

Dinâmica ecológica de uma floresta urbana: o Parque Estadual da Pedra Branca em foco¹

Maxwell Maranhão de Sousa², Maria Eugênia R. P. Bastos³, Rogério Ribeiro de Oliveira & Rita de Cássia Martins Montezuma⁴;

Introdução

A problemática central para a gestão dos remanescentes da Mata Atlântica diz respeito ao conhecimento dos processos que ocorrem e fluxos relacionados com as paisagens nas quais estes remanescentes estão inseridos. Neste contexto, o Maciço da Pedra Branca, localizado na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro é colocado como um dos grandes laboratórios para a compreensão das resultantes da mudança do uso do solo.

Com um diversificado histórico de ocupação, contendo vários ciclos econômicos, desde 1974 a criação do Parque Estadual da Pedra Branca praticamente extinguiu as antigas roças e, com o tempo, a sucessão ecológica favoreceu a retomada pela floresta destas clareiras. Assim sendo, o projeto em foco vem desenvolvendo um estudo de longa duração que nos permite conhecer como se dão alguns dos principais processos ecossistêmicos associados a sua evolução histórica, os quais podem representar uma chave para entender melhor como esta floresta urbana é capaz de se manter e servir como base para propor formas de gestão de tantos outros remanescentes florestais em condições similares encontrados em todo o planeta.

Caracterização da área de estudo

A área laboratório do projeto de pesquisa é a bacia hidrográfica do rio Caçambe (figura 1), tributário de primeira ordem do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), entre as coordenadas 22° 53' e 23° latitude sul, 43° 23' e 43° 32' longitude oeste, com extensão de 12.500 ha.

O PEPB é o maior fragmento da Mata Atlântica situado no município do Rio de Janeiro, caracterizado pelo IBGE (1992) como uma Floresta Ombrófila Densa Sub-montana, de tipologia climática subúmida, com pouco ou nenhum déficit hídrico. O clima da região estudada, segundo Köppen, é caracterizado como Af – clima tropical quente e úmido, sem estação seca, com baixas precipitações no mês mais seco - 60 mm de chuvas no mês de agosto. A região tem uma pluviosidade média de 1.215 mm anuais, apresenta uma retirada de água do solo igual à reposição (35 mm).

Grande parte do PEPB está inserida no bairro de Jacarepaguá, zona oeste do município do Rio de Janeiro, na Área de Planejamento 4 (AP4), que, segundo dados da Secretaria do Meio Ambiente do Município do Rio de Janeiro, apresentou um crescimento de 41% de área urbana entre os anos de 1984 a 2001, tornando-se a AP de maior crescimento urbano do município, corroborando a concepção da zona oeste como eixo da expansão territorial do município desde a década de 70 do último século.

Dada essa condição, apresenta diversos estádios sucessionais, resultantes de diversas formas de usos caracterizados no período colonial por engenhos de cana-de-açúcar, roças de subsistência, consumo crescente da floresta para fins de instalação e manutenção das cercas e reformas dos madeiramentos das construções, quanto para o fabrico e manutenção dos carros de boi, fornecimento de lenha para as caldeiras e construção de caixas para exportação do açúcar produzido (OLIVEIRA, 2005). Atualmente grande parte das áreas remanescentes desses usos se restabelece por meio de processos de sucessão secundária, protegidas ou não pelo PEPB, ou

¹ Apoio: FAPERJ; CNPq

² Bolsista FAPERJ

³ Graduanda em Geografia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

⁴ Professores Assistentes Depto. de Geografia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

apresentam outras tipologias de usos, tais como condomínios, favelas, sítios, estabelecimentos comerciais, dentre outros.

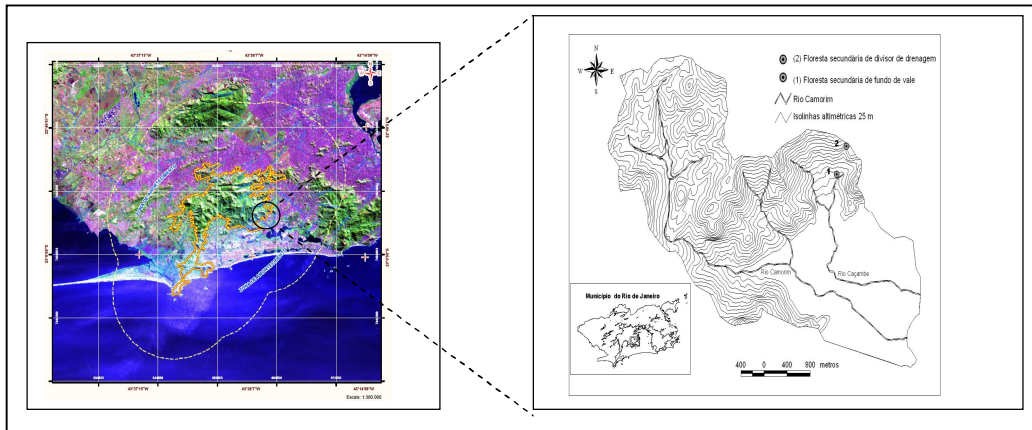


Figura 1: Localização da área de estudo na bacia do rio Camorim, Parque Estadual da Pedra Branca/zona Oeste do município do Rio de Janeiro. Fonte: www.cmcv.org.br/, adaptado.

