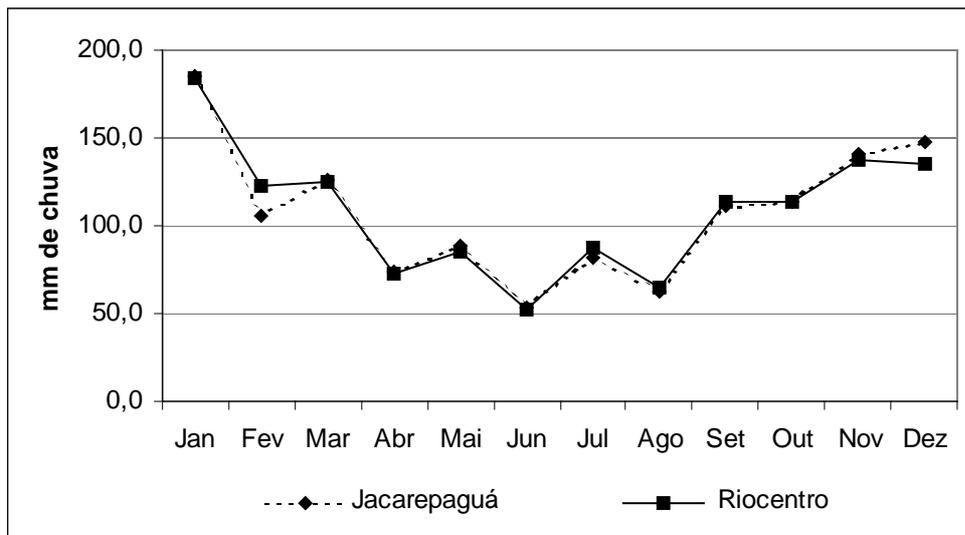


Figura 8 – Médias de precipitação mensal no período de 1997 a 2005, na Baixada de Jacarepaguá e na estação pluviométrica do Riocentro (GEORIO, 2005).

A similaridade entre a precipitação medida na estação Riocentro e aquela recebida pela bacia hidrográfica do rio Caçambe foi confirmada através de um estudo onde foram instalados coletores de chuva nas duas áreas amostrais (fundo de vale e divisor de drenagem), no período de nov/02 a out/03. Foram obtidos 1.701 mm no fundo de vale e 1.698 mm no divisor de drenagem, enquanto o valor medido pela estação Riocentro no mesmo período foi de 1.765 mm (CINTRA, 2004).

Na tabela 11 está detalhada a precipitação nos três anos de monitoramento por classes de chuva, assim como as participações percentuais e o número de dias de precipitação para cada classe. Os anos 1 e 3 tiveram, em termos quantitativos, valores semelhantes tanto de precipitação total (1.765,9 mm e 1.688,5 mm respectivamente) quanto das precipitações por classes. A diferença de precipitação total entre estes dois anos foi de apenas 83 mm, sendo a diferença mais marcante a ocorrência de um evento de chuva classe 4 no primeiro ano.

Tabela 11 – Valores de precipitação de novembro de 2002 a outubro de 2005, na estação do Riocentro, distribuída por classes, percentuais e número de dias.

Ano		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Total
1	precipitação (mm)	234,1	910,4	509,6	111,8	1765,9
	percentual	13%	52%	29%	6%	100%
	nº de dias c/ chuva	77	40	8	1	126
2	precipitação (mm)	313,6	748	126,4	0	1188,0
	percentual	26%	63%	11%	0%	100%
	nº de dias c/ chuva	88	34	2	0	124
3	precipitação (mm)	222,2	998,6	467,7	0	1688,5
	percentual	13%	59%	28%	0%	100%
	nº de dias c/ chuva	83	39	7	0	129

Já o segundo ano apresentou um volume total de chuvas bem abaixo do volume dos outros anos de monitoramento, principalmente pela menor ocorrência de chuvas classe 3 e ausência de chuvas classe 4. Outro fator que deve ser observado na tabela 11 é o número de dias nos quais as precipitações de cada classe ocorreram. Os três anos apresentaram valores

muito similares; no entanto, é importante observar a distribuição das chuvas ao longo do tempo, pois este é o fator de maior importância tanto para os processos geomorfológicos quanto para os biológicos. Particularmente a ocorrência de eventos de classe 3 e 4 pode representar importante papel na deposição de galhos e folhas.

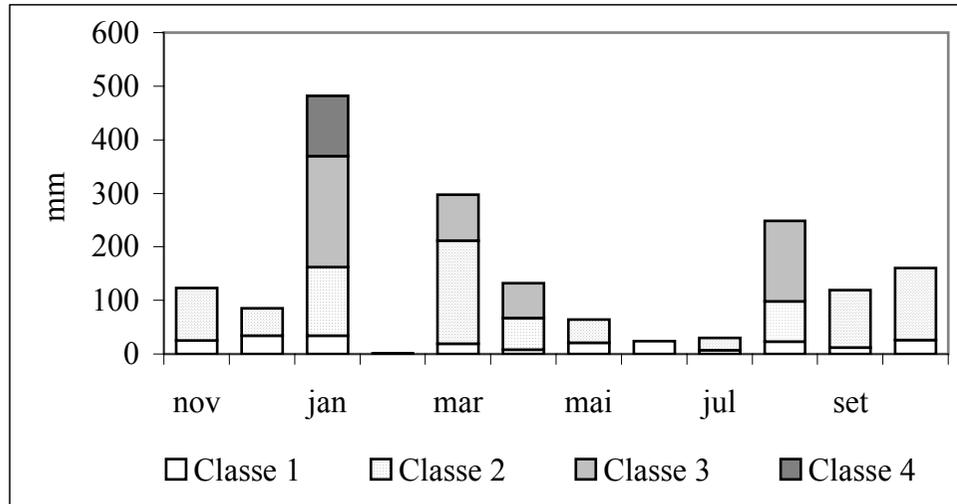
MIRANDA (1992) observou que as chuvas classe 1 ficam quase integralmente retidas pelas copas, pouco contribuindo para a precipitação terminal e estocagem no solo. Já os eventos de chuva classe 2 são aqueles que mais contribuem para a regulação hidrológica do geoecossistema florestal e recarga dos aquíferos. As classes 3 e 4 representam os eventos de menor frequência e grande intensidade, muitos dos quais detonadores de processos associados a desastres naturais (FIGUEIRÓ, 2005).

Os gráficos com as distribuições mensais de chuvas ao longo de cada ano (Figura 9 *a*, *b* e *c*) permitem observar que o ano 1 além de ter sido o ano de maior precipitação (1.765,9 mm), apresentou chuvas muito concentradas, sendo o único com ocorrência de evento classe 4, tendo este ocorrido no dia 25/01/03 com 111,8 mm de precipitação. Os eventos de chuvas classe 3 e 4 somaram 971,8 mm ou 55% do total da precipitação neste ano. Ocorreram nove meses com precipitação superior a 50 mm e 3 meses com precipitação menores que 50 mm (fevereiro, junho e julho), sendo que junho ocorreu apenas precipitação classe 1, permitindo somente o molhamento das copas e da serapilheira. Em fevereiro praticamente não choveu, apesar deste ser um mês tipicamente chuvoso. Segundo FIGUEIRÓ (2005) no mês de fevereiro, nos últimos dez anos, têm sido registrados os maiores desvios nos volumes de chuvas, tanto positivos quanto negativos.

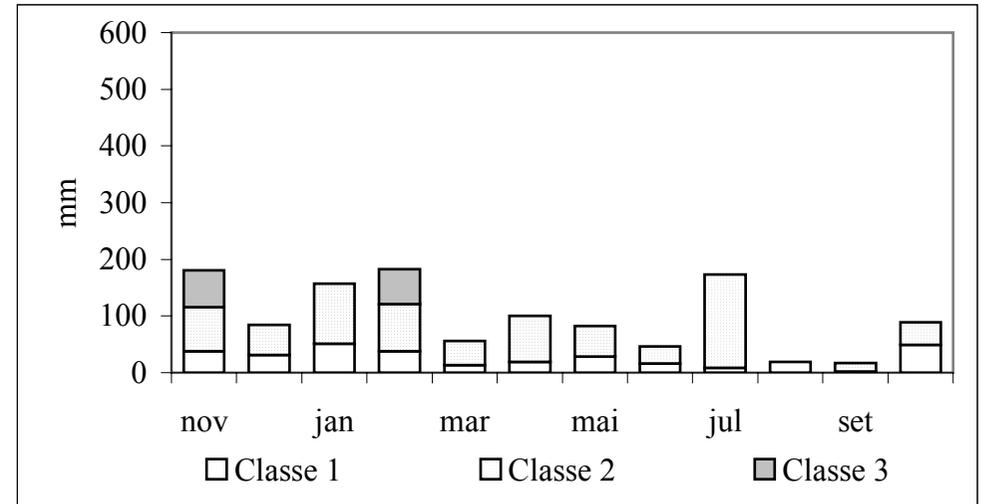
O segundo ano de monitoramento seguiu um padrão mais sazonal com precipitações mais baixas no outono e inverno. Apresentou apenas dois meses com eventos classe 3, que somaram 126,4 mm. Foram também nove meses com precipitações acima de 50 mm que se sucederam praticamente de forma contínua e apenas três meses com precipitações menores que 50 mm (junho, agosto e setembro), sendo que em agosto ocorreram apenas precipitações classe 1.

O terceiro ano, apesar do volume de precipitação (1.765,5 mm) ter ficado próximo ao do primeiro ano, teve como particularidade uma melhor distribuição das chuvas. Ocorreram seis meses com eventos de chuvas classe 3, tendo estes somado 467,7 mm. Foram 10 meses com chuvas superiores a 50 mm e apenas 2 meses (junho e agosto) com chuvas abaixo dos 50 mm, não tendo ocorrido meses sem chuvas classe 2.

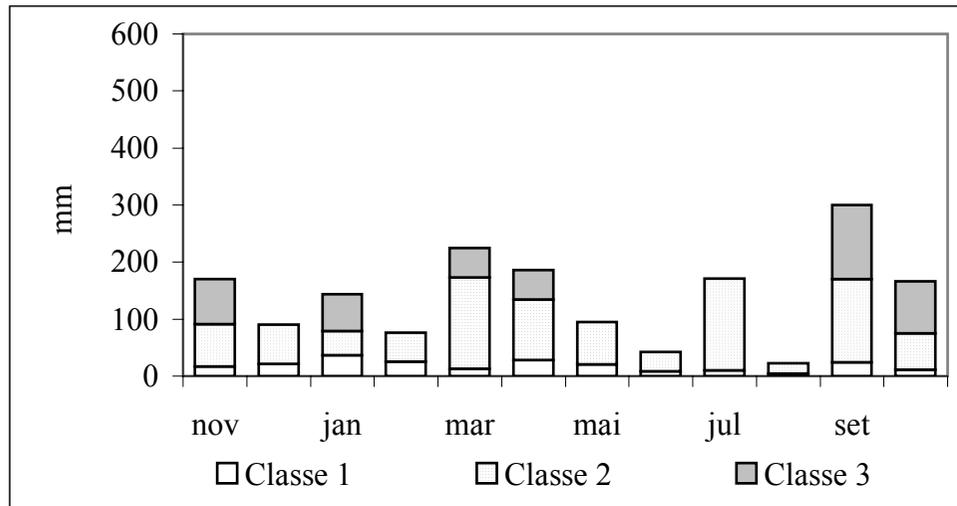
a) Ano 1



b) Ano 2



c) Ano 3



d) precipitações médias mensais dos 3 anos

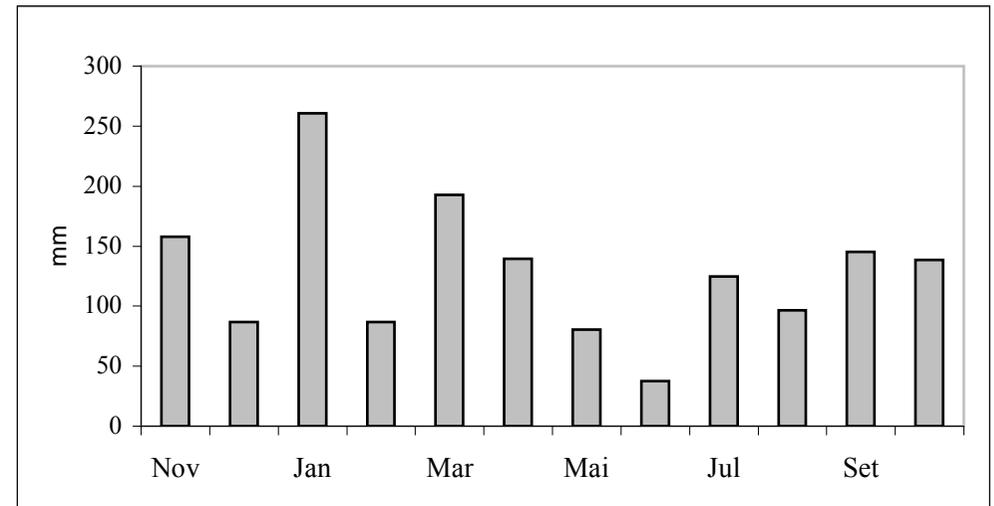


Figura 9 – Distribuição mensal de chuvas na estação Riocentro, Baixada de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro (GEORIO, 2005).

## 4.2.2 Temperaturas

Segundo AYOADE (2002), dentre os fatores que influenciam a temperatura sobre a Terra são preponderantes a insolação recebida (dominada pela latitude), a natureza da superfície (que define o albedo), a distância a partir dos corpos hídricos (maritimidade e continentalidade), o relevo (orientação), a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas.

Pelo gráfico de temperaturas médias mensais calculadas a partir dos dados registrados pela estação climatológica do Aeroporto de Jacarepaguá (Figura 10), pode ser observado um comportamento sazonal da mesma. As variações sazonais da temperatura aumentam com a latitude e com o grau de continentalidade (RICHARDS, 1964; WALTER, 1986; AYOADE, 2002).

O primeiro ano apresentou temperaturas mais altas no verão, principalmente no mês de fevereiro, que foi o mais seco. Este foi o ano de maior média das temperaturas máximas (27,6°C) e maior amplitude sazonal (temp. média do verão – temp. média do inverno) (Tabela 12). As chuvas neste ano, como já observado, foram concentradas em eventos de alta pluviosidade. O segundo ano apresentou temperaturas médias anuais (máxima, média e mínima) mais baixas, assim como a menor amplitude sazonal (3,3°C). Este ano, além de apresentar as menores temperaturas médias, foi também o de menor pluviosidade. O terceiro ano apresentou temperatura média (23,3°C) similar ao primeiro ano, porém a temperatura máxima foi mais baixa (27,3°C) e a mínima mais elevada (19,3°C), o que se refletiu numa menor média de amplitude diária (8,0°C) e sazonal (4,4°C). Este ano apresentou uma precipitação semelhante ao primeiro ano, no entanto a distribuição das chuvas foi mais homogênea, como comentado anteriormente.

Tabela 12 – Temperaturas médias anuais e amplitude térmica calculadas a partir dos dados registrados na estação climatológica do Aeroporto de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro, RJ (ICEA, 2005).

Ano	Temperaturas médias anuais (°C)			Amplitudes (°C)	
	máximas	médias	mínimas	sazonal	diária
1	27,6	23,3	19,0	5,3	8,6
2	27,1	22,8	18,5	3,3	8,6
3	27,3	23,3	19,3	4,4	8,0

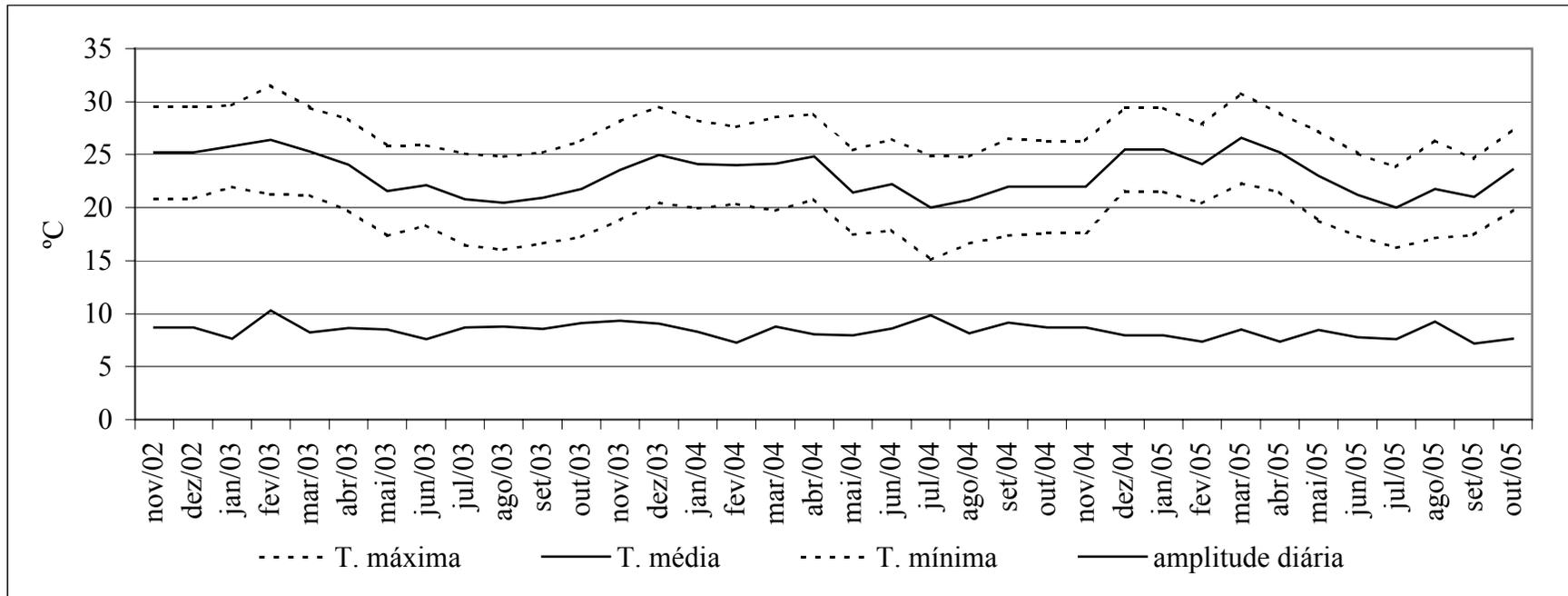


Figura 10 – Temperaturas médias mensais registradas pela estação climatológica do Aeroporto de Jacarepaguá (ICEA, 2005).