Duas áreas da referida bacia – divisor de drenagem e fundo de vale⁵ - concentram grande parte do projeto de longa duração que vem sendo desenvolvido pela equipe de professores do Departamento de Geografia da PUC-Rio. Esses sítios diferem quanto aos seus atributos estruturais e funcionais: o divisor de drenagem possui uma altitude aproximada de 300 metros e caracteriza-se essencialmente por ser uma área convexa dispersora de detritos e fluxos em sub-superfície. A área de coleta no fundo de vale é uma área concave, com altitude de 150 metros do nível do mar e encontra-se a uma distância de 50 metros do rio Caçambe. Ao lado deste rio boa parte da vertente foi utilizada como área de pasto até o ano de 2008. Durante o período de monitoramento não foi verificado o uso do fogo na área de pasto. O mato era reduzido de altura a partir da utilização pelos poucos gados existentes e por seu pisoteio. Ambas as encostas apresentam-se voltadas para sudoeste e localizam-se de forma aproximadamente equidistante de trechos conservados de floresta.

Características fitossociológica e florística

Solórzano *et al.* (2005) ao fazerem o inventário fitossociológico detectou que o fundo de vale e o divisor de drenagem são diferentes quanto às condições vegetacionais, tanto no que se refere à estrutura como à florística. No fundo de vale foram encontradas, um total de 41 espécies distribuídas em 35 gêneros e 22 famílias, em que a representatividade média da diversidade foi de 1,64 espécies/100 m². Na área de divisor de drenagem foram identificadas 92 espécies pertencentes a 60 gêneros e 33 famílias, atingindo uma diversidade média de 3,7 espécies/100m².

No caso das espécies de ocorrência exclusiva a maior representatividade em percentual ocorreu no divisor de drenagem com 79%, enquanto o fundo de vale obteve 51% das espécies. Entre os dois sítios geomorfológicos, o divisor de drenagem apresentou mais que o dobro de espécies (92 espécies) que o fundo de vale (41 espécies), apesar das duas áreas apresentarem a mesma idade (cerca de 50 anos) e um mesmo histórico de ocupação. Outro fator importante é que o fundo de vale e o divisor de drenagem apresentam área basal iguais. Cabe destacar, que apesar desta semelhança, as suas densidades absolutas são diferentes. A diferença explícita o fato de que os indivíduos do fundo de vale apresentam um valor individual de área basal significativamente maior do que os do divisor de drenagem, ou seja, maior porte em relação à

⁵ Situada na meia encosta em um degrau estrutural, sendo, por esta razão, funcionalmente equivalente a um fundo de vale, por isso o termo adotado.

altura. Este fato pode indicar que apesar de as duas áreas terem a mesma idade e mesmos usos no passado, a regeneração estrutural destas tenham se dado de forma diferentes, possivelmente, por conta das especificidades geomorfológicas do ambiente (Solórzono *et al.*, 2005). A tabela 1 mostra as principais características vegetacionais nos dois sítios geomorfológicos estudado.

Tabela 1 – Principais características vegetacionais nos dois ambientes estudados do maciço da Pedra Branca, RJ. Fonte: Solórzono *et al.* (2005).

Característica	Fundo de vale	Divisor de drenagem
Número de espécies	41	92
Área amostrada (m ²)	2.500	2.500
Espécies raras ⁶	51,2%	38%
Densidade (ind./ha)	1.016	1.800
Espécies/100 m ²	1,6	3,7
Área basal (m ² /ha)	25,3	26,2
Indivíduos amostrados	254	450
Diâmetro máximo	45 cm	43 cm
Diâmetro médio	14,9 cm	10,8 cm
Altura máxima	25 m	30 m
Altura média	9,8 m	9 m
Troncos múltiplos	5,9%	10,6%
Indivíduos mortos em pé	10,2%	9,5%
Índice de Shannon (nats/ind.)	2,19	3,98
Índice de Pielou	0,59	0,88

Dentre as espécies que compõem a flórua de ambos os sítios foram encontradas espécies nativas características de ambientes tropicais como a *Guarea guidonia* (L.) Sleumer (Meliaceae), sendo perenifólia, heliófita, seletiva higrófila, características de matas ciliares e associada a ambientes quentes e úmidos assemelhados aos da Mata Atlântica. É comum em formações secundárias, onde os ambientes lhe sejam favoráveis como os fundos de vale e margens de rios (Wanderley *et al.*, 2003). Chama a atenção por ter apresentado grande dominância na área de fundo de vale (tabela 2), possivelmente decorrente do processo seletivo de corte para a produção de lenha ou no uso doméstico em construções (Solórzono *et al.*, 2005).

⁶ Considera-se como rara a espécie que foi amostrada com um único indivíduo.

Tabela 2 – Parâmetros fitossociológicos das dez espécies mais encontradas na bacia do Caçambê - Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro (RJ), ordenadas pelo valor de importância. N = número de indivíduos amostrados; DRs = densidade relativa por espécie (%) e FR = frequência relativa. Fonte: Solórzano e Oliveira (2005).

Família	Espécie	N	DRs	FR
1. Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	22	53,5	1,1
2. Leguminosae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	7	,6	,01
3. Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. Ex Steud.	5	,1	,89
4. Melastomataceae	<i>Miconia tristis</i> Spring.	9	,7	,83
5. Solanaceae	<i>Metternichia princeps</i> Mik.	9	,7	,47
6. Euphorbiaceae	<i>Senefeldera multiflora</i> Müll. Arg.	8	,4	,12
7. Sapotaceae	<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	7	,2	,24
8. Sterculiaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	7	,2	,12
9. Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	5	,7	,18
10. Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	3	,7	,00

Características químicas do solo

As duas posições topográficas distinguem-se geomorfologicamente e geologicamente quanto aos seus atributos estruturais e funcionais. O divisor de drenagem é caracterizado por ser uma área convexa, dispersora de sedimentos, enquanto o fundo de vale é uma área côncava para onde convergem fluxos e sedimentos.

Segundo Firme (2001) o solo do fundo de vale possui textura arenosa com mais de 600 g.kg⁻¹ de areias em todo o perfil, sem mudanças texturais entre os horizontes e uma presença significativa de cascalhos ($\cong 250\text{g.kg}^{-1}$). Para o autor o solo aparenta ser alóctone, desenvolvidos a partir de sedimentos coluviais em relevo montanhoso bastante íngreme, muito pedregoso, com calhaus e/ou matações que cobre de 15% a 50% da superfície, embora a acentuada declividade da encosta não se configure um depósito de talus, é freqüente a presença de matações expostos de diversos tamanhos.

Solórzano *et al.* (2005) ao estudarem a área do fundo de vale detectaram que o sítio apresentou uma maior fertilidade de elementos químicos no solo, com teores significativamente mais elevados, as exceções foram para os elementos Al e Na, que não apresentaram diferença estatística entre esta área e o divisor de drenagem (tabela 3). Os solos do fundo de vale podem ser considerados eutróficos por apresentarem saturação de bases (valor V) maior que 50% e saturação de alumínio menor que 30%. Enquanto os solos do divisor de drenagem são mais profundos e com menor declividade. Estes são considerados distróficos por apresentarem saturação de bases 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; Sorlozán *et al.*, 2005).

Tabela 3 – Características químicas do solo das duas áreas monitoradas no presente estudo. Fonte: Solórzano *et al.* (2005). DD = Divisor de Drenagem; FV = Fundo de Vale

	pH	Al	Ca	Mg	H+Al	S	T	Na	K	P	V	N	
Local	H ₂ O	cmol _c / dm ³						mg / dm ³			%		
D.D	4,8	0,17	2,1	0,8	4,7	4,7	3,2	7,9	9,5	89,0	1,8	33,3	1,4
FV	5,7	0,02	5,1	1,4	3,0	3,0	6,9	9,9	11,2	145,2	4,1	69,2	1,7

Procedimentos

A produção da serrapilheira tem sido analisada sob o ponto de vista da quantificação da produtividade. Padrões de quantificação, distribuição espacial e temporal têm sido empregados a título de se avaliar o estágio de desenvolvimento do ecossistema além da detecção de distúrbios de diversas naturezas.

A serrapilheira produzida tem sido monitorada desde agosto de 2002 até outubro de 2008, completando seis anos. A série que corresponde a este trabalho tem o período de três anos, novembro de 2005 a outubro de 2008. Ao longo desse tempo foram observados os efeitos da sazonalidade e as fenofases das espécies de acordo com os procedimentos de Oliveira (1987). O monitoramento da serrapilheira vem sendo feito pelo método dos coletores de resíduos florestais (*litter traps*) descrito em Proctor (1993). Os 12 coletores fixados em cada sítio topográfico foram confeccionados em caixotes de madeiras com 0,50 m de lado interno e suspensos por estacas a uma altura de 0,80 m da superfície do solo, para evitar contaminação por salpico. No fundo do coletor foi colocada uma tela de polietileno com malha de 1 mm tendo 0,50 cm² de área coletora para interceptar a queda de material que caem das copas das árvores.

A cada quinze dias fez-se a recolha do material como forma de minimizar as perdas por decomposição no próprio coletor. O conteúdo de cada coletor foi transferido para sacos de papel com identificação da data e origem do sítio amostral. Essas coletas foram levadas ao laboratório e submetidas à secagem preliminar em temperatura ambiente, após a qual fez-se a triagem do material nas seguintes frações: folhas, galhos com diâmetros menores que 2 cm, elementos reprodutivos e resíduos (fragmentos diversos, cascas, carapaças de insetos, etc.). No fundo de vale folhas de *Guarea guidonia* foram triadas separadamente. Ao término da triagem essas frações são colocadas em bandejas de alumínio e postas em estufas elétricas a uma temperatura máxima de 80 °C até atingirem pesos constantes. Posteriormente, as bandejas são levadas a uma balança de precisão que está ajustada em duas casas decimais e seus respectivos pesos registrados em caderno.

Os resultados obtidos em cada coletor foram transformados em média aritmética para análise quanto à produção total por estação e o peso seco médio obtido para o sítio e utilizado para o cálculo do estoque de serrapilheira por sítio de acordo com a seguinte fórmula: $E = \frac{PS \cdot 10.000}{OS \cdot 0,25}$; onde: E= Estoque de serrapilheira em kg/ ha; OS= peso seco da amostra; 0,25= área do quadrado.