### 4.2.3 Diagramas climáticos da Baixada de Jacarepaguá

Segundo WALTER (1986), o clima é definido como sendo o resultado da ação combinada de vários fatores meteorológicos num dado momento. Para avaliar do ponto de vista ecológico o clima que ocorre na área do monitoramento foram elaborados diagramas de Walter para os três anos combinando os dados de temperatura e precipitação. Através destes diagramas é possível verificar o grau de aridez ou de umidade de diversas estações do ano para determinada localidade (WALTER, 1986). Este diagrama é de grande utilidade, pois permite comparar biomas partindo do princípio que numa região sob temperaturas médias de 20°C, precipitações mensais de 40 mm são suficientes para permitir o crescimento das plantas (RICKLEFS, 2003).

Pelos diagramas (Figura 11 *a, b e c*) nota-se que, sob o ponto de vista climático, no primeiro ano os meses fevereiro, junho e julho foram considerados secos. No segundo ano, os meses secos foram agosto e outubro e o terceiro ano apresentou apenas o mês de agosto com o clima seco. WALTER (1986) observa que mesmo no ar saturado de vapor d'água, em regiões tropicais, ocorrem grandes déficits de saturação na superfície das folhas, devido ao seu aquecimento em até 10°C acima da temperatura do ar quando o sol está no zênite. Este processo se repete diariamente ao longo de períodos sem chuvas e sem nuvens, mesmo em meses considerados úmidos no diagrama climático. No entanto, as folhas das espécies arbóreas tropicais estão adaptadas ao máximo para resistir à perda d'água por transpiração, sendo providas de cutículas espessas, que lhes confere uma consistência coriácea e capacidade de fechar completamente seus estômatos.

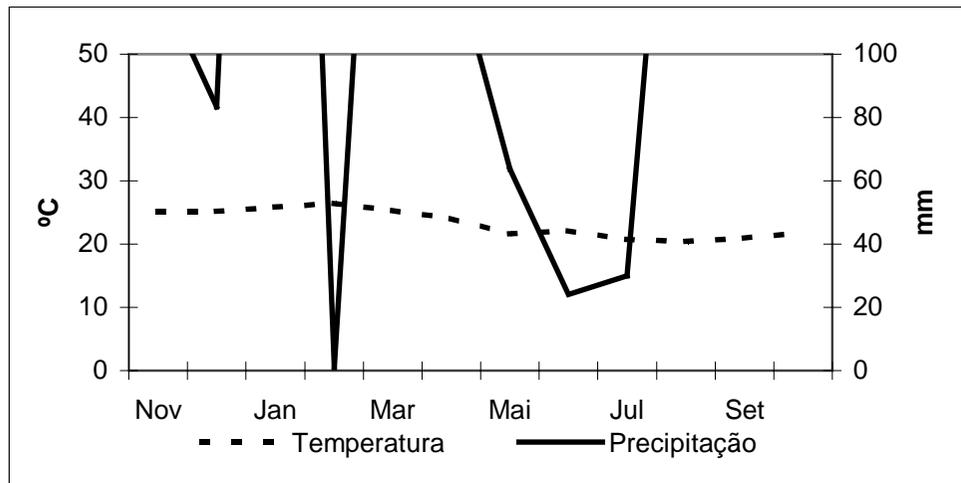
Através do diagrama de Walter para a série histórica de Jacarepaguá (Figura 11*d*) verifica-se, que apesar do clima na região apresentar uma característica sazonal com meses menos chuvosos de junho a setembro, nenhum mês do ano pode ser considerado seco. Este resultado corrobora com a classificação climática da Baixada de Jacarepaguá utilizando o modelo de Köppen: Af, clima tropical chuvoso de floresta, sendo considerado A por apresentar o mês mais frio com temperatura superior a 18°C e f por não apresentar estação seca (AYOADE, 2002; OLIVEIRA, 2005).

O clima da Baixada de Jacarepaguá, portanto, numa escala regional, é determinado pela latitude e numa escala local pela influência marítima. O equador solar passa pela cidade do Rio de Janeiro, e outras localidades situadas a 23° S, no verão, quando a cidade fica sob a convergência intertropical e por isso recebe no período fortes chuvas. No inverno, os cinturões subtropicais de alta pressão trazem céus claros e clima seco para a região (WINDSOR, 1990; RICKLEFS, 2003). Conseqüentemente a cidade deveria apresentar uma sazonalidade tanto para temperatura quanto para precipitação. No entanto, além da latitude, que é o principal fator na determinação do ângulo de incidência dos raios solares sobre a superfície da terra, e portanto do macroclima, a altitude, orientação e proximidade do mar são fatores que também influenciam a temperatura e precipitação (WALTER, 1986; AYOADE, 2002). Portanto a inexistência de sazonalidade marcante na precipitação registrada pela estação Riocentro, e por inferência na bacia do rio Caçambe, nos três anos do presente estudo é uma resultante da forte influência do Oceano Atlântico sobre o clima da região.

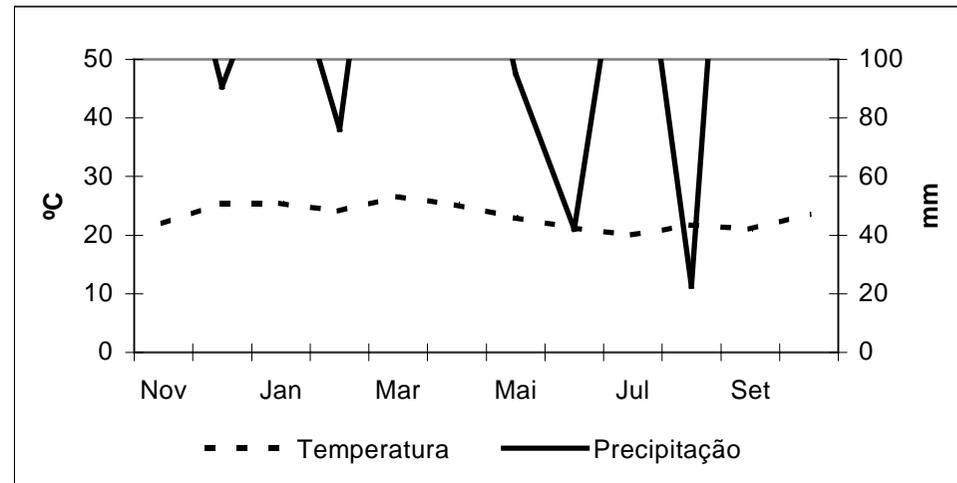
Deve-se ressaltar ainda que a bacia hidrográfica do rio Caçambe e mais especificamente a vertente onde o monitoramento foi realizado encontra-se voltado para sudoeste, com o divisor de drenagem a uma altitude aproximada de 300 m. Esta posição a barlavento é propícia à ocorrência de chuvas orográficas ocasionadas pelos ventos sudoeste, que predominam nas regiões tropicais do hemisfério sul trazendo umidade do mar (OLIVEIRA, 1995; AYOADE, 2002).



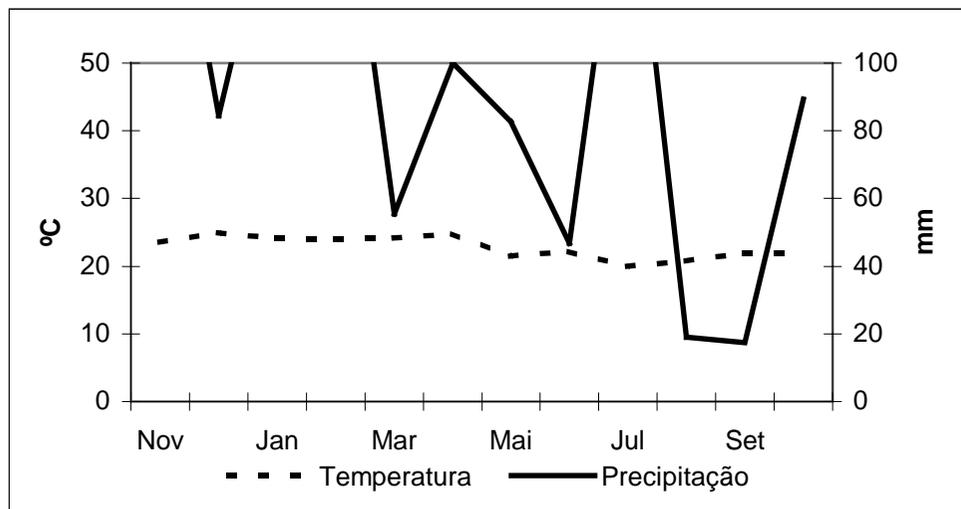
a) Ano 1



c) Ano 3



b) Ano 2



d) Série histórica da Baixada de Jacarepaguá (1936 – 1975).

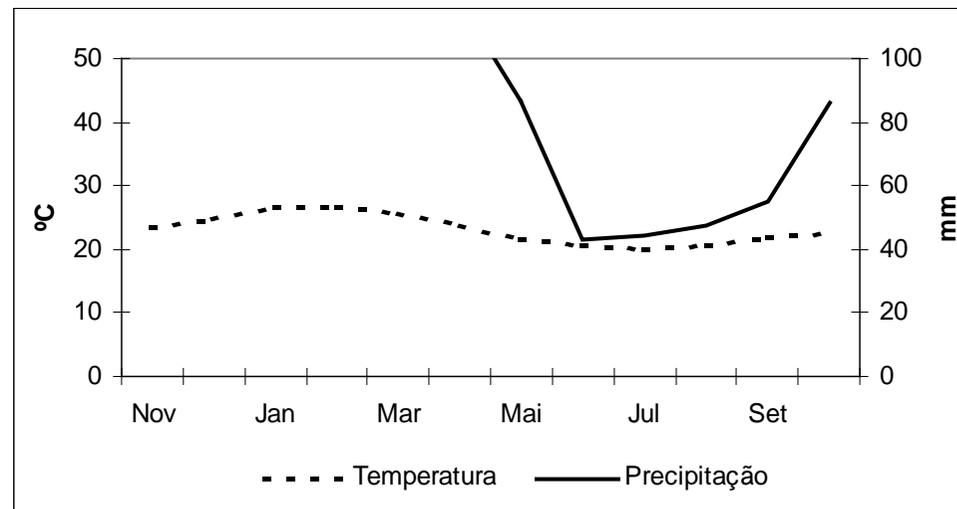


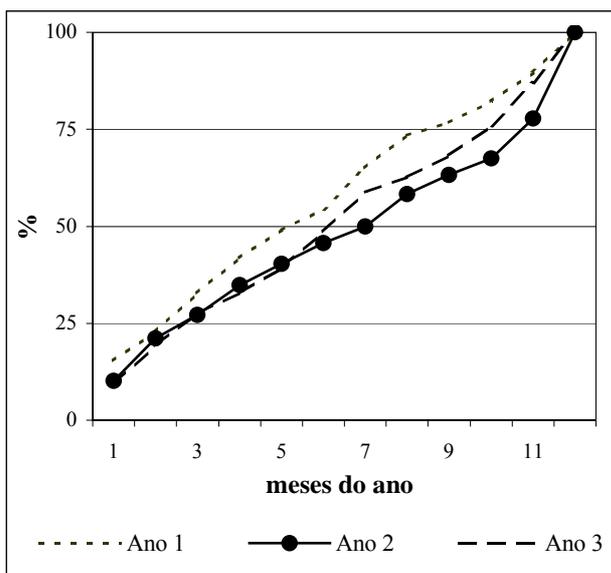
Figura 11 – Digramas de Walter para Baixada de Jacarepaguá (FIDERJ, 1978; GEORIO, 2005; ICEA, 2005).

### 4.3 Padrões de produção de serapilheira ao longo do tempo

#### 4.3.1 Produção anual e sua relação com a pluviosidade

Como forma de verificar se há algum padrão de deposição da serapilheira e se este padrão segue uma sazonalidade climática foram montados gráficos comparando os três anos de produção de serapilheira no fundo de vale (Figura 12a) e no divisor de drenagem (Figura 12b), e um gráfico semelhante comparando a chuvas acumuladas nos três anos (Figura 13).

a) fundo de vale



b) divisor de drenagem

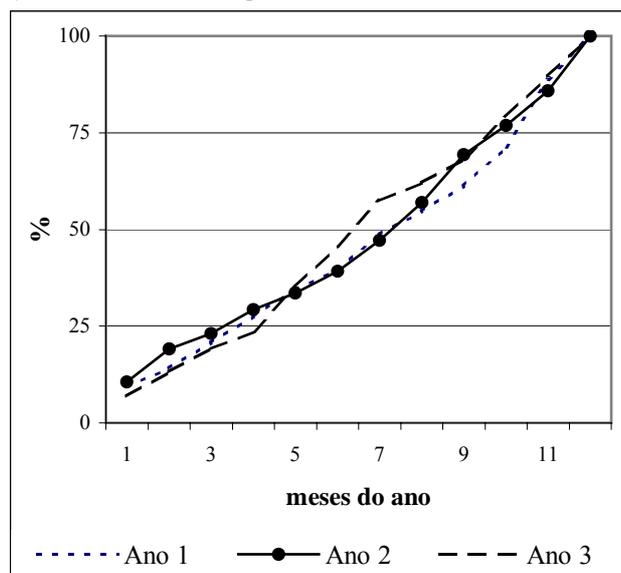


Figura 12 – Produção de serapilheira acumulada na bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca.

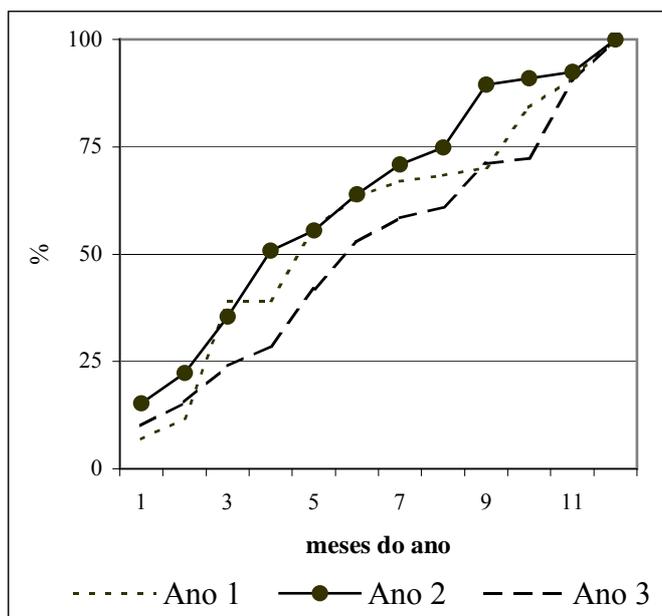


Figura 13 – Chuvas acumuladas nos três anos de monitoramento registradas pela estação pluviométrica do Riocentro (GEORIO, 2005).

Observa-se pelos gráficos que a produção de serapilheira se dá de forma aparentemente uniforme ao longo do ano, tanto para o fundo de vale quanto para o divisor de drenagem. No fundo de vale até o sexto mês, em média, a produção acumulada atingiu 50 % do total, indicando um equilíbrio entre a produção do primeiro semestre e do segundo semestre de cada ano (Tabela 13). No divisor de drenagem até o sexto mês, em média, a produção acumulada atingiu 42 % da produção total indicando, neste caso, que a produção foi um pouco maior no segundo semestre de cada ano.

Tabela 13 – Percentual de chuvas e deposição de serapilheira acumulados até o sexto mês nos três anos de monitoramento.

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Média
Chuva	63,5	63,9	52,8	60,0
fundo	54,3	45,6	48,6	49,5
divisor	39,5	39,2	45,8	41,5

O gráfico de chuvas acumuladas em cada ano mostra a ordem de precipitação já discutida, ano 1 > ano 3 > ano 2. Em média, 60 % das chuvas caíram no primeiro semestre. Como mencionado, a produção acumulada de serapilheira no fundo de vale, em média, atingiu 50% no sexto mês, enquanto o divisor de drenagem a produção até o sexto mês ficou em 42 %, em média. Isto indica que enquanto a produção no fundo de vale ficou equilibrada, apesar do maior volume de chuva no primeiro semestre, no divisor de drenagem, a produção foi maior no segundo semestre dos três anos. Talvez o fato exposto demonstre, mesmo de forma tênue, que a comunidade do divisor de drenagem, em comparação ao fundo de vale, teria uma característica de maior deposição de serapilheira em meses menos chuvosos. No terceiro ano o divisor de drenagem apresentou seu maior equilíbrio, com a produção acumulada no primeiro semestre atingindo 46 % do total. Neste ano as chuvas também foram mais equilibradas em termos de distribuição. E, também, no terceiro ano a produção nas duas posições foi máxima. Ou seja, a vegetação nas duas posições respondeu positivamente às chuvas intensas e bem distribuídas do último ano de monitoramento.

### 4.3.2 Produção mensal e sua relação com o clima

A deposição de serapilheira no fundo de vale ao longo dos três anos de monitoramento oscilou entre o valor mínimo ( $309,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) em julho do primeiro ano, e o valor máximo ( $2.164,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) em outubro do segundo ano (Anexo 3, Tabela 1). No divisor de drenagem o maior aporte ( $1.932,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ocorreu em setembro do primeiro ano, e o menor ( $424,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) ocorreu em janeiro do segundo ano (Anexo 3, Tabela 2).

As tabelas 14 e 15 mostram a produção de serapilheira nas duas posições topográficas divididas em 4 classes. No fundo de vale ocorreu apenas um mês com deposição classe 4 a cada ano: em novembro, no primeiro ano, e outubro, no segundo e terceiro ano. Outubro e novembro foram respectivamente os meses que tiveram as maiores médias de deposição, no fundo de vale. Logo em seguida vem setembro e dezembro, com médias similares. Isto indica que no fundo vale a maior produção ficou concentrada no final do inverno e na primavera.

Tabela 14 – Classes de deposição de serapilheira no fundo de vale do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out
1°	4	2	3	2	2	1	3	2	1	1	2	3
2°	3	3	1	2	1	1	1	2	1	1	3	4
3°	3	3	2	1	2	3	3	1	1	2	3	4

As menores médias de deposição no fundo de vale ocorreram nos meses de julho e agosto, no inverno, acompanhados pelos meses de fevereiro, março e abril, no verão e começo do outono. O gráfico obtido a partir da deposição média mensal no fundo de vale mostra um linha de contorno bastante uniforme (Figura 14). A precipitação média, colocada em segundo plano, mostra que não há uma relação direta entre a chuva e a deposição de serapilheira no fundo de vale, em termos de médias mensais. Mas se observado o diagrama de Walter para o período histórico de Jacarepaguá ocorre uma coincidência entre os meses de menor deposição (julho e agosto) e o período de menor precipitação histórica (junho, julho e agosto) (Figura 11d).