Para investigar a variabilidade pluviométrica no entorno do Maciço da Pedra Branca, procedeu-se à análise dos dados diários de precipitação da estação pluviométrica do Riocentro, que se encontra aproximadamente a 2 km da bacia do rio Caçambe, 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 novembro de 2005 a outubro de 2008, foram somados para obtenção das precipitações diárias e em seguida foram somadas as precipitações diárias, para a obtenção da precipitação mensal. A escolha desta estação deveu-se a sua proximidade com a área de estudo e o período amostrado que se relaciona com a época das coletas.

Em seguida foi feita uma análise mais detalhada dos dados, separados em intensidade e frequência, de modo a permitir a avaliação da distribuição diária de precipitação e o número de

dias com chuvas e dias secos. Tais dados foram correlacionados com a quantidade de serrapilheira produzida.

Para analisar a intensidade das precipitações diárias, estas foram desmembradas em 4 classes de chuva (tabela 4) conforme proposto por Figueiró (2005). Após estabelecer as classes e suas distribuição, foi efetuada a soma da quantidade de chuvas de cada classe a fim de se encontrar a frequência, analisando o número de dias chuvosos e de dias secos.

Tabela 4- Classes de chuva.

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

Resultados e discussão

Durante os três anos (nov/2005 a out/2008) de monitoramento, nas duas posições topográficas, as maiores produções obtidas foram com as frações folhas, galhos, elementos reprodutivos e resíduos, sendo a fração folhas a que mais contribuiu na produção da serrapilheira. Nesse período, o compartimento topográfico que contribuiu com uma maior produção de serrapilheira foi o divisor de drenagem.

No fundo de vale, deu-se especial atenção às folhas da espécie *G. guidonia*, devido à dominância na área. As folhas dessa espécie foram triadas separadamente das folhas de outras espécies para verificar sua importância na produção total da fração, e, por seguinte, na totalidade da serrapilheira. Para *G. guidonia* os meses com as maiores médias de produção durante os três anos analisados foram: dez/07 (755,00 kg.ha⁻¹), mai/08 (638,80 kg.ha⁻¹), jan/08 (536,74 kg.ha⁻¹), jul/07 (461,92 kg.ha⁻¹), nov/07 (433,27 kg.ha⁻¹), mai/07 (352,37 kg.ha⁻¹), mar/06 (335,24 kg.ha⁻¹), out/07 (287,15 kg.ha⁻¹), fev/06 (244,15 kg.ha⁻¹) e jan/06 (201,64 kg.ha⁻¹).

Comparando-se as médias mensais da fração foliar total, ou seja, contendo folhas de *G. guidonia* e demais espécies, foi observado que o padrão de produção correlacionou-se positivamente tanto com a produção foliar total ($p < 0,0001$; r Pearson = 0,926) como quanto à produção das demais espécies ($p < 0,0001$; r Pearson = 0,819). Este resultado denota que, apesar da participação do percentual das folhas de *G. guidonia* sobre o total de folhas nos três anos no fundo vale ter sido instável, o padrão da produção da *G. guidonia* reitera o que foi observado por Abreu (2006), o qual demonstrou que a espécie contribui significativamente para a produção da fração foliar do fundo de vale, demonstrando sua dominância também no que concerne a esse aspecto funcional.

Os respectivos valores das médias e totais anuais para o fundo de vale foram: o primeiro ano obteve uma média de produção de 539,96 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e um total anual 6.479,50 kg.ha⁻¹ ano⁻¹. No segundo ano a contribuição correspondeu a uma média de 847,97 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ para um total anual de 11.871,60 kg.ha⁻¹ ano⁻¹. Durante o terceiro ano a média da produção de serrapilheira foi de 1.412,96 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e um total de 16.955,53 ha⁻¹ ano⁻¹. A média do total dos três anos para o fundo de vale foi de 929,12 kg.ha⁻¹ ano⁻¹.

As maiores médias mensais da fração folhas no divisor de drenagem durante os três anos de monitoramento seguem em ordem decrescente: dez/07 (1.997,56 kg.ha⁻¹), mai/08 (1.840,19 kg.ha⁻¹), set/08 (1.779,60 kg.ha⁻¹), ago/08 (1.539,20 kg.ha⁻¹), set/07 (1.437,12 kg.ha⁻¹), out/08 (1.423,20 kg.ha⁻¹), out/07 (1.402,80 kg.ha⁻¹), mar/06 (655,46 kg.ha⁻¹), nov/06 (619,71 kg.ha⁻¹) e fev/06 (599,66 kg.ha⁻¹), sendo esta a fração que mais contribuiu na produção da serrapilheira.

Os valores das médias e dos totais anuais da produção de serrapilheira no divisor de drenagem são: média de 620,40 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e total de 7.444,77 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ no primeiro ano. No segundo ano, a média na produção foi de 952,11 kg.ha⁻¹ para uma produção total de

11.425,33 kg.ha⁻¹ano⁻¹. Durante o terceiro ano, a média da produção foi de 1.611,95 kg.ha⁻¹ a produção total foi de 19.343,38 kg.ha⁻¹. A média total para os três anos correspondeu a 1061,49 kg.ha⁻¹.

Abreu (2006), ao fazer um estudo de três anos (novembro/2002 a outubro/2005) no divisor de drenagem obteve os seguintes resultados para as médias e totais anuais: no primeiro ano, a média foi de 925,02 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e o total de 11.100,20 kg.ha⁻¹ ano⁻¹. No segundo ano, a média foi de 868,59 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e um total de 10.423,10 kg.ha⁻¹ ano⁻¹. Enquanto no terceiro ano, a média foi de 1.077,71 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e um total de 12.932,46 kg.ha⁻¹ ano⁻¹. Para o fundo de vale as médias anuais e totais corresponderam no primeiro ano a 789,31 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e um total de 9.471,76 kg.ha⁻¹ ano⁻¹, no segundo ano a média foi de 810,78 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ para um total de 9.729,40 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ e no terceiro ano a média foi de 875,03 kg.ha⁻¹ ano⁻¹ para um total de 10.500,75 kg.ha⁻¹ ano⁻¹.

Os valores das médias anuais do divisor de drenagem encontrados pelo autor acima foram relativamente similares ao dos três anos de monitoramento do presente estudo (nov/2005 a out/2008). Os valores observados no presente estudo estão próximos aos valores de outros trabalhos de diversos ecossistemas da região Sul e Sudeste do Brasil como mostra a tabela 5.

Tabela 5 - Produção de serrapilheira em (Mg.ha⁻¹) em algumas florestas da região Sul e Sudeste do Brasil.

Local	Tipo de floresta	Produção total (Mg.ha⁻¹)	Autor
Sul e Sudeste do Brasil			
Piracicaba, SP	Estacional decidual	14,7	Oliveira, 1987.
Rio de Janeiro, RJ	Mata Atlântica de Encosta (divisor de drenagem da Floresta do Camorim/ Parque Estadual da Pedra Branca)	12,7	Este estudo
Rio de Janeiro, RJ	Mata Atlântica de Encosta (fundo de vale da Floresta do Camorim/ Parque Estadual da Pedra Branca)	11,7	Este estudo
Rio de Janeiro, RJ	Mata Atlântica de Encosta (divisor de drenagem da Floresta do Camorim/ Parque Estadual da Pedra Branca)	11,5	Abreu, 2006.
Visçosa/MG	Sistema agroflorestal	10,2	Martins & Rodrigues. 1999
Rio de Janeiro, RJ	Mata Atlântica de Encosta (fundo de vale da Floresta do Camorim/ Parque Estadual da Pedra Branca)	9,9	Abreu, 2006

Local	Tipo de floresta	Produção total (Mg.ha ⁻¹)	Autor
Sul e Sudeste do Brasil			
Rio de Janeiro, RJ	Floresta Ombrófila densa Área incendiada	9,6	Penna firme, 2003
Rio Claro, SP	Mesófila (semidecídua)	9,4	Pagano, 1989
São Paulo, SP	Mesófila (secundária)	9,4	Meguro <i>et al.</i> 1979
Luiz Antônio, SP	Cerradão	5,6	Cianciaruso, 2006

Precipitação pluviométrica e produção de serrapilheira no divisor de drenagem e fundo de vale

Durante o período estudado foram registradas precipitações anuais acumuladas de 1.801mm no primeiro ano (nov/2005 a out/2006), no segundo ano (nov/2006 a out/2007) foi de 1.047mm e no terceiro ano (nov/2007 a out/2008) a precipitação acumulada foi de 1.230,80mm, dados obtidos da GEORIO (2008). As precipitações dos três anos foram classificadas em classes de chuvas, participações percentuais e em números de dias de precipitação para cada classe (tabela 6). Este procedimento permite que se possa saber a intensidade e o tempo de ocorrência dos eventos pluviométricos, além de entender a relação desta com a deposição da serrapilheira.

Observa-se que o primeiro ano registrou a maior precipitação, e está intrinsecamente ligado ao fato de que foi o único ano que apresentou chuva de classe 4, correspondendo a 129,6mm em um único evento e foi o único ano que ocorreu uma frequência de 10 dias de chuva de classe 3. A chuva de classe 2 predominou com 2121,6mm no total dos três anos, concentrando-se em 83 dias aleatórios. A de classe 3 teve um total de 1238,6mm concentrando-se em 18 dias e a chuva de classe 1 teve um total de 911,2 concentrando-se em 285 dias, com um total de 704 dias secos. Isso nos permite afirmar que a distribuição das classes de chuva não ocorre regularmente, visto que, apesar da menor quantidade de chuva, a classe 1 é a classe que predomina com relação à frequência. São as chuvas com melhor distribuição mensal.

Miranda (1992) relata que as chuvas de classe 1 ficam quase que integralmente retidas pelas copas das árvores e pouco contribuem para a precipitação terminal e estocagem no solo. Enquanto os eventos de chuva classe 2 são aqueles que mais contribuem na regulação hidrológica do ecossistema florestal e na recarga dos aquíferos. As classes 3 e 4 são as que representam os eventos de menor frequência e grande intensidade, muitos estão associados a processos de desastres naturais (Figueiró, 2005).