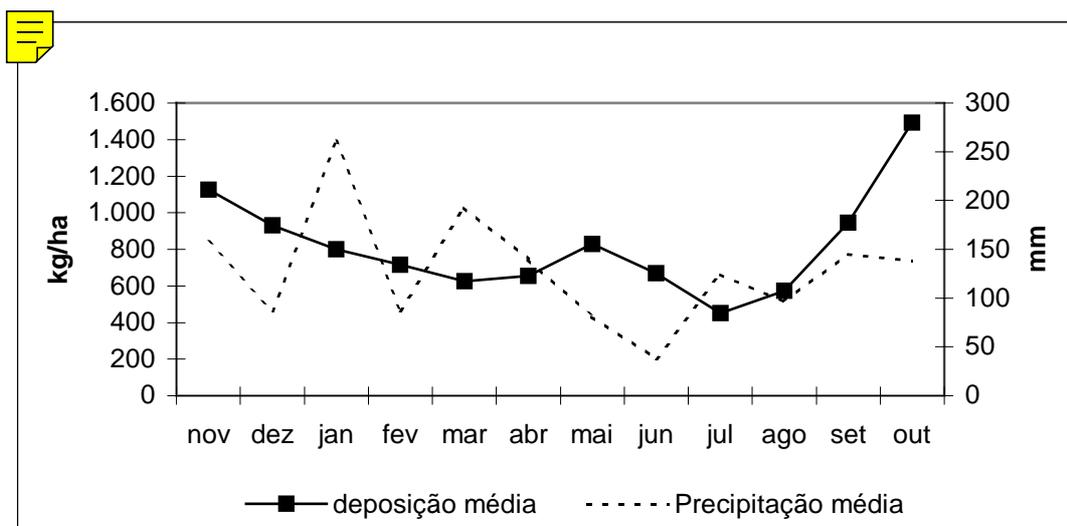


Figura 14 – Médias mensais de deposição de serapilheira e precipitação pluviométrica no fundo de vale, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

No divisor de drenagem os meses de maiores classes de deposição em ordem decrescente foram: outubro, setembro, agosto/maio e novembro (Tabela 15). Outubro apresentou um padrão de deposição de classe 4 nos três anos. Novamente o mês de maio aparece com uma alta produção. A deposição do terceiro ano, no divisor de drenagem foi atípica. Ocorreram seis meses de deposição na classe 4. Dentre eles estão os meses de março e abril, que pelos resultados dos anos anteriores são meses que normalmente apresentam deposições menores. Neste terceiro ano, março e abril apresentaram precipitação alta com ocorrência de eventos de chuva classe 3. Mas no primeiro ano ocorreram chuvas de semelhante intensidade nestes meses, principalmente em março, sem que fosse registrado aumento significativo na deposição de serapilheira. No fundo de vale, no terceiro ano, o mês de abril também apresentou uma deposição classe 3 atípica. Aparentemente no terceiro ano as deposições nos meses de março, abril e maio contribuíram de forma preponderante para que a deposição de serapilheira atingisse seu valor máximo na bacia do Rio Caçambe, batendo o recorde do sudeste e do Brasil. Mas a deposição de serapilheira na bacia do rio Caçambe parece não responder de forma imediata às chuvas indicando que a ação mecânica direta das gotas de chuva não é o fator causador do aumento de deposição, como será discutido mais adiante.

Tabela 15 – Classes de deposição de serapilheira total no divisor de drenagem, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano	nov	dez	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out
1º	3	1	2	2	2	1	3	2	2	3	4	4
2º	3	2	1	2	1	1	2	3	4	2	3	4
3º	2	2	2	1	4	4	4	1	2	4	4	4

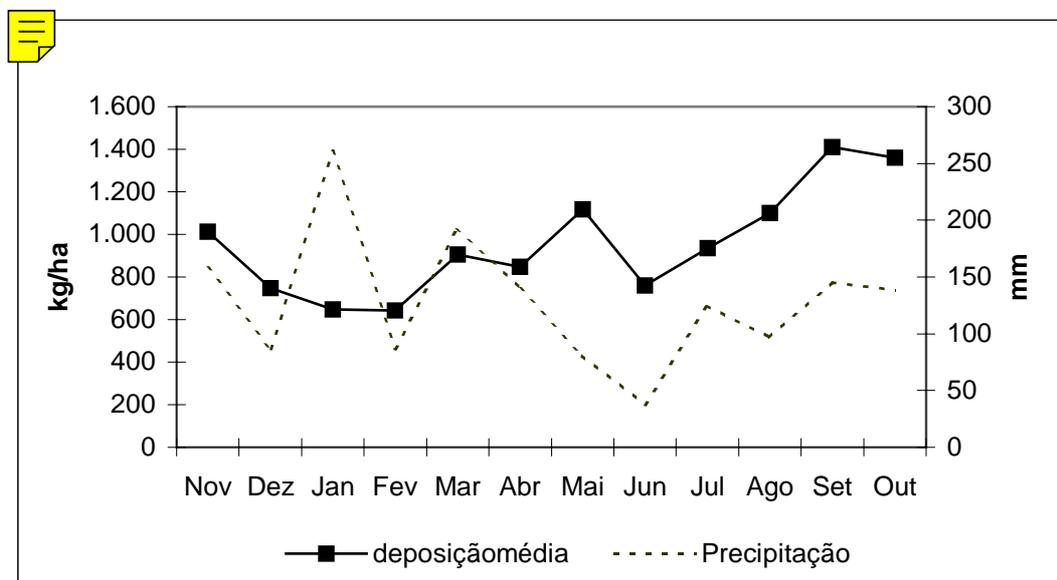


Figura 15 – Médias mensais de deposição de serapilheira e precipitação pluviométrica no divisor de drenagem, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Os meses de menor deposição média de serapilheira no divisor de drenagem foram dezembro, janeiro e fevereiro. Conforme já observado, no divisor de drenagem as estações do

ano que registram maior deposição são o inverno e primavera, enquanto as de menor produção são o verão e outono (figura 16b).

O deslocamento das maiores deposições para os meses mais secos no divisor de drenagem pode ser um indicador de que a comunidade arbórea ali presente tem características mais decíduas que a do fundo de vale. No segundo ano, que foi o mais seco, os meses de junho e julho apresentaram deposição classe 3 e 4, no divisor de drenagem, enquanto no fundo de vale para os mesmos meses ocorreram deposição classe 2 e 1, respectivamente.

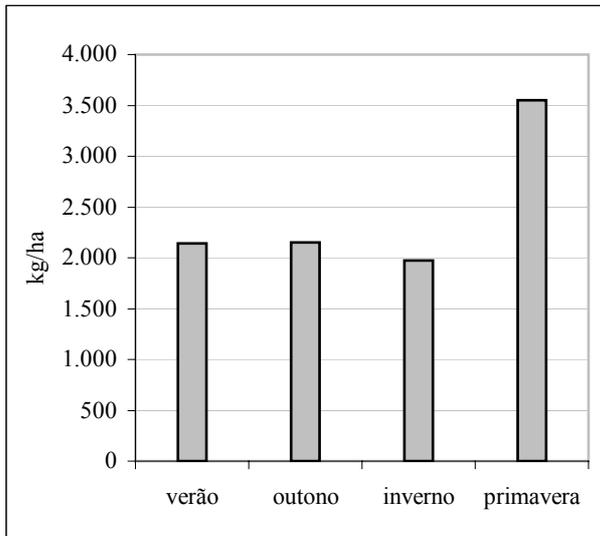
Em florestas semidecíduas, a maior parte da serapilheira é depositada no inverno, quando também ocorre o período mais seco do ano (Figura 17b). Os meses de agosto, setembro e outubro, em média, foram os meses de maior produção para seis monitoramentos realizados em florestas semidecíduas do estado de São Paulo (MERGURO *et al.*, 1979; PAGANO, 1989; CÉSAR, 1993; SCHLITTLER *et al.*, 1993; DINIZ & PAGANO, 1997; MARTINS & RODRIGUES, 1999). RICHARD (1964) assinala que as florestas tropicais apresentam grande variação entre as espécies, tornando-se difícil estabelecer se estas são perenifólias ou caducifólias.

Nas florestas do litoral Sudeste brasileiro não é observada uma sazonalidade como nas florestas semidecíduas. A produção ao longo do ano é mais estável e apresenta um pequeno aumento na primavera e no verão (Figura 17a). Observa-se que a deposição aumenta um pouco na primavera devido à contribuição do mês de outubro (VARJABEDIAN & PAGANO, 1988; OLIVEIRA & LACERDA, 1993; CUSTÓDIO FILHO *et al.*, 1996; DOMINGOS *et al.*, 1997; CUSTÓDIO FILHO *et al.*, 1997; OLIVEIRA 1999; FIRME, 2003). No presente monitoramento, no fundo de vale, ocorreu maior deposição na primavera (Figura 16a). Este destacamento da primavera ocorreu, da mesma forma, devido à maior contribuição do mês de outubro.

VARJABEDIAN & PAGANO (1988), assim como OLIVEIRA & LACERDA (1993), não observaram relação entre a precipitação e a produção de serapilheira em estudos semelhantes em Mata Atlântica de encosta, no Guarujá (SP) e na Floresta da Tijuca (RJ) respectivamente. Concluíram que as oscilações no regime pluviométrico decorrentes da proximidade do mar na região Sudeste, onde os meses de inverno podem apresentar valores pluviométricos tão altos quanto os de verão, impedem o estabelecimento de uma relação de causa e efeito entre a precipitação e a produção de serapilheira. CUSTÓDIO FILHO *et al.* (1997) observam que existem evidências de que a produção de serapilheira estaria mais associada às condições edafoclimáticas históricas do ecossistema do que a situações pontuais atípicas temporais.

A alta produtividade observada no presente monitoramento aparentemente teve como fator intensificador a precipitação. A precipitação total registrada no primeiro e no último ano foram em média 485 mm superiores à média histórica observada para a Baixada de Jacarepaguá. WINDSOR (1990) observa que, em média, um aumento de 500 mm na precipitação anual acarreta um aumento de 400 mm de *runoff* e um aumento de 100 mm na evapotranspiração. Como a evapotranspiração é fator preponderante para produtividade primária (BRUIJNZEEL & VENEKLAAS, 1998), este aumento, com um pouco de exagero, pode significar o acréscimo equivalente à deposição de um mês. Em função da melhor distribuição das chuvas registrada no terceiro ano, provavelmente ocorreu maior evapotranspiração, o que pode ser confirmado pelo maior valor de deposição de serapilheira registrado para as duas áreas amostrais neste ano.

a) fundo de vale



b) divisor de drenagem

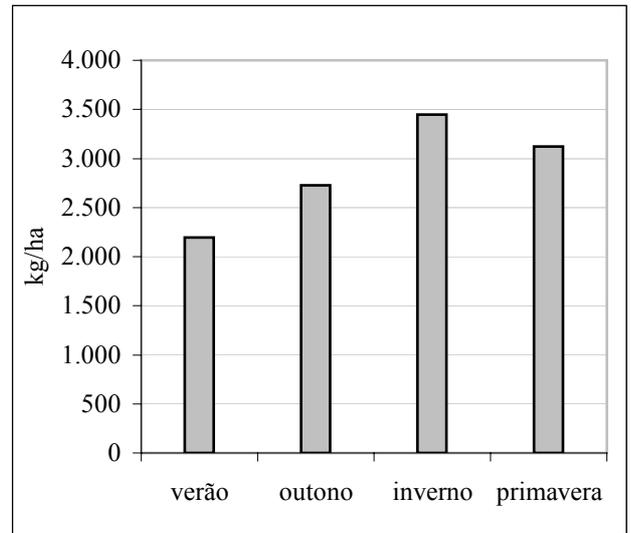
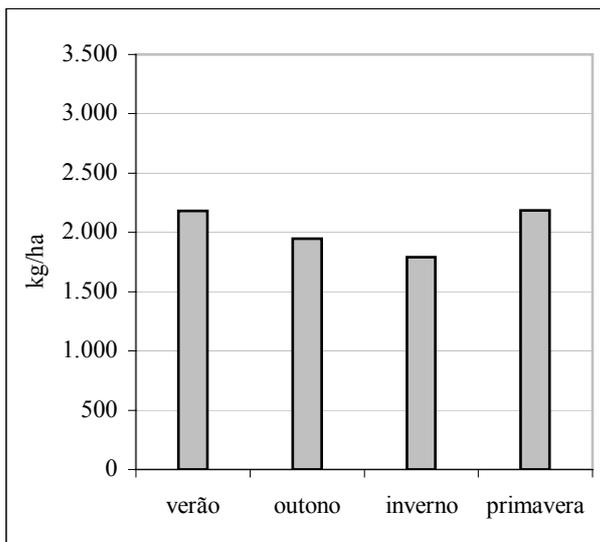


Figura 16 – Deposição de serapilheira, por estação do ano, bacia do Rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

a) litoral sudeste



b) planalto paulista

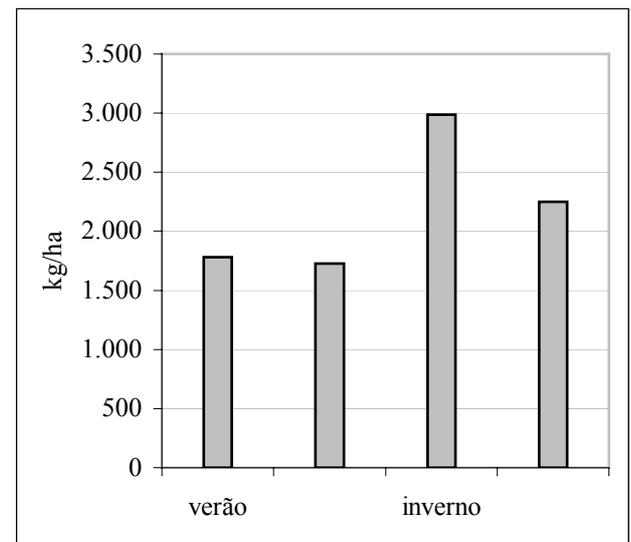


Figura 17 – Deposição de serapilheira, por estação do ano, no sudeste brasileiro (Para autoria, ver texto)

### 4.3.3 Dinâmica da deposição das frações de serapilheira

Comparando a dinâmica da deposição de serapilheira nas duas posições topográficas observá-se que ocorrem períodos de sincronia e outros de assincronia (Anexo 4, Figura 1). Os períodos de sincronia ocorrem durante o primeiro semestre de cada ano, e a mesma é perdida sempre pelo aumento da deposição no divisor de drenagem. No primeiro ano o período de deposição sincronizada vai de novembro a junho. No segundo ano a sincronia vai de novembro a abril, voltando a ocorrer de agosto a outubro. No terceiro ano ocorrem períodos de sincronia de novembro a fevereiro e depois de abril a agosto.

Para verificar quais frações de serapilheira estão contribuindo para esse comportamento foram realizadas correlações de Pearson entre as deposições quinzenais das duas áreas amostrais (fundo de vale e divisor de drenagem) (Tabela 16).

Tabela 16 – Correlação de Pearson entre as deposições quinzenais das frações de serapilheira do fundo de vale e do divisor de drenagem, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

	folhas $r^2$	galhos $r^2$	el. reprodutivos $r^2$	resíduos $r^2$
ano 1	0,09 (p=0,12)	0,71 * (p= 0,00)	0,09 (p=0,13)	0,03 (p=0,43)
ano 2	0,25 * (p=0,00)	0,55 * (p=0,00)	0,03 (0,41)	0,42 * (p=0,00)
ano 3	0,25 * (p=0,02)	0,46 * (p=0,00)	0,10 (0,15)	0,13 (p=0,09)
3 anos	0,21 * (p = 0,00)	0,51 * (p = 0,00)	0,09 * (p = 0,01)	0,11 * (p = 0,00)

\* correlações significativas a  $p < 0,05$ .

#### 4.3.3.1 Deposição de folhas

A deposição de folhas no divisor de drenagem, como já verificado, foi estatisticamente maior do que a do fundo de vale nos três anos de monitoramento. A tabela acima mostra que não foi observada correlação entre as deposições quinzenais de folhas das duas posições topográficas. No gráfico de deposições mensais (Anexo 4, Figura 2) observa-se os mesmos períodos de sincronia verificados para deposição de serapilheira total. A diferenciação entre a deposição de folhas nas duas posições topográficas ocorreu sempre no segundo semestre. Isto indica que há uma diferença no comportamento fenológico, principalmente no segundo semestre entre as duas comunidades arbóreas. A deposição de folhas no fundo de vale foi maior na primavera, principalmente no mês de outubro, e no divisor de drenagem foi maior no inverno e primavera, com máximas em agosto, setembro e outubro. Não foi observada correlação entre a produção de folhas e a precipitações mensais ou quinzenais.

Mesmo sem observar uma correlação entre a deposição de folhas e a pluviosidade, vários estudos em florestas pluviais localizadas no litoral sudeste brasileiro sugerem uma tendência à maior deposição na primavera e no verão, quando as condições ambientais são mais favoráveis à renovação das folhas (DELLITI, 1995; DOMINGOS *et al.*, 1997 e 1990, LEITÃO-FILHO, 1993; CUSTODIO FILHO *et al.* 1996).

MORI *et al.* (1982), em um monitoramento da fenologia de 30 espécies ao longo de 6 anos de duração em uma mata higrófila do sul da Bahia, concluiu que o maior índice de queda e emissão de folhas ocorreu nos meses de agosto, setembro e outubro devido ao aumento do comprimento dos dias e/ou aumento de temperaturas. TAROLA & MORELLATO (2000),

num estudo da fenologia numa floresta de planície litorânea no Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba, São Paulo, observaram o maior número de espécies perdendo folhas também em outubro.

MARQUES & OLIVEIRA (2004) observam que seguindo um gradiente latitudinal, a relação da fenologia de plantas tropicais com o fotoperíodo tende a aumentar à medida em que afasta-se da linha equatorial. JACKSON (1978) (*apud* MORI *et al.*, 1982) considera que em áreas de climas não limitantes, a queda e emissão de folhas ocorrem mais ou menos simultaneamente, sugerindo ser mais vantajoso para as plantas adaptadas a estes climas reter as folhas adultas até que as novas sejam emitidas. JANZEN (1980) sugeriu que a sazonalidade de produção de folhas novas e de deposição de serapilheira refletem estratégias de resistência a fatores relacionados a tensões ambientais associadas ao aproveitamento máximo dos recursos naturais.

No fundo de vale, foi observada uma correlação positiva significativa entre deposição mensal de folhas de *Guarea guidonia* e as temperaturas médias mensais (máximas, médias e mínima) no primeiro ano de monitoramento (Tabela 17 e Figura 18), porém, nos anos subsequentes não foi observada correlação significativa.

Tabela 17 – Correlação entre a deposição de folhas de *G. guidonia* e as temperaturas no fundo de vale, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ – Ano 1.

T ° C	r <sup>2</sup>	p
T. max.	0,60	0,00
T. med.	0,54	0,01
T. min.	0,45	0,02

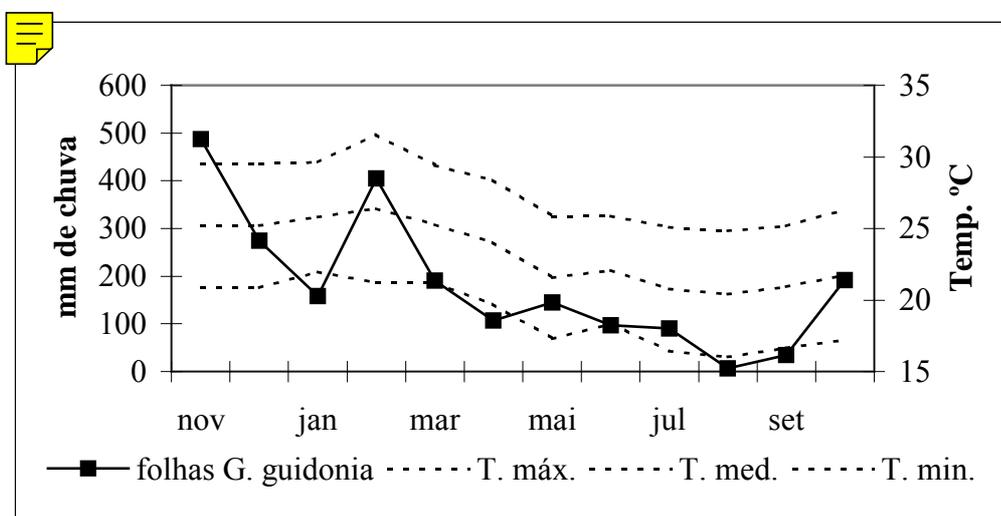


Figura 18 – Deposição de folhas de *G. guidonia* e temperaturas médias mensais no fundo de vale, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ – Ano1.

Na figura acima observa-se que a deposição de *G. guidonia* foi máxima em novembro e faz um movimento descendente acompanhando a redução da temperatura até seu mínimo em agosto. A correlação foi maior entre a deposição e as temperaturas máximas, devido ao pico de deposição em fevereiro, que coincidiu com a temperatura máxima do ano. O mês de fevereiro do primeiro ano, além de registrar as maiores temperaturas máximas foi o de menor pluviosidade de todo o monitoramento. FIGUEIRÓ (2005) observou que o mês de fevereiro,

na última década, vem se apresentando como o mês de menor pluviosidade do verão; este fato também foi observado no primeiro ano do presente monitoramento.

Como pode ser observado pela figuras 20 *a*, *c*, e *d* as produções médias de folhas no fundo de vale apresentaram um comportamento muito similar a este mostrado na figura 18, apesar de não ter sido verificada uma correlação significativa com as temperaturas.

No divisor de drenagem foi observada uma correlação negativa significativa entre a deposição mensal de folhas e as temperatura médias (média e mínima) mensais no segundo ano de monitoramento (Tabela 18 e Figura 19). O aumento de deposição de folhas no divisor de drenagem, no segundo semestre, coincidiu com a redução da temperatura. Neste ano foram registradas as menores temperaturas médias, assim como o menor volume de precipitação. O mês de julho registrou as temperaturas mais baixas de todo o período de monitoramento, assim como a segunda maior deposição de folhas para este ano. O diagrama de Walter mostra que os meses considerados secos neste ano foram agosto e setembro (Figura 11*b*).

Tabela 18 – Correlação entre a deposição mensal de folhas e temperaturas no divisor de drenagem, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca – Ano 2.

	folhas		
	r	r <sup>2</sup>	p
T. max.	- 0,51	0,26	0,09
T. med.	-0,61*	0,37	0,04
T. min.	-0,67*	0,45	0,02

\*valores significativos a  $p < 0,05$

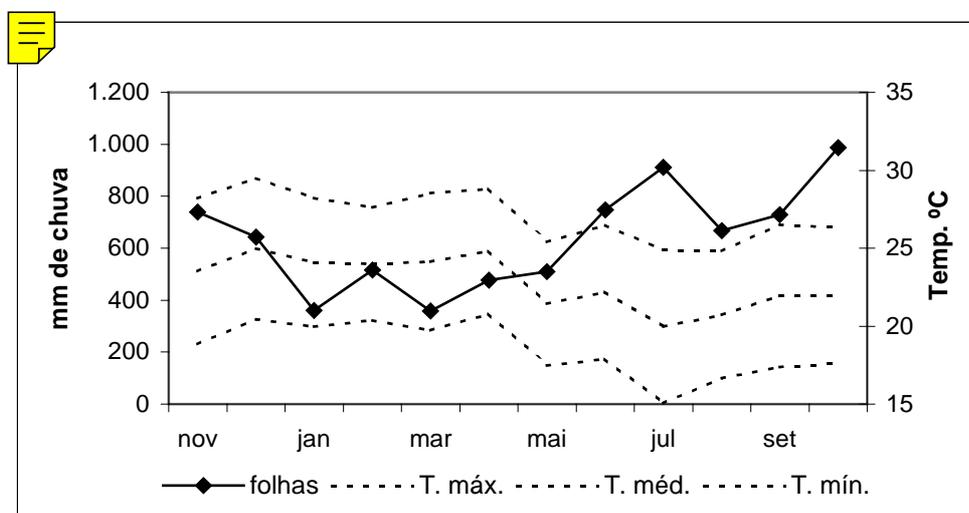


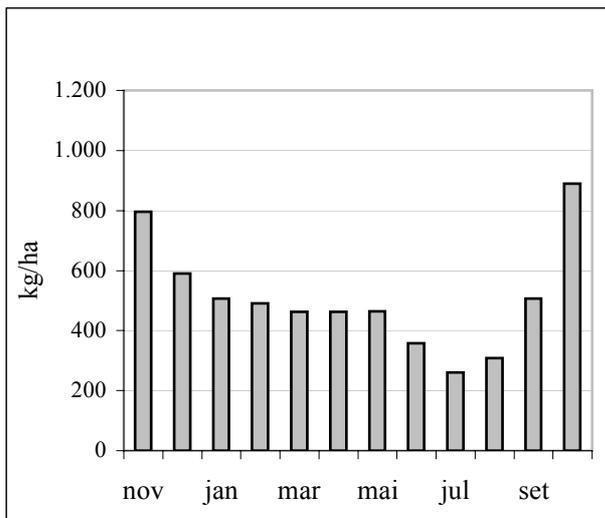
Figura 19 – Deposição de folhas e temperaturas médias mensais no divisor de drenagem, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ – Ano 2.

O comportamento da deposição de folhas no divisor de drenagem (Figura 20*b*) permite supor que a comunidade arbórea ali encontrada apresenta maiores índices de deciduidade no segundo semestre, quando ocorre redução da temperatura ou do fotoperíodo.

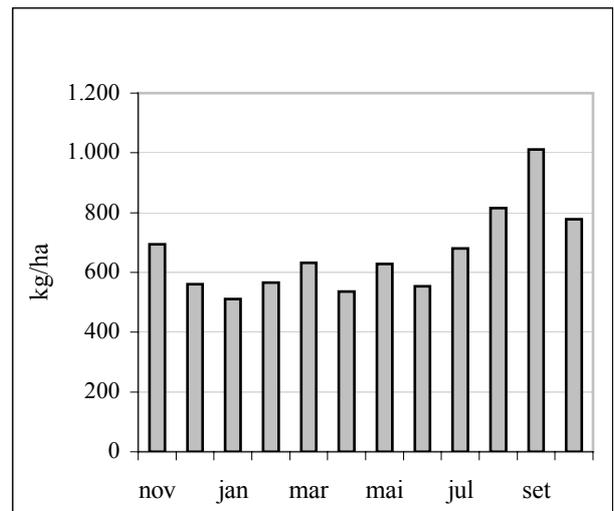
Se for considerada a premissa de que a temperatura do ar decresce 0,6 °C a cada 100 m num percurso ascendente, pode-se pressupor uma redução de 1,8 °C na temperatura observada no divisor de drenagem, que encontra-se a uma altitude de 300 m do nível do mar. Isto poderia explicar o pico de deposição de folhas no mês de julho do segundo ano. Neste ano a

média das temperaturas mínimas atingiu 15 °C no Aeroporto de Jacarepaguá, e no divisor de drenagem pode ter alcançado, portanto, 13,2 °C. Mas, deve-se ressaltar que a deposição de folhas no divisor de drenagem foi inferior a 400 kg/ha apenas nos meses de janeiro e março do segundo ano (Anexo 4, Tabela 2), o que demonstra uma constante e alta deposição de folhas sob todas as condições de temperatura ao longo dos três anos de monitoramento neste posicionamento topográfico.

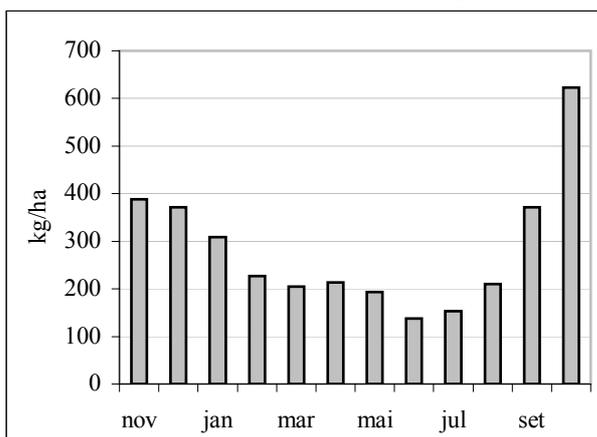
a) fundo de vale.



b) divisor de drenagem.



c) f. de vale, excluídas as folhas *G. guidonia*.



d) f. de vale, somente folhas de *G. guidonia*.

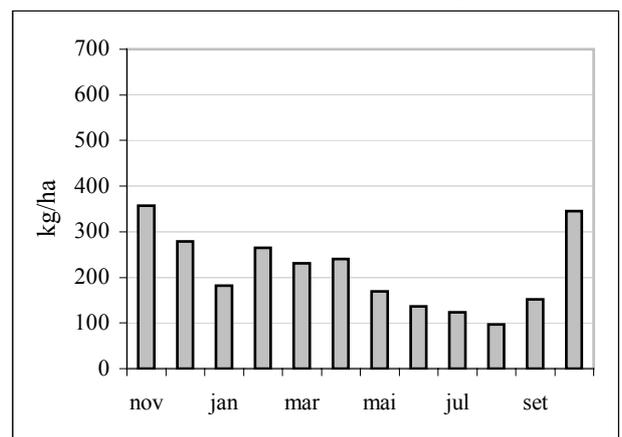


Figura 20 – Médias mensais de produção de folhas, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca. RJ.

#### 4.3.3.2 Deposição de galhos e resíduos

A correlação entre as frações galhos das duas posições topográficas foi significativa e alta no primeiro ano e média nos anos subseqüentes ( $r^2 = 0,71$ ,  $r^2 = 0,55$  e  $r^2 = 0,46$ ) (Tabela 16). Ao contrário das folhas, aparentemente fatores semelhantes atuaram nas duas posições provocando uma sincronização entre a deposição de galhos, principalmente no primeiro ano. KUNKEL-WESTPHAL & KUNKEL (1979) observaram que a participação da fração ramos e galhos é maior durante estações chuvosas, porque os galhos que já estão mortos, mas ainda presos às árvores, absorvem água da chuva como uma esponja e finalmente se quebram e caem. Os galhos por fazerem parte da estrutura de sustentação não apresentam ponto de abscisão como observado em folhas e frutos. Ficam presos à estrutura da árvore mesmo após estarem mortos. Sua queda seria, portanto, dependente da velocidade de sua degradação, que pode ser causada por diversos fatores como fungos, insetos xilófagos, molhamento e ressecamento, sendo finalmente derrubados pela força da gravidade ou pela ação de chuvas fortes e ventos. No presente monitoramento não foi verificada correlação entre as variáveis climáticas estudadas (temperatura e precipitação) e a deposição das frações galhos e resíduos.

CUSTODIO FILHO *et al.* (1996) consideram que a produção de ramos e resíduos pode estar associada a fortes tempestades, principalmente em abril. No presente monitoramento, a produção alta de galhos e resíduos em abril aconteceu no terceiro ano, tendo sido este também o mês de abril de maior precipitação dos três anos (Anexo 4, Figuras 3 e 4). O segundo ano foi o único no qual foi observada uma correlação média na deposição de resíduos entre as duas posições topográficas ( $r^2 = 0,42$ ). Esta correlação significativa provavelmente deve-se ao pico de produção que ocorreu nas duas posições topográficas em junho. Neste mês foi observado um pico de deposição de galhos apenas no fundo de vale.

Por outro lado, o mês de maio aparece como um mês de deposição expressiva de galhos, elementos reprodutivos e resíduos nas duas posições topográficas nos três anos de monitoramento (Anexo 5, Figura 1). Talvez as tempestades que CUSTODIO FILHO *et al.* (1996) apontam para abril ocorram em maio na bacia do rio Caçambe. No entanto, as precipitações registradas neste mês não foram altas, restando a dúvida se não seriam os ventos que estariam atuando de forma preponderante.

No divisor de drenagem, no terceiro ano, ocorreu um aumento de deposição de resíduos coincidindo com a alta deposição de elementos reprodutivos nos meses de março, abril e maio. HERBOHN & GONGDON (1993) relacionaram esse tipo de fenômeno às características mais quebradiças dos materiais reprodutivos (cascas de frutos e flores ressecadas) que seriam portanto contabilizados como resíduos.

#### 4.3.3.3 Deposição de elementos reprodutivos

Como já verificado, a deposição de elementos reprodutivos foi estatisticamente superior no divisor de drenagem pelo teste “two way” Anova a 5 % de significância. Foi detectada também diferença de deposição entre os anos através do teste de Tukey a 5% de significância. O primeiro ano foi considerado o de maior produção e o segundo ano o de menor produção (Anexo 2). O terceiro ano não se diferenciou estatisticamente dos demais.

Durante o segundo ano, que foi também o ano no qual o volume de precipitação foi próximo à média histórica, a deposição de elementos reprodutivos nas duas posições topográficas foi semelhante, apesar de não ter sido detectada correlação significativa. Neste ano, no primeiro semestre, ocorreu um pico de deposição em abril, no fundo de vale, e em maio no divisor de drenagem (Anexo 4, Figura 5). No segundo semestre as deposições se

igualam, com um pico de produção em setembro. No primeiro e terceiro ano, aparentemente as espécies das duas posições topográficas responderam positivamente ao maior volume de chuvas. Nestes dois anos ocorreu um aumento na magnitude e amplitude das deposições.

Segundo WEAVER (1988) a espécie *G. guidonia* tem distribuição desde as latitudes 22° N até 25° S. O mesmo autor reportou em Porto Rico duas épocas de floração para espécie: abril-maio e outubro-novembro e a época de queda de frutos em fevereiro-março. No primeiro e terceiro ano, no fundo de vale onde a espécie é dominante, ocorreram picos de deposição de material reprodutivo em fevereiro, maio e setembro. Durante todo o terceiro ano podiam ser observados indivíduos de *G. guidonia* com flores e frutos. No estado de São Paulo a espécie floresce e frutifica durante todo o ano (WANDERLEY *et al.*, 2003).

No divisor de drenagem, durante o primeiro e terceiro ano, os picos de deposição de elementos reprodutivos foram mais acentuados que no fundo de vale. No primeiro ano ocorreram em maio e outubro. Durante o terceiro ano, a deposição pode ser considerada alta de março a outubro, mas os picos ocorreram em março/abril e outubro. Segundo WHITMORE (1990, *apud* FERRAZ *et al.*, 1999) enquanto espécies climáticas em florestas úmidas apresentam um evento principal de floração por ano, geralmente ocorrendo nos mesmos meses de um ano para o outro, as espécies pioneiras têm floração contínua, apresentando mais de um evento reprodutivos por ano ou produzindo flores continuamente. A espécie *Piptadenia gonoacantha*, que apresentou o maior valor de importância no divisor de drenagem, apresenta floração de dezembro a março e frutificação de junho a dezembro no estado do Rio de Janeiro (CARVALHO, 2003). Suas vagens secas e sementes eram as partes de frutos mais comumente observadas durante as triagens. No entanto, suas pequenas inflorescências capituliformes eram encontradas já desintegradas nos coletores, o que dificultava sua contabilização.

Vários trabalhos apontam a primavera e verão como o período de maior ocorrência de floração, geralmente indo de dezembro a abril (TAROLA & MORELATO, 2000; MARQUES & OLIVEIRA, 2004). No presente monitoramento ocorreram os picos de deposição de elementos reprodutivos em setembro, outubro e novembro, coincidindo com os picos de deposição de folhas.

#### 4.4 Estoque de serapilheira sobre o solo e sua decomposição

O tapete de serapilheira que é formado sobre o solo florestal é o resultado da interação constante entre a deposição de serapilheira e sua decomposição ao longo do tempo. O estoque de serapilheira sobre o solo nas duas posições topográficas da bacia do rio Caçambe foi avaliado em intervalos quadrimestrais nos dois primeiros anos e trimestrais no terceiro ano. Os valores de serapilheira estocada sobre o solo obtidos no fundo de vale e divisor de drenagem para os três anos não apresentaram diferença estatística aplicando-se o teste t de Student a 5% de significância. Os coeficientes de variação foram baixos, indicando uma estabilidade nos níveis de serapilheira estocada nas duas posições topográficas (Tabela 19).