No fundo de vale, ao comparar a precipitação com a deposição de serrapilheira foi constatado no primeiro ano, que apenas os meses de novembro/05 e março/06 tiveram os maiores picos na produção (1.165,87 kg.ha⁻¹ e 887,55 kg.ha⁻¹, respectivamente). As produções desses meses coincidiram com os meses de precipitações elevadas: novembro (149,6 mm) e março (112,4 mm). Comportamento inverso foi registrado nos seguintes meses: fevereiro (1.557,74 kg.ha⁻¹), março (1.581,03 kg.ha⁻¹), junho (196,79 kg.ha⁻¹) e outubro (652,44 kg.ha⁻¹). Nos outros meses a produção de serrapilheira seguiu a oscilação da precipitação.

Tabela 6 – Valores de precipitação pluviométrica de novembro de 2005 a outubro de 2008, na estação do Riocentro, distribuída por classes, percentuais e número de dias.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Total
Precipitação (mm)	255,6	742,4	673,4	129,6	1801,00
Percentual %	14,2	41,2	37,4	7,2	100,00
Nº de dias c/ chuva	91	28	10	1	130,00
Precipitação (mm)	304,8	494,8	247,4	0	1.047,00
Percentual %	29,1	47,3	23,6	0	100,00
Nº de dias c/ chuva	90	23	3	0	116,00
Precipitação (mm)	229,6	683,4	317,8	0	1230,80
Percentual	18,7	55,5	25,8	0	100,00
Nº de dias c/ chuva	67	30	5	0	102,00

No segundo ano, como mostra a figura 2, os maiores picos da produção de serrapilheira aconteceram nos meses de novembro/06 (1.525,24 kg.ha⁻¹), março/07 (1.210,44 kg.ha⁻¹), maio/07 (1.564,70 kg.ha⁻¹), julho/07 (1.451,71 kg.ha⁻¹) e outubro/07 (1.711,93 kg.ha⁻¹). As maiores precipitações ocorreram nos meses de novembro (145,4 mm), dezembro (156,2 mm), fevereiro (115,2 mm), maio (148,4 mm) e outubro (120,2 mm). De um modo geral, a produção da serrapilheira acompanhou as oscilações pluviométricas. No entanto, as médias mensais foram acima das registradas no mesmo período do ano anterior, o que resultou em uma produção total anual mais elevada.

Durante o último ano de monitoramento, a produção de serrapilheira superou a produção dos dois anos anteriores. As médias mensais mais altas foram nos meses de dezembro (2.294,93 kg.ha⁻¹), maio (2.068,00 kg.ha⁻¹) e novembro (1.952,98 kg.ha⁻¹), com exceção de maio, os meses coincidiram com pluviosidades altas (dezembro = 246,2 mm; maio = 82,4 mm e novembro = 151,0 mm). O ano em questão foi o que obteve a maior produtividade de serrapilheira em relação aos anos anteriores.

Comparando os dados de precipitação com a produção de serrapilheira, foi observado que de um modo geral a produção de serrapilheira aumentou com a queda da precipitação no divisor de drenagem.

No primeiro ano, o mais chuvoso no período monitorado, a produção total de serrapilheira no divisor de drenagem foi a menor entre os três anos (figura 3). Os maiores picos de produção coincidiram com os meses de maiores precipitações, novembro (149,6 mm) e maio (158,4 mm). As menores pluviosidades foram registradas em abril (80,8 mm), julho (47,8 mm) agosto (54,6 mm) e outubro (84,6 mm). No entanto, as maiores produções de serrapilheira deste período corresponderam apenas aos meses de novembro (1.238,80 kg.ha⁻¹) e maio (852,89 kg.ha⁻¹). As maiores produções observadas nos meses chuvosos, possivelmente aconteceram devido à ocorrência da redução de umidade no período antecedente, o que fez a vegetação responder com atraso (Ex: maio).

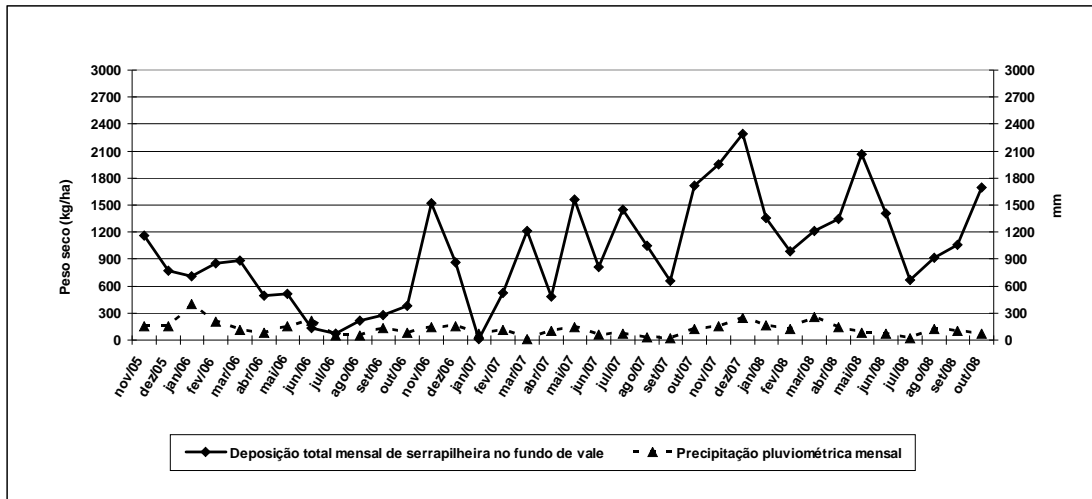


Figura 2: Relação da deposição mensal de serrapilheira com a precipitação no fundo de vale, da bacia hidrográfica do rio Caçambe/Parque Estadual da Pedra Branca/Rio de Janeiro.