Tabela 19 – Estoque de serapilheira na bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Ano	datas de coleta	estoque fundo de vale (kg.ha <sup>-1</sup> )	estoque divisor de drenagem (kg.ha <sup>-1</sup> )
1	28/02/03	5.043,28	4.987,84
	24/05/03	3.800,15	3.379,80
	15/08/03	6.313,25	3.333,38
2	19/12/03	5.537,76	6.106,44
	12/04/04	3.596,60	3.978,40
	17/08/04	2.834,60	4.530,32
3	08/12/04	4.100,72	5.083,84
	06/03/05	3.850,04	5.180,60
	05/07/05	3.494,80	4.053,20
	13/10/05	4.369,96	5.479,60
<b>média</b>		<b>4.294,12</b>	<b>4.611,34</b>
<b>desvio padrão</b>		<b>1.050,12</b>	<b>915,72</b>
<b>C.V.</b>		<b>24,45 %</b>	<b>19,86 %</b>

O estoque médio de serapilheira estimado para a bacia do rio Caçambe foi de 4,4 Mg.ha<sup>-1</sup>. Este valor encontra-se no patamar mais baixo para o domínio Mata Atlântica quando comparado com outros estudos. Valores próximos a este foram observados em Mata Atlântica de tabuleiro (4,0 Mg.h<sup>-1</sup>; KINDEL *et al.*, 1999) e em florestas semidecíduas de São Paulo: 5,5 Mg.ha<sup>-1</sup> (MORELATO, 1992), 6,6 Mg.ha<sup>-1</sup> (PAGANO, 1989) e 6,6 Mg.ha<sup>-1</sup> (MERGURO *et al.*, 1979).

O coeficiente de decomposição (k) na bacia do Rio Caçambe, obtido a partir da deposição média dos três anos (10,7 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) e do estoque médio (4,4 Mg. ha<sup>-1</sup>) foi de 2,43. OLSON (1963) classificou como altos os coeficientes de decomposição maiores que 1,0 sendo estes mais comuns em regiões tropicais. SANCHES (1976, *apud* ANDERSON & SWIFT 1983) concluiu que para florestas pluviais tropicais, nem a temperatura ou a umidade limitam a decomposição, sendo portanto mais comuns coeficientes de decomposição mais altos. No entanto, VARJABEDIAN & PAGANO (1988) observaram um coeficiente de decomposição de 0,72 em um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Guarujá, com precipitação média anual atingindo 2.050 mm.

ANDERSON & SWIFT (1983) sugeriram que processos de decomposição são regulados por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (animais e microorganismos), as características da matéria orgânica determinando a sua degradabilidade

(qualidade dos recursos) e o ambiente físico-químico (macroclima, microclima e solo). GARAY & SILVA (1995) observa ainda que pelo fato da maior parte do material depositado ser composto por folhas, a natureza química deste material foliar é, sem dúvida, um dos fatores determinantes da modalidade de decomposição e em particular do tipo de húmus florestal formado.

Uma vez que os valores de estoque de serapilheira ficaram muito próximos nos três anos para as duas posições topográficas, o coeficiente de decomposição aparentemente refletiu o comportamento da deposição de serapilheira. No fundo de vale, o coeficiente de decomposição teve o seu menor valor no primeiro ano e aumentou nos dois anos subsequentes, enquanto no divisor de drenagem o primeiro ano obteve-se um coeficiente alto, no segundo ano houve uma redução no seu valor e um novo aumento no terceiro ano (Tabela 20, Figura 21). Isto leva a supor que o sistema decompositor respondeu de forma análoga aos mesmos estímulos ambientais que propiciaram a variação da produção de serapilheira nas duas posições topográficas. Caso o sistema decompositor não fosse sensível a estes estímulos, seria o estoque de serapilheira que deveria variar positivamente com o aumento da deposição.

Tabela 20 – Estoque de serapilheira, coeficiente de decomposição e taxa de decomposição no o fundo de vale e divisor de drenagem da bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

ano	Fundo de vale				Divisor de drenagem			
	deposição (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	estoque (kg.ha <sup>-1</sup> )	k	k'	deposição (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	estoque (kg.ha <sup>-1</sup> )	k	k'
1	9.471,76	5.051,54	1,88	0,53	11.282,10	3.975,57	2,84	0,35
2	9.729,4	4.017,42	2,42	0,41	10.414,12	4.924,75	2,11	0,47
3	10.501,7	3.904,93	2,69	0,37	12.932,40	4.904,47	2,64	0,38

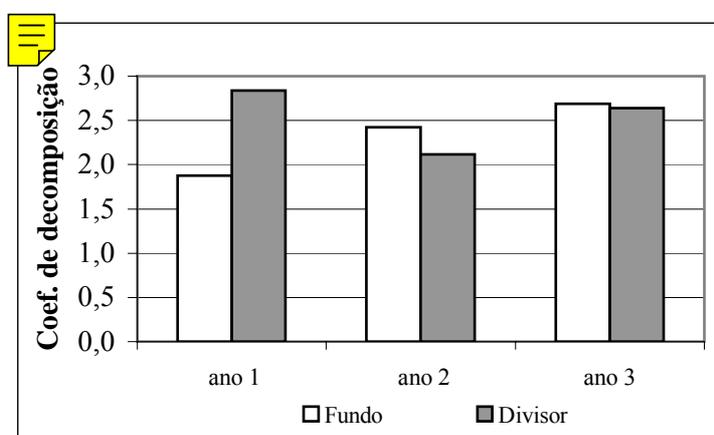


Figura 21 – Coeficiente de decomposição (k) na bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

No terceiro ano os coeficientes de decomposição foram altos e praticamente iguais nas duas posições topográficas. Neste ano as chuvas foram intensas e bem distribuídas ao longo do ano, ocorrendo apenas um mês seco (agosto). OLIVEIRA (1999) observou coeficientes de decomposição de 2,68 em dois trechos de floresta da Ilha Grande. Coeficientes de decomposição neste patamar são comumente observados nas florestas tropicais da África e América Central (Tabela 21).

Tabela 21 – Coeficientes de decomposição em florestas tropicais.

Floresta/local	k	Fonte
<b>África</b>		
Baixo montana úmida (Ghana)	4,5	Nye (1961).*
Baixo montana úmida (Ghana)	2	John (1973).*
Baixo montana úmida (Nigéria)	2,2	Madge (1965).*
Baixo montana úmida (Nigéria)	2,4	Hopkins (1966).a
Baixo montana úmida (C. Marfim)	3,8	Bernhard (1970).*
Baixo montana úmida (C. Marfim)	2,8	Bernhard (1970).*
<b>Ásia</b>		
Tropical úmida de montanha (N. Guiné)	1,0-1,4	Edwards, 1977 .*
Dipterocarpacea (Sarawak, Mulu)	1,8	Anderson et al., 1983.*
Aluvional (Sarawak, Mulu)	1,7	Anderson et al., 1983.*
Dipterocarpacea (Malaya, Penang)	1,1	Gong & Ong, 1983.
<b>América do Central e do Sul</b>		
Tropical úmida de montanha (Colômbia)	0,6	Jenny et al., 1949.
Baixo montana úmida (Colômbia)	1,7	Jenny et al., 1949.
Úmida (Panamá)	2,3	Golley et al., 1978.
Baixo montana úmida (Panamá)	2,1	Golley et al., 1978.
Mesófila secundária (São Paulo, Brasil)	1,19-1,72	Merguro et al., 1979.
Mesófila semidecídua (SP, Brasil)	1,15	Pagano, 1985.
Mesófila semidecídua (SP, Brasil)	0,72	Varjabedian e Pagano, 1988
Mata Atlântica de tabuleiro (ES, Brasil)	1,5	Kindel <i>et al.</i> , 1999
Mata Atlântica de encosta 250 m (Campos, RJ)	1,22	Mazurec, 1998.
Mata Atlântica de encosta 50 m (Campos, RJ)	1,55	Mazurec, 1998.
Mata Atlântica de encosta climática (Ilha grande, RJ)	2,68	Oliveira, 1999.
Mata Atlântica de encosta 25 anos (Ilha grande, RJ)	2,68	Oliveira, 1999.

\* adaptado de Anderson & Swift, 1983.

O coeficiente de decomposição do segundo ano, comparado com o do terceiro ano, foi levemente inferior nas duas posições. Neste ano o volume de chuvas (1.188 mm) ficou próximo à média histórica de Jacarepaguá (1.176 mm) e os meses de agosto e setembro apresentaram clima seco. Parece que a redução de aproximadamente 590 mm na precipitação resultou em coeficientes de decomposição em média 0,4 pontos menores, com o divisor de drenagem apresentando um valor levemente inferior ao do fundo de vale.

No primeiro ano o divisor de drenagem apresentou o maior coeficiente de decomposição dos três anos de monitoramento (2,84), valor muito alto se comparado a outros estudos em Mata Atlântica. Como já observado, este ano teve precipitação acumulada alta (1.765,9 mm), assim como foi o ano de maiores temperaturas máximas (máxima média = 27,6°C). Nestas condições era de se esperar que o processo de decomposição fosse acelerado

Mas neste mesmo ano, o fundo de vale apresentou o menor coeficiente de decomposição (1,88) de todo o período de monitoramento. Este valor mais baixo deve-se à ocorrência da menor deposição de serapilheira deste ano (9,4 Mg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), e ao mesmo tempo, do maior estoque médio de serapilheira sobre o solo (5,0 Mg.ha<sup>-1</sup>), indicando que o processo de decomposição teve sua velocidade reduzida, apesar do maior volume de chuvas e maiores temperaturas.

Para avaliar se o volume de chuvas estaria influenciando o processo de decomposição montou-se um gráfico com os valores de estoque de serapilheira sobre o solo e as precipitações acumuladas por período entre as coletas (Figura 22).

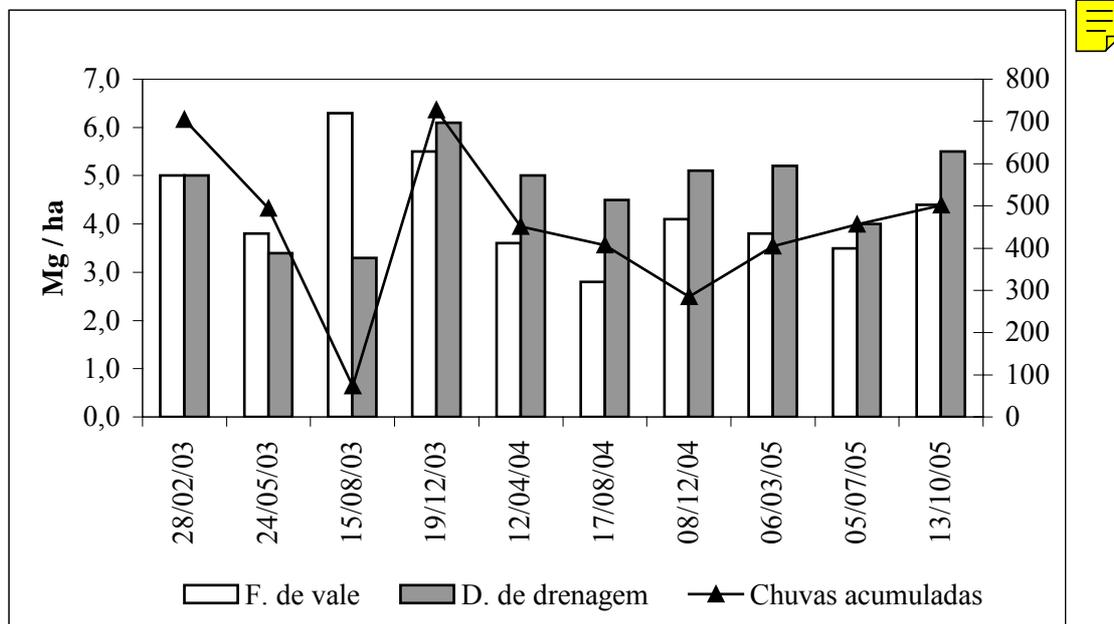


Figura 22 – Estoque de serapilheira e chuvas acumuladas na bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

Coincidentemente, observa-se no gráfico que a chuva acumulada entre os dias 24/05/03 e 15/08/03 foi de apenas 73 mm. Justamente neste período foi registrado no fundo de vale o maior estoque médio de serapilheira ( $6,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do presente estudo. Aparentemente a forte redução da precipitação ocorrida neste período pode ter contribuído para uma redução na umidade da serapilheira, o que se traduziria numa desaceleração do processo de decomposição. Esta seria, a princípio, a única explicação lógica para a redução tão acentuada do coeficiente de decomposição observada no fundo de vale durante o primeiro ano. Mas, continua intrigante o fato deste fenômeno ter ocorrido justamente no fundo de vale, onde espera-se que o microclima seja mais úmido (COELHO NETTO, 2003).

A área amostral do fundo de vale encontra-se distante 50 metros de um córrego tributário do rio Caçambe. Do outro lado deste córrego boa parte da vertente é utilizada como área de pasto composta predominantemente por arbustos de assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) alecrim (*Baccharis dracunculifolia*) e cambará (*Gochnatia polymorpha*), entremeados de gramíneas. Não foi verificado o uso de fogo para a limpeza deste “pasto” durante todo o período do monitoramento. Esta limpeza é feita com a utilização de foice e do próprio pastejo e pisoteio das poucas cabeças de gado avistadas na área.

Esta proximidade da borda aparentemente não afetou a dinâmica de deposição de serapilheira como pode ser observado pelos dados expostos até o momento. Mas, parece que em termos de dinâmica de decomposição, a sobreposição de fatores tais como o maior espaçamento entre as árvores, solos mais rasos entremeados de rochas expostas e proximidade da borda tornaram o ambiente mais vulnerável a eventos climáticos mais extremos.

Para se alcançar um melhor entendimento do sistema decompositor da bacia do rio Caçambe seria necessário realizar estudos mais detalhados que contemplassem a análise da composição química da serapilheira estocada, o levantamento da fauna e microflora nela presentes, assim como a observação do microclima da sua superfície e interior.

#### 4.5 O futuro do Floresta do Camorim diante de mais um capítulo da História Ambiental

No domínio Mata Atlântica, principalmente os remanescentes que encontram-se próximos às cidades populosas sofreram fortes alterações históricas relacionadas à dinâmica dos ciclos econômicos brasileiros. Nos últimos 50 anos, além da perda de espaço físico devido à expansão da população humana, de uma forma geral, os espaços florestados, notadamente aqueles adjacentes aos centros urbanos, vêm sofrendo também influências relacionadas ao agravamento da poluição atmosférica, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis em veículos automotores e indústrias (MAGALHÃES, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A multiplicidade de poluentes gerados na queima de combustíveis torna as chuvas ácidas e carregadas de metais pesados, assim como têm um efeito cumulativo na atmosfera intensificando o efeito estufa. Portanto, na atualidade, pode-se pressupor que todos os ecossistemas terrestres estão experimentando algum tipo de alteração devido às atividades humanas, uma vez que as chuvas ácidas e o efeito estufa transcendem as fronteiras das cidades e países que contribuem com a maior parte dessas emissões (WEBER, 1992; BRYANT, 1997; GOLDEMBERG & VILLANUEVA, 2003). A tentativa de entender processos ecológicos numa escala local pressupõe esta problemática global como mais um fator a ser considerado.

Como observado anteriormente, o primeiro uso histórico da Floresta do Camorim, e conseqüentemente da bacia do rio Caçambe, foi a extração de madeira e produção de carvão vegetal até as décadas de 40 e 50. A partir desse momento a área foi utilizada também para pequenas lavouras e plantio de árvores frutíferas. O Parque Estadual da Pedra Branca foi criado em 1974, tendo portanto transcorridos no mínimo 30 anos da supressão das atividades antrópicas mais impactantes sobre a vegetação, pelo menos no que se refere ao impacto direto.

Durante este período, na área do presente estudo, desenvolveram-se duas comunidades arbóreas distintas. Uma no fundo de vale, dominada pela espécie *Guarea guidonia*, que apresenta grande capacidade competitiva na ocupação de áreas localizadas em fundos de vale. E outra no divisor de drenagem, com maior diversidade de espécies, maior número de indivíduos e menor DAP médio (SOLÓRZANO *et al.*, 2005). Apesar da deposição média de serapilheira no fundo de vale ser considerada alta ( $9,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), pelos valores observados no divisor de drenagem, pode-se supor que ela poderia ser ainda maior, caso a intervenção humana não tivesse proporcionado no passado as condições ambientais para o estabelecimento da espécie *G. guidonia*, com conseqüente empobrecimento da comunidade.

A alta deposição de serapilheira observada neste monitoramento, principalmente na área do divisor de drenagem, com os dados atualmente disponível, também pode ser uma resultante do histórico de perturbação da região. WEAVER (1998) observa que sítios situados em vales têm um maior *turnover* de biomassa devido à maior frequência de escorregamentos, quedas de árvores e vendavais mais intensos. Por isso, estas posições na paisagem apresentam comunidades arbóreas mais jovens com menor biomassa acima do solo e, presumivelmente, maior produtividade. Portanto, os impactos causados pela intervenção humana direta na bacia do Rio Caçambe até as décadas de 40/50 podem ser comparados a um desastre natural de proporções significativas. Mas o aumento da produtividade após estes eventos pode ser uma característica inerente à vegetação que comumente ocupa estes espaços.

MERGURO *et al.* (1979) observaram uma deposição de  $9,4 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$  numa floresta mesófila na cidade de São Paulo com histórico de uso para pastagem na década de 50. DINIZ & PAGANO (1997) consideraram a alta produção ( $11,2 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ ) observada numa floresta secundária do município de Araras (SP) como decorrente da grande incidência de lianas na área de estudo. OLIVEIRA (1999) observou em dois trechos da Ilha Grande

com histórico de uso no sistema de coivara, uma deposição e  $9,2 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  numa área com 5 anos de abandono, e uma deposição de  $8,7 \text{ Mg.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  em outra com 25 anos de abandono.

EWEL (1976) ressaltou que em florestas sucessionais dos trópicos úmidos, a produção de folhedeo pode alcançar valores mais altos que as florestas maduras, uma vez que nelas ocorre maior número de espécies decíduas, além das mudanças na composição, com queda de elementos mais velhos.

Em florestas com histórico de uso para extração de madeira ou agricultura, quando cessada a intervenção e deixada a sucessão seguir o seu curso natural, a dinâmica de serapilheira parece ser uma das primeiras funções a reestabelecer-se, apesar do empobrecimento da estrutura da comunidade (DELITTI,1995; PUTZ & BLATE, 2001; CARPANEZZI, 2005). O mesmo não ocorre quando a vegetação encontra-se sob ação de poluentes atmosféricos. DOMINGOS *et al.* (1990) estudando um trecho de floresta de encosta em Paranapiacaba, impactada pelos gases poluentes do complexo industrial de Cubatão (SP), registraram uma produção de serapilheira de apenas  $1,8 \text{ Mg. ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

A floresta da bacia do rio Caçambe, apesar de ter sofrido grandes impactos até a década 50, pelos dados do presente monitoramento e de outros estudos realizados na área, teve suas funções recuperadas ao nível de ecossistema (PUTZ & BLATE, 2001). Esta regeneração deveu-se a redução das pressões sobre a floresta que foi possibilitada pela mudança de uso da Baixada de Jacarepaguá. A região passou de zona rural para área de moradia e zona industrial, com a predominância de indústrias de química fina (ex: cosméticos e farmacêuticas), que apresentam baixas emissões de poluentes atmosféricos (COSTA, 1998; FREITAS *et al.*, 2005).

À medida que a Baixada de Jacarepaguá vai sendo completamente ocupada, os terrenos nas encostas do Maciço da Pedra Branca, passam a ser procuradas pelas populações mais pobres, assim como por moradores que valorizam a proximidade do verde, repetindo os mesmos processos de ocupação que ocorreram no Maciço da Tijuca. Diante da eminência de mais um capítulo da História Ambiental da região do Camorim, tornam-se urgentes ações proativas visando a preservação deste remanescente de Mata Atlântica, que levem em consideração as características urbanas das suas adjacências. O envolvimento da população circunvizinha em programas de Educação Ambiental certamente constitui uma das ações prioritárias.

## 5. CONCLUSÕES

Através do presente estudo pode-se constatar que a produção e decomposição serapilheira registradas para as duas posições topográficas da bacia do rio Caçambe, principalmente no divisor de drenagem, são elevadas quando comparadas a outros estudos semelhantes em remanescentes de Mata Atlântica do sudeste brasileiro.

Foi considerado atípico o fato da produção de serapilheira do divisor de drenagem ter superado a produção do fundo de vale nos três anos de monitoramento. À luz dos parâmetros analisados não são evidentes os motivos que levaram a produção de serapilheira a um patamar tão elevado no divisor de drenagem. Não podem ser excluídos desta discussão fenômenos climáticos globais e alterações na constituição da atmosfera no que se refere ao teor de dióxido de carbono.

Apesar da produção registrada ter sido alta durante todo período de monitoramento, foi observada uma certa sazonalidade tanto no fundo de vale quanto no divisor de drenagem. A comunidade do divisor de drenagem apresentou tendência ao aumento de produção no final do inverno e início da primavera. Enquanto o fundo de vale apresentou aumento de produção na primavera e início do verão.

A pluviosidade da Baixada de Jacarepaguá durante o período do presente monitoramento esteve acima da sua média histórica. Em termos anuais, a pluviosidade influenciou de forma positiva tanto a produção quanto a decomposição da serapilheira. No entanto, não foi observada uma correlação significativa entre a ocorrência de chuvas e a deposição das frações de serapilheira ao longo do tempo.

A temperatura foi a única variável climática que apresentou uma correlação significativa com a produção de serapilheira. No primeiro ano, no fundo de vale, foi observada uma correlação positiva elevada entre as temperaturas máximas e a deposição de folhas da espécie *Guarea guidonia*. No segundo ano, no divisor de drenagem, foi observada uma correlação negativa significativa entre a deposição de folhas e as temperaturas mínimas. Estes resultados corroboram com estudos de fenologia realizados na Mata Atlântica que apontam a influência das variações sazonais do comprimento do dia ou da temperatura sobre a produção e deposição de folhas de muitas espécies arbóreas deste bioma.

O trecho de floresta da bacia do rio Caçambe, pertencente à Floresta do Camorim, no Maciço da Pedra Branca, diante dos resultados observados neste estudo aparentemente recuperou sua funcionalidade no tocante à dinâmica de serapilheira, indicando que a magnitude do seu último uso histórico ainda estava dentro do limite de resiliência do ecossistema.

Outros estudos devem ser realizados no Maciço da Pedra Branca no intuito de elucidar as conseqüências das atividades humanas sobre a dinâmica florestal e também subsidiar ações de preservação deste significativo remanescente de Mata Atlântica, cujos “serviços ambientais” são imprescindíveis para o equilíbrio das condições ambientais das áreas urbanas do seu entorno.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Decomposition in tropical forests. *In*: SUTTON, S.L., WHITMORE, T.C. & CHADWICK, A.C.(eds.) **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blackwell, 1983. p. 267-274.
- ANDRADE, A.G.; CABALLERO, S.S.U.; FARIA, S.M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22 p.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia dos trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 332 p.
- BARROW, C. **Water resources and agricultural development in the tropics**. New York: Longman Scientific & Technical, 1987. 356 p.
- BRANDÃO, A.M.O.M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. *In*: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C.A.K. (Org.) **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.
- BRASIL,. **Decreto Nº. 750 de 10 de fevereiro de 1993**. Brasília, DF: Casa Civil, 1993.
- BRAY, J.R. ; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol. Rev.**, v. 2, p. 101-157, 1964.
- BRYANT, E. **Climate process & change**. Cambridge: Cambridge Univ., 1997. 209 p.
- BRUIJNZEEL, L.A.; VENEKLAAS, E.J. Climatic conditions and tropical montane forest productivity: the fog has not lifted yet. **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 3-9, 1998.
- BUENO, E. **A viagem do descobrimento: a verdadeira história da expedição de Cabral**. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998. 140 p.
- CAMPOS, J.C.; LANDGRAF, P.R. Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.143-151, 2001.
- CARPANEZZI, A. A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. *In*: GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (ed.) **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo (PR): Embrapa Florestas, 2005. p. 29-45.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, vol. 1, 2003.
- CESAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da fazenda Barreiro Rico, Município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, n. 53, v. 4 , p. 671-681, 1992.
- CINTRA, A.T.F. **Entradas atmosféricas de nutrientes e poluentes em um ecossistema florestal urbano, Maciço da Pedra Branca, RJ**. 2004.143 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- CLARK, A.D.; BROWN, S.; KICLIGHTER, D. W.; CHAMBERS, J. Q.; THOMLINSON, J. R.; NI, J; HOLLAND, E. A. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. **Ecological Applications**, v. 11, n. 2, p. 371-384, 2001.
- CLARK, D.B. Abolishing virginity. **Jornal of Tropical Ecology** v.12, n.6., p. 735-739, 1996.
- CLARK, D.B.; CLARK D.A.; READ, J. Edafic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Jornal of Ecology**, v. 86, p. 101-112, 1998.

- COELHO NETTO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia In: Guerra, A.J.T.; Cunha, S.B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 93-148.
- CORRÊA, A.M. O Sertão Carioca. In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Rio de Janeiro, 1933 (reimpressão: Departamento de imprensa Oficial. Secretaria Municipal de Adm., 1936). v. 167, 312 p.
- COSTA, P.A. **Geografia da indústria de química fina na região metropolitana do Rio de Janeiro, um estudo de caso: o pólo de química fina de Jacarepaguá**. 1999. 294f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G.A.D.C; POGGIANI, F.; DIAS, A C. Produção de serapilheira em floresta pluvial atlântica secundária, Parque Estadual da Serra do Mar (Cunha, SP, Brasil). **Rev. Inst. Flor.**, v. 9, n. 2, p. 103-110, 1997.
- CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G.A.D.C; POGGIANI, F.; DIAS, A C. Produção de serapilheira e do retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil). **Revista Instituto Florestal**, n. 8, n. 1, p. 1-16, 1996.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo : Companhia das Letras, 1996. 484 p.
- DELAMONICA, P.; LIMA, D. F.; OLIVEIRA, R. R.; MANTOVANI, W. Estrutura e funcionalidade de populações de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naud. em florestas secundárias estabelecidas sobre antigas roças caiçaras. **Pesquisas Botânicas**, São Leopoldo, RS, v. 52, p. 125-142, 2002.
- DELLITI, W.B.C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p. 469-486, 1995.
- DINIZ, S.; PAGANO S.N. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no Município de Araras, SP – Produção, decomposição e acúmulo. **Rev. Inst. Flor.**, v. 9, n. 1, p. 27-36, 1997.
- DOMINGOS, M.; MORAES, M.M.; VUONO, Y.S.; ANSELMO, C. E. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP. **Revta. Brasil. Bot.**, v. 20, n. 1, p. 91-96, 1997.
- DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; VUONO, Y.S.D. Produção de serapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, v. 17, n. 1, p. 47-58, 1990.
- DRUMMOND, J.A. A História Ambiental: temas, fontes e linhas de pesquisa. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, vol. 4, n. 8, p. 177-197, 1991.
- ENGEMANN, C.; CHAGAS, J.; SANTOS, R.S.; BORGES, C.A.; OLIVEIRA, R.R. Consumo de recursos florestais e produção de açúcar no período colonial: o caso do engenho do Camorim, RJ. In: OLIVEIRA, R.R. (Org) **As marcas do homem na floresta: História ambiental de um trecho de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. p. 119-140.
- EWEL, J.J Litter fall and leaf decomposition in a tropical Forest succession in eastern Guatemala, **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

- EMBRAPA/CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa /Produção de Informação, 1999. 412 p.
- FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998. 339 p.
- FERRAZ, D.K., ARTES, R., MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmentos de mata em São Paulo, SP. **Rev. Brasil. Bio.** v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.
- FIDERJ. **Indicadores climatológicos**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Rio de Janeiro. 155p. 1978.
- FIGUEIRÓ, A.S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e propagação de efeitos de borda no Maciço da Tijuca – Rio de Janeiro, RJ**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- FIRME, R. P. **Funcionalidade ecológica de um trecho de Mata Atlântica após incêndio no Maciço da Pedra Branca, RJ**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.
- FLOHN, H. **Climate and weather**. London: World University Library, 1969. 253 p.
- FREITAS, M. M.; CASTANHEIRA, M. V. S.; FINGER, F. R. A influência dos remanescentes agro-pastoris do maciço da Pedra Branca na dinâmica hidrológica das encostas. In: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta: História Ambiental de um trecho de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. p. 143-164.
- GARAY, I.; SILVA, B.A.O. Húmus florestais: síntese e diagnóstico das interrelações vegetação/solo. **Oecologia Brasiliensis**. v.1, p. 19-46, 1995.
- GARCIA, S. L. R. **Estatística experimental**. Curso de extensão ministrado pela Faculdade de Viçosa, nos segundo semestre de 2001. Viçosa: Faculdade de Viçosa, 2001. Apostila.
- GEORIO. **Alerta Rio: Dados pluviométrico**. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro Disponível em: < [shttp://www.rio.rj.gov.br/georio.htm](http://www.rio.rj.gov.br/georio.htm). Último acesso em: 10 nov. 2005.
- GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L.D. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. 226 p.
- GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, I. L.; BENEDETI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilidade florestal**. Piracicaba (SP): IPET, 2000. p. 219-261.
- HERBOHN, J.L.; CONGDON, R. A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. II. Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 365-380, 1993.
- HUECK, K. 1972. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono/Editora Universidade de Brasília. 466 p.
- IBAM, **Guia de Unidades de Conservação Ambiental do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, PCRJ/SMAC, 1998. 208 p.

- INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Dados climáticos de temperatura do ar do aeródromo de Jacarepaguá – RJ**. São José dos Campos: ICEA/DPD/SCA, 2005. Relatório.
- JANZEN, D. H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980. 79 p.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, **Mata Atlântica: 500 anos, 2000**. CD-ROM.
- JENNY, H.; GESSEL, S.P.; BINGHAM, F.T. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regions. **Soil Science**, v. 68, p. 419-432. 1949.
- JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777 p.
- LOPES, M. I. S.; DOMINGOS, M.; DE VUONO, Y. S. Ciclagem de minerais. *In*: SYLVESTRE, L. S. (Org.); ROSA, M. M. T. (Org.). **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica (RJ): EDUR, 2002. p. 9-23.
- KINDEL, A.; BARBOSA P.M.S.; PÉREZ D.V.; GARAY, I. Efeito do extrativismo seletivo de espécies arbóreas da Floresta Atlântica de Tabuleiros na matéria orgânica e outros atributos do solo. **Rev. Bras. Ci. Solo**, n.23, p. 465-474, 1999.
- KINDEL, A. **A fragmentação real: heterogeneidade de remanescentes florestais e valor indicador das formas de húmus**. 2001. 188p. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- KUNKEL-WESTPHAL, I.; KUNKEL, P. Litterfall in a guatemalan primary forest, with details of leaf-shedding by some common tree species. **Journal of Ecology**, v. 67, p. 665-686, 1979.
- LAURANCE, W. F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S. G.; VASCONCELOS, L.; LOVEJOY, T. E. Rain forest fragmentation kills big trees. **Nature**, v. 404, 2000, p. 836.
- LAURANCE, W. F.; LEANDRO, V. F.; MERONA, J. M. R.; LAURANCE, S. G. Rain Forest fragmentation and the dynamics of amazonian tree communities. **Ecology**, v. 79, n. 6, p. 2032-2040, 1998.
- LAURANCE, W. F.; PÉREZ-SALICRUP, D.; DELAMÔNICA, P.; FEARNSIDE, P. M.; DÁNGELO, S.; JEROZOLINSKI, A.; POHL, L.; LOVEJOY, T. E. Rain forest fragmentation and the structure of amazonian liana communities. **Ecology**, v. 82, n. 1, p. 105-116, 2001.
- LEITÃO FILHO, H. (org.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Campinas: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993. 198 p.
- LONGMAN, K.A. & JENÍK, J. **Tropical forest and its environment**. New York: Longman Scientific & Technical, 1988. 346 p.
- MAGALHÃES, L. M. **Funções e estrutura da cobertura arbórea urbana**. Rio de Janeiro 80p. 2004 (no prelo).
- MARQUES, M.C.M.; OLIVEIRA, P.E.A.M. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira Bot.**, v. 27, n. 4, p. 713-723, 2004.

- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Rev. Brasil. Bot.**, v.22, n.3, p. 405-412, 1999.
- MAZUREC, A.P.; VILLELA, D.M. Produção e camada de serrapilheira em uma Mata Atlântica na Serra do Imbé, Norte Fluminense, em diferentes altitudes. *In*: IV Simpósio de ecossistemas brasileiros. **Anais...**, Águas de Lindóia, SP. 1998. p. 36-41.
- MERGURO, M.; VENUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C., Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Bol. Bot.**, v. 7, p. 61-67, 1979.
- MIRANDA, J. C. **Interceptação das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca**: Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro (RJ). Dissertação (Mestrado em Geociências), Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro, 1992.
- MORAES, R.M.; DELITTI, W.B.C. Produção e retorno de nutrientes via serrapilheira foliar de *Euterpe edulis* Mar. em Mata Atlântica de encosta, Ilha do Cardoso, SP. **Naturalia**, v. 21, p. 57-62, 1996.
- MORAES, R.M.; DELLITI, W.B.C; RINALDI, M.C.S.R.; REBELO, C.F. Ciclagem mineral em mata atlântica de encosta e mata sobre restinga, Ilha do Cardoso, SP; nutrientes na serrapilheira acumulada. *In*: VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 1996, Águas de Lindóia, SP. **Anais...**São Paulo: ACIESP, 1996. p. 71-77.
- MORELATO, L.P.C. Nutrient cycling in two southeast Brazilian forests. I Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 205-215, 1992.
- MORI, S.A.; LISBOA G.; KALLUNKI, J.A. Fenologia de uma mata higrófila sul-baiana. **Revista Theobroma**, v. 12, n. 4, p. 217-230, 1982.
- NASCIMENTO, A.C.P. **Produção e aporte de nutrientes da serrapilheira em um fragmento de Mata Atlântica na Reserva União, RJ**: efeito de borda. 2005. 77f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos (RJ), 2005.
- NIEUWOLT, S. **Tropical climatology**: an introduction to the climate of the low latitudes. London : J. Wiley 1977. 207 p.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.
- OLIVEIRA, R.R.; LACERDA, L.D. Produção e composição química da serrapilheira na Floresta da Tijuca (RJ). **Revta brasil. Bot.** v. 16, n. 1, p. 93-99, 1993.
- OLIVEIRA, R.R.; ZAÚ, A.S.; SILVA, M.B.R; VIANNA, M.C.; SODRÉ, D.O.; SAMPAIO, P.D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v. 1, p. 523-541, 1995.
- OLIVEIRA, R.R.; COELHO NETO, A.L. O rastro do homem na floresta: a construção da paisagem na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Rio de Janeiro) a partir das intervenções antrópicas. **Albertoia**, v.4, n. 10, p. 109-116, 1996.
- OLIVEIRA, R.R. **O rastro do homem na floresta**: sustentabilidade e funcionalidade da Mata Atlântica sob manejo caçara. 1999. 150f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

- OLIVEIRA, R.R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 53, n. 82, p. 33 - 58, 2002.
- OLIVEIRA, R.R., SILVA, E.; MACEDO, G. V. Biomassa de raízes finas e serapilheira em floresta secundária no Maciço da Pedra Branca, RJ. **Eugeniana**, Rio de Janeiro, n. 51, p. 25 - 35, 2002/2003.
- OLIVEIRA, R.R. . Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 793-799, 2004.
- OLIVEIRA, R. R. Os cenários da paisagem. In: OLIVEIRA, R. R. (Org.) **As marcas do homem na floresta: História ambiental de um trecho de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. 232 p.
- OLIVEIRA, R. R.; SILVEIRA, C. L. P.; MAGALHÃES, A. C.; FIRME, R. P. Contaminação e ciclagem de metais pesados na serapilheira de uma floresta urbana. In: OLIVEIRA, R.R. (Org.) **As marcas do homem na floresta: História ambiental de um trecho de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. p. 207-226.
- OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.44, p.321-331, 1963.
- PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888**. 2 ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004. 319 p.
- PAGANO, S.N. nutrientes minerais do folheto produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Rev. Bras. Biol.** v. 49, n. 3, p. 633-639, 1989.
- PEIXOTO, A.L.; ROSA, M.M.T.; SILVA, I.M. Caracterização da Mata Atlântica. In: SYLVESTRE, L.S.; ROSA, M.M.T. (Orgs.) **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Seropédica (RJ): Ed. Universidade Rural, 2002. p. 9-23.
- POGGUIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. **Anais...**, 1992. pp. 73-79.
- PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. I: Problems of data comparision. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C.(eds.) **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford, Blackwell, Sci. Publ. 1983. p. 267-274.
- PUTZ, F. E.; BLATE, G. M. Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. **Conservation Biology**, v. 15, n. 1, p. 7-20, 2001.
- RAMALHO FILHO, R.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1994. 65 p.
- REGO, L.F.G. O espaço geográfico visto do espaço orbital. In: OLIVEIRA, R.R. (Org.) **As marcas do homem na floresta: História ambiental de um trecho de mata atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. p. 51-62.
- RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. London: Cambridge Univ. Press. 1964. 450p.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan. 5. ed. 2003. 503 p.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda. 1997. 719 p.