Conforme observado na figura 3, no segundo ano a dinâmica de produção da serrapilheira acompanhou a variação pluviométrica com ligeiras oscilações, porém com médias mensais superiores àquelas registradas no mesmo período do ano anterior. Neste ano os meses que apresentaram as maiores produções foram maio ($1.392,80 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), julho ($1.615,60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), agosto ($1.462,40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e outubro ($1.968,00 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), os quais não coincidiram com os meses de maiores precipitações - novembro (145,4 mm), dezembro (156,2 mm) e maio (148,4 mm) – a exceção do mês de maio. Neste ano, diferentemente do ano anterior, pôde-se constatar a existência de um período seco que foi de junho a setembro, registrando precipitações entre 70,6 mm e 17,6 mm. A produção total deste ano pode ter sido elevada devido às baixas pluviosidades em meses consecutivos, além de ter se apresentado de forma concentrada, ao contrário do ano anterior em que a precipitação foi mais distribuída.

No ano subsequente, embora tenha sido registrado um período seco de maio a julho (82,4 mm, 68,2 mm e 23,6 mm, respectivamente), ele pode ser caracterizado como um ano mais úmido e com médias mensais bem distribuídas. A produção de serrapilheira neste período superou a produção dos dois anos anteriores. As médias mensais mais altas foram nos meses de dezembro ($2.663,58 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), maio ($2.283,45 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e setembro ($2.027,60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), com exceção de maio, os meses coincidiram com uma pluviosidade mais alta (dezembro = 246,2 mm; maio = 82,4 mm e setembro = 104,0 mm).

Abreu (2006), ao relacionar os dados da produção de serrapilheira do mesmo ambiente com o de precipitação pluviométrica no período de nov/2002 a out/2005, relatou que a produção de serrapilheira acompanhou as oscilações da precipitação pluviométrica. O autor também percebeu que as maiores produções de serrapilheira aconteceu juntamente com a redução da precipitação, sobretudo nos meses do período do outono e inverno. Em seu monitoramento o divisor de drenagem foi o sítio geomorfológico que obteve a maior produção de serrapilheira durante os três anos. Logo, a produção de serrapilheira encontrada no presente estudo (nov/2005 a out/2008) corrobora os dados do autor, além de ter apresentado a maior produção, comparativamente aos três anos anteriores.

Segundo o autor as espécies vegetais que compõem o ecossistema do divisor de drenagem possuem características de espécies de ecossistemas semidecíduais. O encontrado na literatura é que as espécies deste tipo de ecossistema depositam material foliar nos momentos de maior déficit hídrico, sobretudo durante o período do inverno. O autor relatou que devido a este fator, possivelmente este sítio tenha tido as maiores produções de serrapilheira no período seco,

outono e inverno, durante os seus três anos de monitoramento. Martins e Rodrigues (1999) ao relacionar a produção de serrapilheira de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas/São Paulo, com os dados de precipitação pluviométrica, encontrou alta taxa de produção no período de menor precipitação, estas ocorreram nos meses de inverno. Arato (2003) ao analisar a produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada no município de Viçosa em Minas Gerais, também encontrou um aumento na produção de serrapilheira nas quedas da precipitação pluviométrica, estas também ocorreram nos meses do inverno.

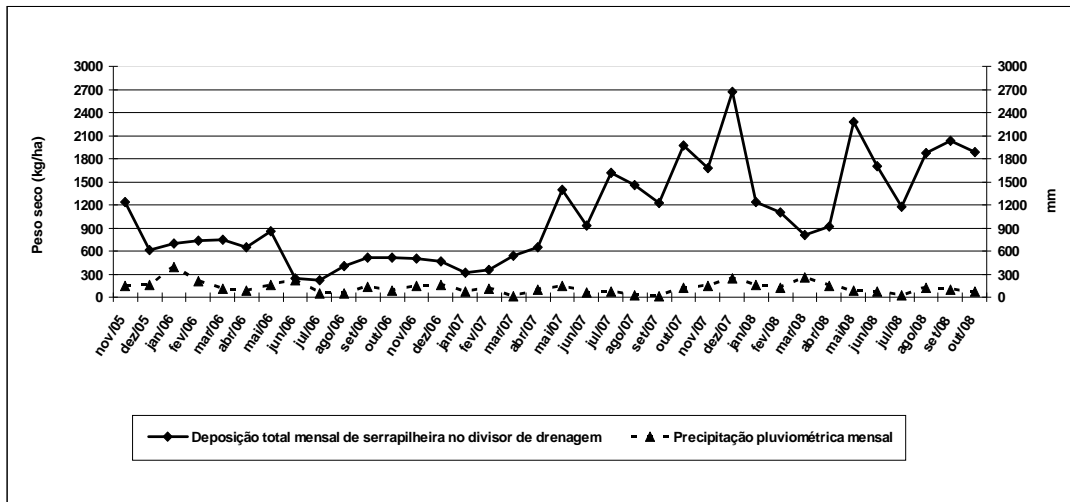


Figura 3: Relação da deposição mensal de serrapilheira com a precipitação no divisor de drenagem, da bacia hidrográfica do rio Caçambe/Parque Estadual da Pedra Branca/Rio de Janeiro.