- SAMPAIO, E.V.S.B; DALL'ÓLIO, A.; NUNES, K.S.; LEMOS, E.E.P. A model of litterfall, litter layer losses and mass transfer in a humid tropical forest at pernambuco, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 291-301, 1993.
- SCHLITTLER, F.H.M., MARINIS, G.; CESAR, O. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema – SP. **Naturalia**, v. 18, p. 135-147, 1993.
- SOLLINS, P. Factors influencing species composition in Tropical Lowland Rain Forest: does soil matter? **Ecology**, 79(1), 1998, p. 23-30.
- SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R. R.; GUEDES-BRUNI, R.R. História ambiental e estrutura de uma floresta urbana. In: OLIVEIRA, R.R. (Org.) **As marcas do homem na floresta**: História ambiental de um trecho de mata atlântica. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, 2005. p. 87-118.
- SOUZA, A.A.C.M 1991. Pré-história fluminense. Apud: OLIVEIRA, R.R. O rastro do homem na floresta: a construção da paisagem na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Rio de Janeiro) a partir das intervenções antrópicas. **Albertoa**, v.4, n. 10, p. 109-116, 1996.
- STARK, N.M.; JORDAN, C. F. Nutrient retention by the root mat of an amozinan rain forest. **Ecology**, v. 59, n. 3, p. 434-437, 1978.
- TANNER, E.V.J.; VITOUSEK, P.M.; CUEVAS, E. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountain. **Ecology**, v.79, n. 1, p. 10-22, 1998.
- TAROLA, D. C.; MORELLATO, P. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira Botânica** v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.
- TONHASCA JR., A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197 p.
- TRIOLA, M. F., **Introdução à Estatística**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, RJ. 1998. 410p.
- UHL, C. Factors controlling sucession after slash and burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology**. v. 75, p. 377-407, 1987.
- VARJABEDIAN, R.; PAGANO, N.P. Produção e decomposição de folhedo em um trecho de mata atlântica de encosta no Município de Guarujá, SP. **Acta Bot. Bras.**, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.
- VELOSO, H.P.; FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 1991. 123 p.
- VIEIRA, A. C. **Lazer e cultura na Floresta da Tijuca**: história, arte, religião, fauna, flora e literatura. São Paulo: Makron Books, 2001. 73 p.
- VITOUSEK, P.M. Litterfal, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, v. 65, n. 1, p. 285-298, 1984.
- WAIDE, R. B.; ZIMMERMAN, J. K.; SCATENA, F. N. Controls of primary productivity: lessons from the luquilo mountains in Puerto Rico. **Ecology**, v. 79, n. 1, pp. 31-37, 1998.
- WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**: tratado de ecologia global. São Paulo: EPU, 1986. 325 p.
- WANDERLEY, M.G.L. SHEPERD G. J.; GIULIETTI, A.M.; MELLEN, T.S. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. vol.3. São Paulo: Fapesp/Rima, 2003.

- WEAVER, P.L. ***Guarea guidonia* (L) Sleumer**: american muskwood. SO-ITF-SM-17. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7p. Disponível em <<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Guareaguidonia.pdf>> Acesso em: 16 jan. 2006.
- WEBER, G. R. **Global warming: the rest of the story**. Wiesbaden: Dr Buettiger Verlag GmbH, 1992. 188 p.
- WHITMORE, T. C., 1990, **An introduction to tropical rain forests**: Seasonal rhythms. Oxford: Clarendon Press., p. 52-57.
- WINDSOR, D.M. **Climate and moisture variability in a tropical forest**: Long-term records fo Barro Colorado Island, Panamá. Washington: Smithsonian Institution Press, 1990. 145 p.
- WOOI-KHOON, G.; JIN-EONG, O. Litter production and decomposition in a coastal hill dipterocarp forest. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 275-285, 1976.
- ZAR, J. H. **Bioestatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 4. ed., 1999. 123 p.

Anexo I

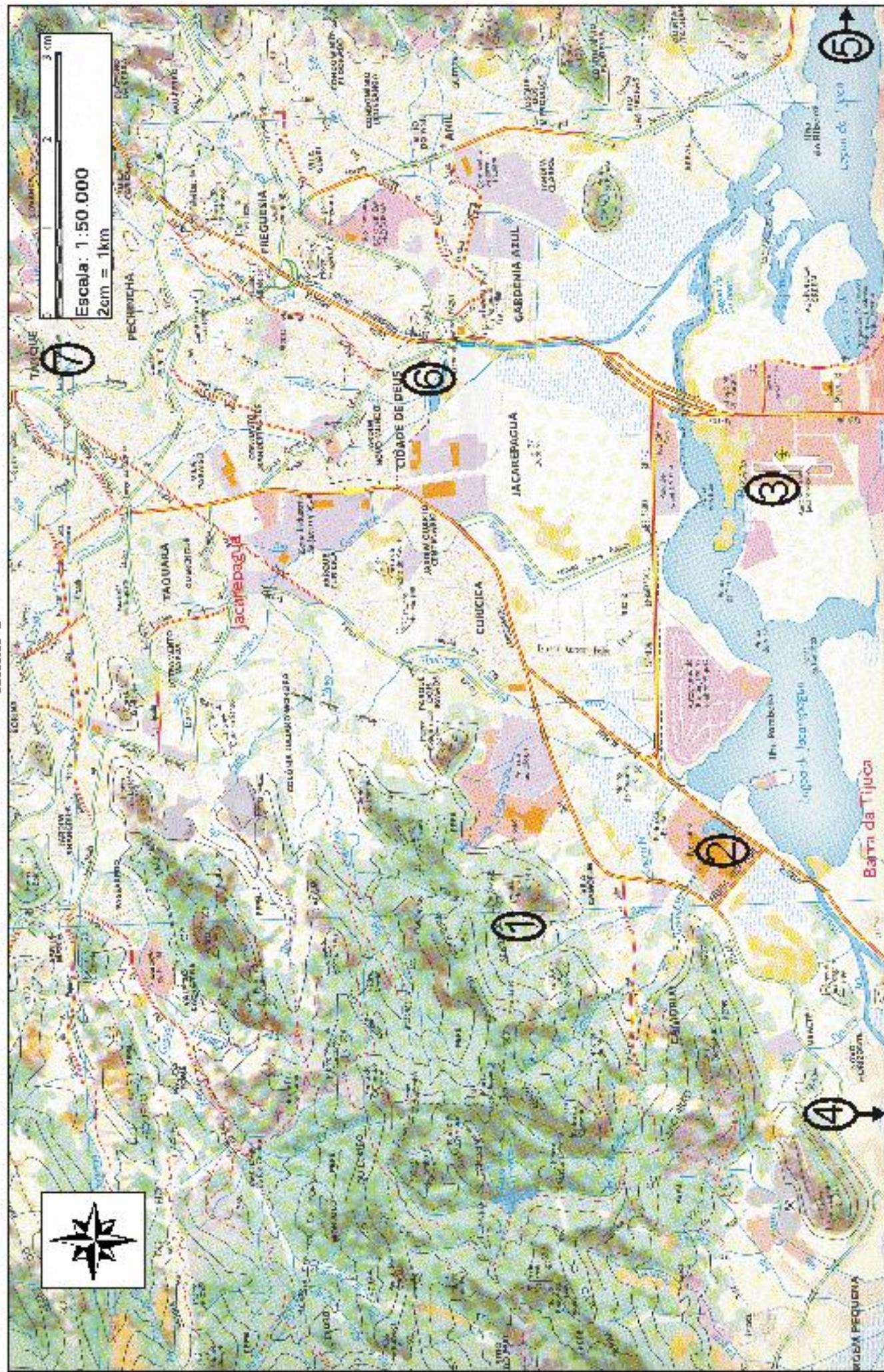


Figura 1 - Trecho sudeste do Múcio da Pedra Branca e Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro (adaptado do Mapa do Município do Rio de Janeiro - SMAC, 2002).

Legenda: 1 - Bacia do Rio Caçambe; 2 - Estação phreométrica do Riocentro; 3 - Estação phreométrica do Aeroporto de Jacarepaguá; 4, 5, 6 e 7 - Estações phreométricas de Itama, Ibanhangá, Cidade de Deus e Tanque, respectivamente (GEORIO, 2005).

## Anexo 2

### ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS DE APORTE DE SERAPILHEIRA

#### a) Distribuição dos dados

Efeito	Identificação	Dados
Local	1	36
Local	2	36
Ano	1	24
Ano	2	24
Ano	3	24
Interações	Identificação	Dados
Local x Ano	1 1	12
Local x Ano	1 2	12
Local x Ano	1 3	12
Local x Ano	2 1	12
Local x Ano	2 2	12
Local x Ano	2 3	12

#### b) Serapilheira total

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Significância
Local	1	244,4054	244,4054	2,961	0,08998
Ano	2	130,7339	65,36695	0,792	-----
Local Ano	2	52,36666	26,18333	0,317	-----
Resíduo	66	5447,712	82,54110		
C.V.% = 40,74					

#### c) Fração folhas

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Significância
Local	1	258,8701	258,8701	7,915	0,00645 *
Ano	2	17,63738	8,818688	0,270	-----
Local Ano	2	1,572896	0,786448	0,024	-----
Resíduo	66	2158,645	32,70674		
C.V.% = 39,17					

\* Quando o valor de significância for < 5% indica que foi detectada diferença entre as médias.

## Anexo 2

### d) Fração galhos

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Significância
Local	1	23,48515	23,48515	1,839	0,17965
Ano	2	32,81658	16,40829	1,285	0,28346
Local Ano	2	10,87829	5,439145	0,426	-----
Resíduo	66	842,6947	12,76810		
C.V.% = 62,41					

### e) Fração elementos reprodutivos (dados transformados à raiz quadrada)

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Significância
Local	1	1,151617	1,151617	5,285	0,02469*
Ano	2	1,575992	0,787995	3,616	0,03235*
Local Ano	2	0,642871	0,321435	1,475	0,23621
Resíduo	66	14,38243	0,217915		
C.V.% = 43,39					

\* Quando o valor de significância for < 5% indica que foi detectada diferença entre as médias.

### Teste de Tukey para comparação entre os anos

ANO	Dados	Médias	Comparações 5%
1	24	1,2526	A
3	24	1,0842	A B
2	24	0,8905	B

Obs: Letras diferentes indica que foi detectada diferença entre as médias à 5% de significância.

### f) Fração resíduos

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Significância
Local	1	0,418709	0,418709	0,754	-----
Ano	2	2,517036	1,258518	2,266	0,11172
Local Ano	2	2,572106	1,286053	2,316	0,10666
Resíduo	66	36,65239	0,555339		
C.V.% = 115,99					

### Anexo 3

Tabela 1 - Valores mensais de deposição de serapilheira no fundo do vale, bacia do Rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ (valores em kg.ha<sup>-1</sup>).

	<b>Folhas</b>	<b><i>G. guidonia</i>*</b>	<b>galhos</b>	<b>el.reprod.</b>	<b>resíduos</b>	<b>total</b>
<b>nov/02</b>	1029,34	487,09	348,42	48,60	24,54	1450,89
<b>dez/02</b>	462,66	274,29	174,48	42,86	24,72	704,73
<b>jan/03</b>	517,94	158,79	368,98	30,93	31,50	949,36
<b>fev/03</b>	629,80	405,33	138,77	75,73	15,03	859,33
<b>mar/03</b>	478,43	191,23	147,39	56,72	11,05	693,59
<b>abr/03</b>	347,76	106,98	102,48	33,27	6,74	490,25
<b>maio/03</b>	646,34	144,48	253,12	91,57	16,68	1007,70
<b>jun/03</b>	482,25	96,84	236,99	55,19	31,86	806,30
<b>jul/03</b>	193,64	89,97	81,67	16,32	17,85	309,48
<b>ago/03</b>	224,49	6,29	235,81	44,41	12,70	517,40
<b>set/03</b>	357,03	35,05	216,54	116,55	11,04	701,16
<b>out/03</b>	579,67	191,39	295,09	69,61	37,21	981,57
<b>nov/03</b>	634,12	193,32	317,40	24,85	7,32	983,69
<b>dez/03</b>	590,72	302,80	456,28	11,64	10,56	1069,19
<b>jan/04</b>	401,68	175,15	163,19	14,13	12,06	591,06
<b>fev/04</b>	485,22	312,74	244,83	7,49	14,44	751,97
<b>mar/04</b>	389,85	194,66	98,49	30,37	4,63	523,35
<b>abr/04</b>	379,91	194,64	72,89	58,50	7,31	518,62
<b>maio/04</b>	238,92	107,96	121,34	37,68	26,18	424,11
<b>jun/04</b>	294,67	141,13	331,11	30,97	155,90	812,64
<b>jul/04</b>	266,21	117,50	192,12	7,45	18,65	484,43
<b>ago/04</b>	304,78	82,50	80,22	25,15	3,49	413,65
<b>set/04</b>	654,00	208,33	217,33	98,95	21,59	991,87
<b>out/04</b>	1359,21	605,94	709,55	61,28	34,77	2164,81
<b>nov/04</b>	723,48	388,94	193,30	6,39	19,73	942,90
<b>dez/04</b>	714,99	260,86	269,98	13,35	22,79	1021,11
<b>jan/05</b>	602,64	212,98	242,22	5,80	7,30	857,96
<b>fev/05</b>	358,91	77,30	145,95	27,59	6,85	539,30
<b>mar/05</b>	522,26	308,72	105,96	24,07	8,72	661,01
<b>abr/05</b>	660,23	417,99	264,18	9,15	24,61	958,17
<b>maio/05</b>	509,87	253,85	463,95	20,34	64,68	1058,83
<b>jun/05</b>	294,85	172,58	67,65	9,65	13,28	385,43
<b>jul/05</b>	321,32	162,77	195,86	22,81	20,04	560,03
<b>ago/05</b>	397,57	200,10	279,97	100,96	19,96	790,62
<b>set/05</b>	509,83	212,28	658,03	155,81	19,52	1145,32
<b>out/05</b>	729,69	237,70	575,64	38,96	30,07	1333,16

\* folhas de *G. guidonia*

### Anexo 3

Tabela 2 – Valores mensais de deposição de serapilheira no divisor de drenagem, bacia do Rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ (valores em kg.ha<sup>-1</sup>).

	<b>folhas</b>	<b>galhos</b>	<b>el.reprod.</b>	<b>resíduos</b>	<b>total</b>
<b>nov/02</b>	659,39	314,99	59,18	10,04	1043,61
<b>dez/02</b>	403,32	88,84	32,52	6,76	531,43
<b>jan/03</b>	578,93	96,90	48,47	12,27	736,57
<b>fev/03</b>	782,63	96,90	48,47	12,27	736,57
<b>mar/03</b>	630,86	110,53	41,15	3,00	785,54
<b>abr/03</b>	406,33	68,11	71,36	13,36	559,16
<b>maio/03</b>	582,69	230,08	162,12	31,23	1006,12
<b>jun/03</b>	464,25	157,14	35,29	16,00	672,67
<b>jul/03</b>	559,57	77,15	46,33	23,11	727,95
<b>ago/03</b>	753,72	272,38	78,41	7,35	1111,87
<b>set/03</b>	1424,22	380,82	119,87	7,90	1932,82
<b>out/03</b>	667,14	354,36	223,83	10,57	1255,90
<b>nov/03</b>	739,60	212,73	140,95	16,29	1109,57
<b>dez/03</b>	643,03	183,37	47,83	4,65	878,88
<b>jan/04</b>	361,09	44,69	13,35	5,21	424,34
<b>fev/04</b>	515,82	105,14	4,49	14,50	639,94
<b>mar/04</b>	358,15	72,24	9,30	5,90	445,59
<b>abr/04</b>	476,71	74,65	30,11	7,90	589,37
<b>maio/04</b>	509,00	226,10	52,13	38,13	834,86
<b>jun/04</b>	747,59	160,15	13,25	96,19	1017,18
<b>jul/04</b>	912,11	325,52	15,85	39,64	1293,13
<b>ago/04</b>	666,89	61,62	34,01	12,39	774,92
<b>set/04</b>	729,99	94,59	97,21	13,08	934,34
<b>out/04</b>	987,83	422,59	39,15	31,40	1480,97
<b>nov/04</b>	682,06	163,10	18,22	19,68	883,07
<b>dez/04</b>	634,78	166,34	12,72	15,65	829,49
<b>jan/05</b>	592,10	152,75	17,96	16,87	779,69
<b>fev/05</b>	402,08	128,97	10,71	10,29	552,06
<b>mar/05</b>	907,17	284,72	170,40	124,17	1486,46
<b>abr/05</b>	722,39	355,64	176,45	141,90	1396,38
<b>maio/05</b>	793,57	510,09	78,10	126,47	1508,23
<b>jun/05</b>	451,42	59,12	41,99	36,24	588,77
<b>jul/05</b>	566,75	129,96	63,98	25,26	785,94
<b>ago/05</b>	1027,04	278,16	89,42	16,93	1411,55
<b>set/05</b>	882,00	321,09	137,51	23,97	1364,57
<b>out/05</b>	680,29	398,55	238,83	28,58	1346,25

## Anexo 4

### APORTE DE SERAPILHEIRA AO LONGO DE TRÊS ANOS

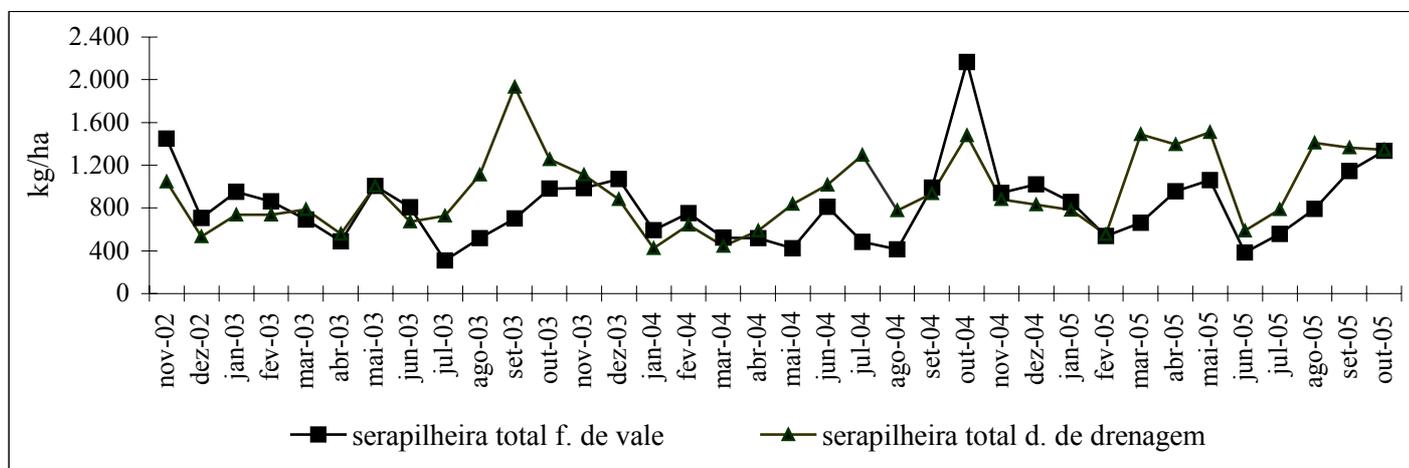


Figura 1 – Deposição de serapilheira total, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

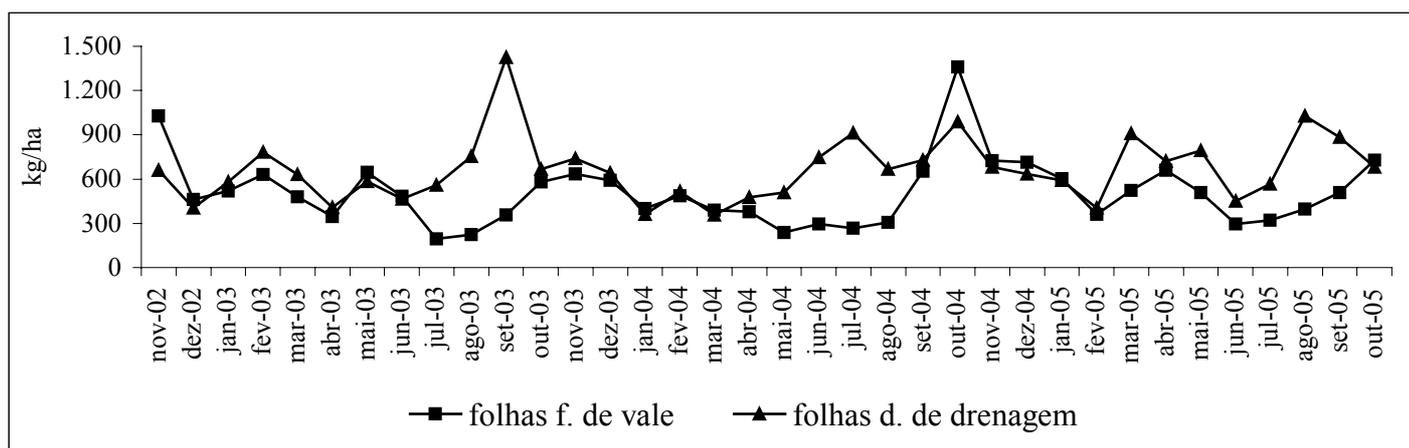


Figura 2 – Deposição de folhas, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

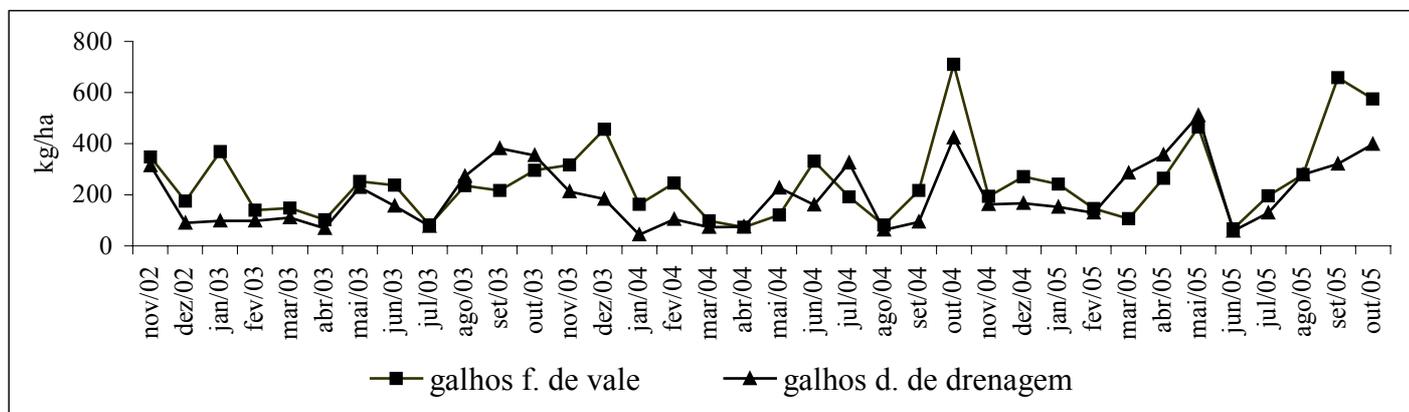


Figura 3 – Deposição de galhos, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

## Anexo 4

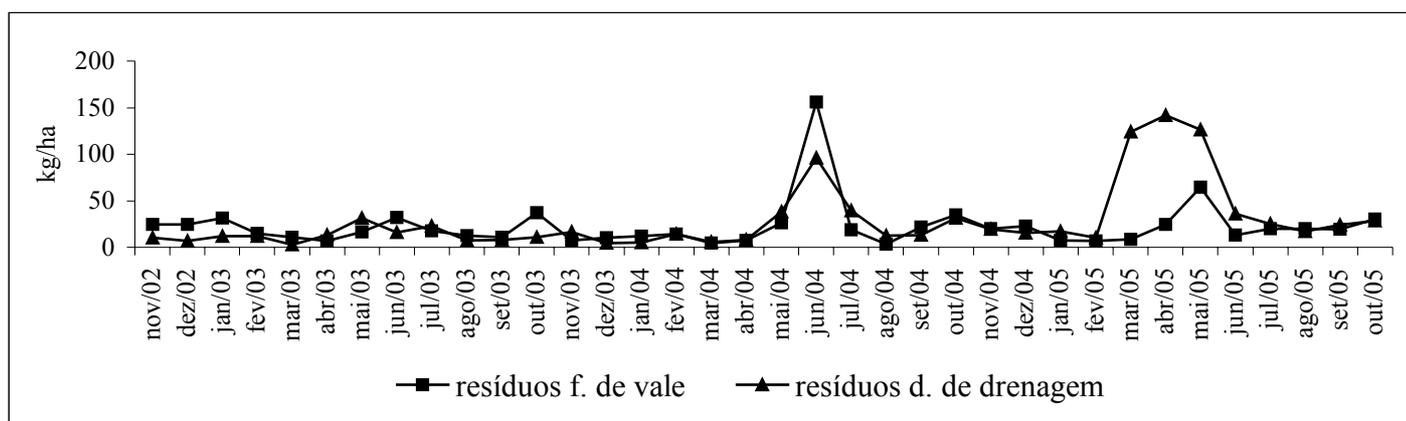


Figura 4 – Deposição de resíduos, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

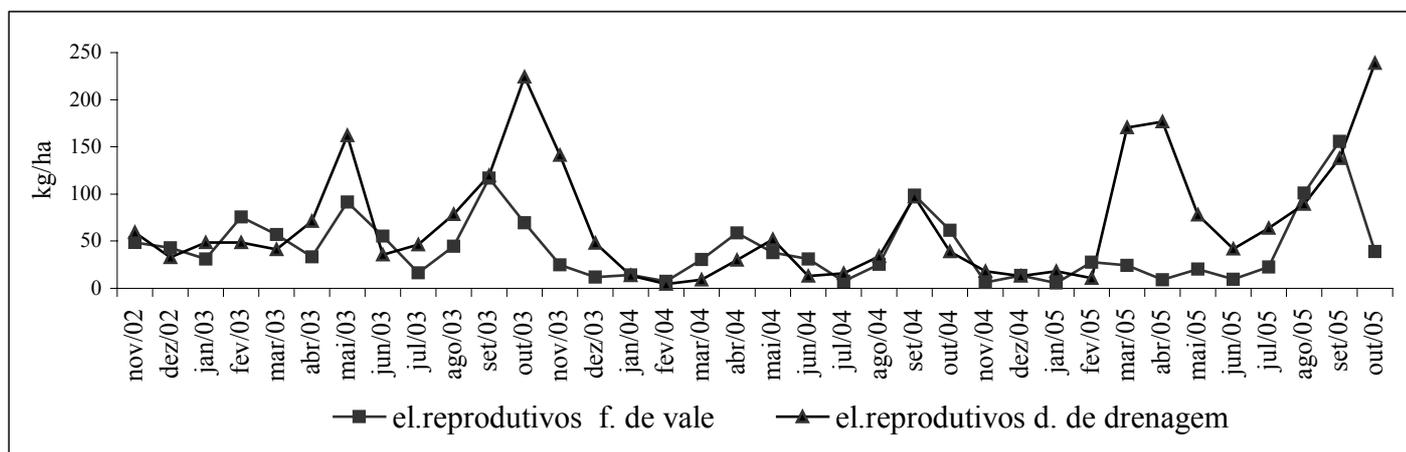


Figura 5 – Deposição de el. reprodutivos, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

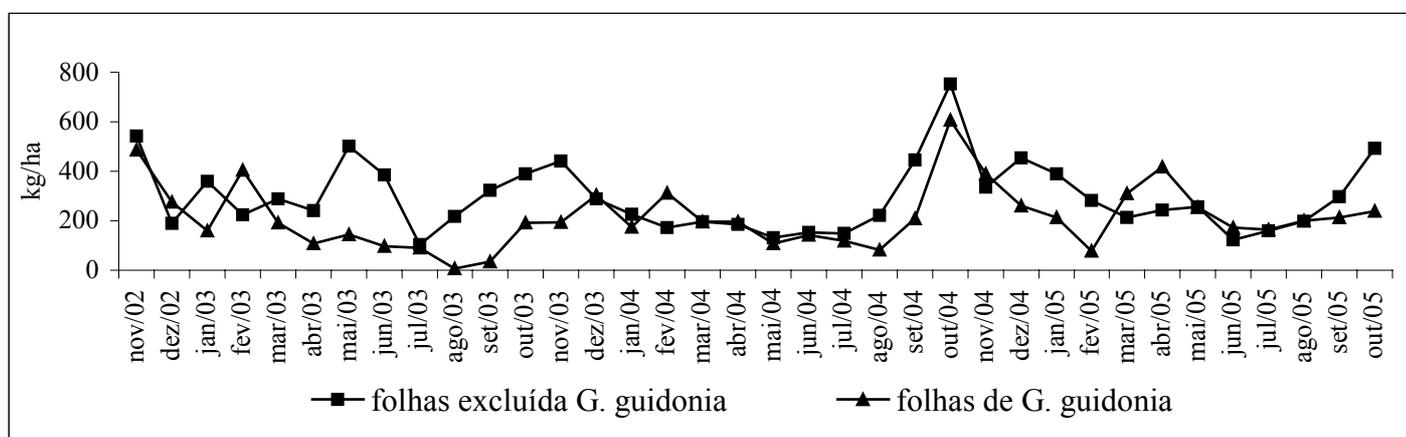
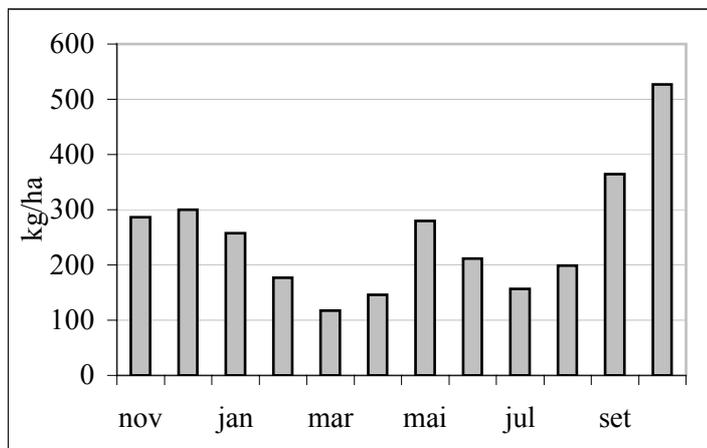


Figura 6 – Deposição de folhas no fundo de vale, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

## Anexo 5

### MÉDIAS MENSAIS DE DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA

a) fundo de vale



b) divisor de drenagem

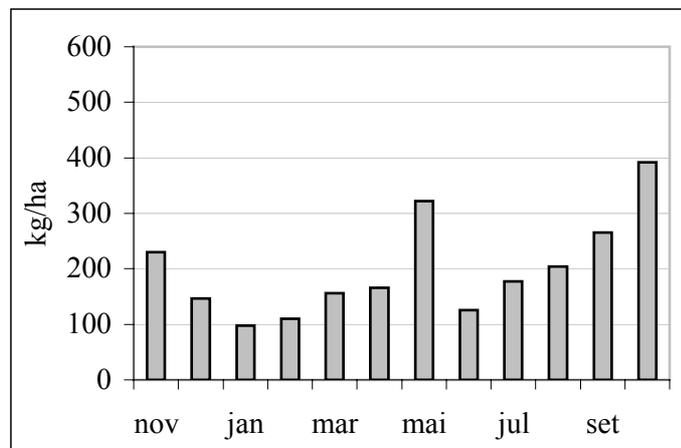
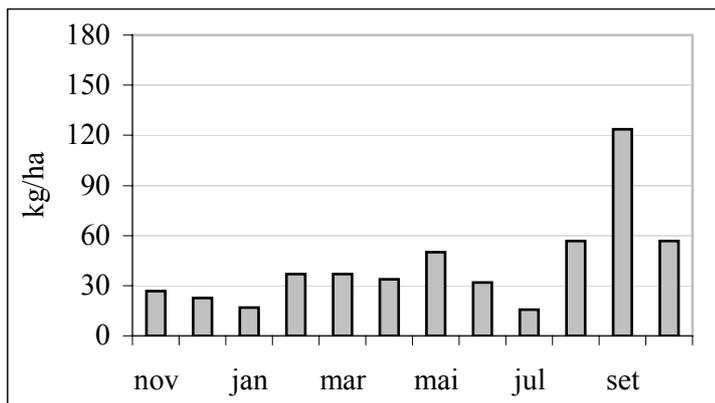


Figura 1 - Deposição de galhos, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

a) f. de vale



b) d. de drenagem

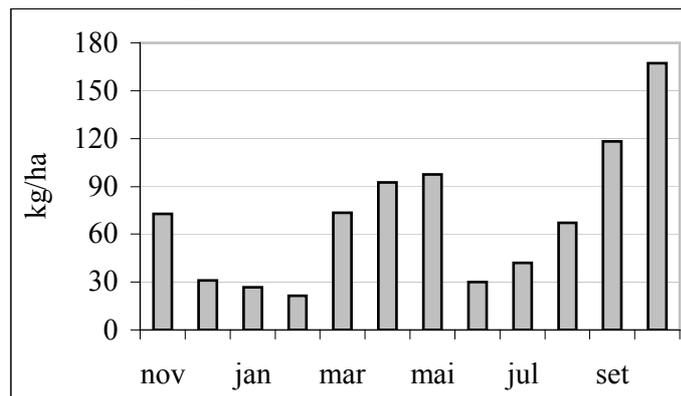
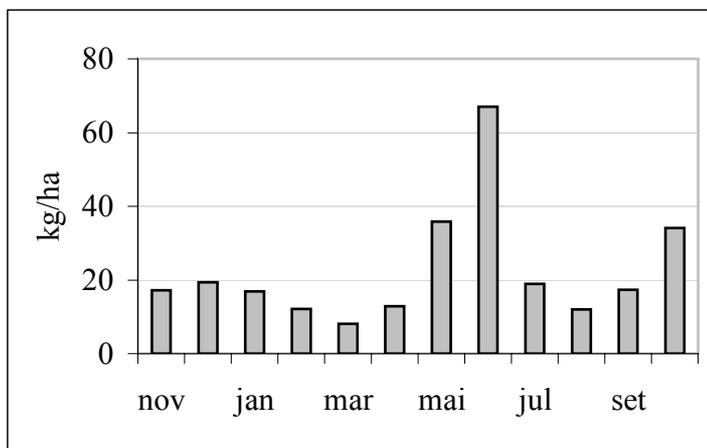


Figura 2 – Deposição de el. reprodutivos , bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.

a) f. de vale



b) d. de drenagem

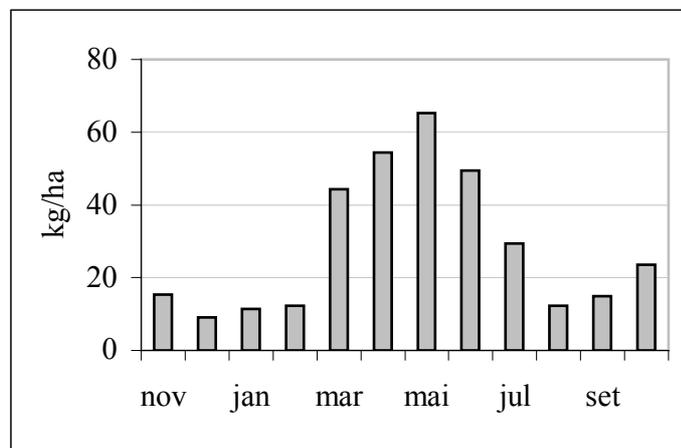


Figura 3 – Deposição de resíduos, bacia do rio Caçambe, Maciço da Pedra Branca, RJ.