A proximidade do fundo de vale com a área de pasto talvez não tenha afetado a dinâmica de deposição de serrapilheira como chamou a atenção Abreu (2006). O autor ainda comenta que a literatura considera os ambientes de fundos de vale, ou baixadas, mais produtivos que os divisores de drenagem devido as melhores características físicas e químicas do solo, tais como umidade, textura e composição química. Talvez estes fatores tenham ajudado no aumento da produção de serrapilheira nos três anos analisados.

Oliveira (1987), em estudos semelhantes também encontrou pouca relação entre a produção de serrapilheira e a precipitação pluviométrica na Floresta da Tijuca (RJ). Os autores concluíram que as oscilações pluviométricas decorrentes da proximidade do mar na região sudeste, onde os meses de inverno podem apresentar valores pluviométricos tão altos quanto os do verão, impedem uma melhor detecção de relação entre a produção de serrapilheira e a precipitação pluviométrica. Custódio Filho *et al.*, (1997), relatam que a deposição da serrapilheira está mais associada às condições edafoclimáticas históricas do ecossistema do que com situações pontuais.

Conclusão

A deposição de serrapilheira na bacia hidrográfica do rio Caçambe não responde de forma imediata aos eventos pluviométricos, indicando que a ação mecânica das gotas de chuvas não deve ser a principal responsável pelo aumento da deposição. Estudos que envolvam a análise da intensidade e da freqüência de ocorrência dos eventos pluviométricos são fundamentais para a compreensão da dinâmica hidrológica associada ao geossistema florestal, principalmente no que diz respeito à contribuição dos *inputs* de chuva para a

estocagem da água no solo, o qual constitui-se na fonte principal de armazenamento de água em médio prazo disponível para a vegetação.

Os dados de deposição da serrapilheira nos dois sítios sugerem que existem outros fatores geográficos que influenciam a sua dinâmica, além da entrada da água via precipitação. O aumento da produção anual da serrapilheira em ambos os sítios topográficos e a fraca correlação entre pluviosidade e produção, indicam que não é possível analisar tais correlações sem que sejam levadas em consideração as resultantes das mudanças de uso no passado e, tampouco, os processos atuais de transformação da paisagem do entorno. Mudança no balanço térmico, regime de ventos e evapotranspiração decorrentes da substituição da cobertura do entorno, além de fontes de alteração atmosférica, podem estar influenciando estas respostas, já que a área em pauta está imersa em uma matriz urbana. Para entendermos de forma mais precisa quais são os fatores que interferem e regulam a deposição de serrapilheira em florestas, é necessário que sejam analisados outros fatores geográficos que clarifiquem a dinâmica hidrológica em bacias hidrográficas específicas.

Referências Bibliográficas:

- ABREU, J.R.S.P. **Dinâmica da serrapilheira em um trecho de floresta atlântica em área urbana do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado, UFRRJ, 2006.
- ARATO, H. D; MARTINS, S. V; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.715-721, 2003.
- CIANCURSO, M. V; PIRES, J. S. R; DELITTI, W. B. C; SILVA, E. F. L. P. Produção de serrapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica. Brasil**. v. 20, n. 1, p. 49- 59, 2006.
- COSTA, G.S; GAMA-RODRIGUES, A.C; CUNHA, G.M. Decomposição e liberação de nutrientes da serrapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense-RJ. **Revista Árvore**, v.29, n.3, p.353-363, 2005.
- 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.
- CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G.A.D.C; POGGIANI, F; DIAS, A C. Produção de serrapilheira 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.
- EMBRAPA/CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa/ Produção de Informação, 1999. 412 p.
- FIGUEIRÓ, A.S. **Mudanças ambientais na interface floresta-cidade e propagação de efeitos de borda no Maciço da Tijuca – Rio de Janeiro, RJ**. 2005. 380 folhas. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- FIRME, R. P. *et al.* Estrutura da vegetação de um trecho de Mata Atlântica sobre solos rasos (Maciço da Pedra Branca, RJ) *Eugeniana*. v.25, p.31, 2001.
- GEORIO. **Alertar 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: 18 de ago. 2008.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira. Série manuais técnicos em Geociências**. n. 1. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 132 p.
- MARTINS, S.V; RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 405- 412. 1999.
- MIRANDA, J. C. **Interceptação das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 100f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- OLIVEIRA, RR. (Org.) **As marcas do homem na floresta: História ambiental de um trecho de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUCRio, 2005.

- OLIVEIRA, R.R. **Produção e decomposição de serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca-RJ**. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 1987.
- OLSON, J. Energy storage and the balance of products and decomposition in ecological systems. **Ecology**, n. 44. p.321-331. 1963.
- PAGANO, S. N. Produção de folheto em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro- SP. **Rev. Brasil. Biol.** v. 49, n. 3. p. 633- 639, 1989.
- 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. PUCRio, 2005. p. 87-118.
- WANDERLEY, M.G. L. SHEPERD G. J.; GIULIETTI, A. M; MELLEN, T.S. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. vol.3. S.P: Fapesp/Rima, 2003.