

Decomposição e liberação de nutrientes de folhas de *Clusia
hilariana* Schlth (Clusiaceae) em moitas da formação
Arbustiva Aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga
de Jurubatiba, RJ

Giselle Sobroza Lesqueves Bonadiman

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro -
UENF
Campos dos Goytacazes – RJ.
Fevereiro, 2007

Decomposição e liberação de nutrientes de folhas de *Clusia hilariana*
Schltdl (Clusiaceae) em moitas da formação Arbustiva Aberta de
Clusia no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ

Giselle Sobroza Lesqueves Bonadiman

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Prof^a Dr. Dora Maria Villela José

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro -UENF
Campos dos Goytacazes – RJ.
Fevereiro, 2007

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pela Biblioteca do Centro de Biociências e Biotecnologia
da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

261 / 2007

Bonadiman, Giselle Sobroza Lesqueves

Decomposição e liberação de nutrientes de folhas de *Clusia hilariana* Schloth (Clusiaceae) em moitas da formação Arbustiva Aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ / Giselle Sobroza Lesqueves Bonadiman. -- Campos dos Goytacazes, 2007.
xii, 95 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Biociências e Biotecnologia. Laboratório de Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecologia de ecossistemas

Orientador: Villela, Dora Maria

Bibliografia: f. 63-73

1. Decomposição 2. *Clusia hilariana* 3. Restinga 4. Ciclagem
de nutrientes 5. Serrapilheira I. Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro II. Título

580
B697d

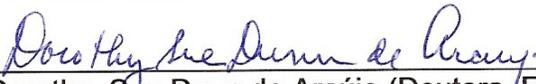
Decomposição e liberação de nutrientes de folhas de *Clusia hilariana* Schltidl (Clusiaceae) em moitas da formação Arbustiva Aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ

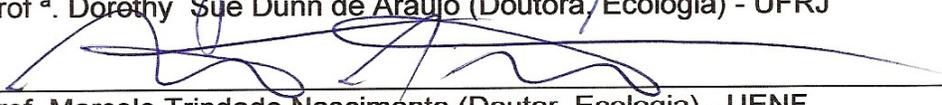
Giselle Sobroza Lesqueves Bonadiman

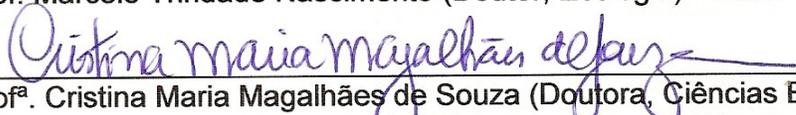
Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

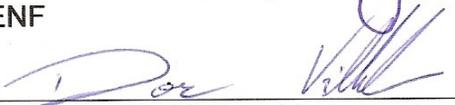
Aprovada em dia 27 de fevereiro de 2007.

Comissão Examinadora:


Prof.^a. Dorethy Sue Dunn de Araújo (Doutora, Ecologia) - UFRJ


Prof. Marcelo Trindade Nascimento (Doutor, Ecologia) - UENF


Prof.^a. Cristina Maria Magalhães de Souza (Doutora, Ciências Biológicas - Biofísica) - UENF


Orientadora: Prof.^a Dora Maria Villela (Doutora, Ecologia) - UENF

Dedico esta dissertação com muito amor ao meu esposo Flavio, que sempre me passou todo apoio, incentivo e confiança para a conclusão deste trabalho e por seu amor e carinho tão importantes nessa fase, e ao meu filho, João Pedro, que viveu comigo todos esses momentos finais e foi um grande incentivador.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço à **Deus** que me permitiu viver o Mestrado, que me deu forças, que me inspirou, que me deu discernimento em vários momentos, que me deixou chegar até aqui...e que está sempre comigo.

Ao meu esposo **Flavio**.....por tudo: amor, apoio, sacrifício, renúncia, paciência, companheirismo, cumplicidade, amizade, confiança. Por acreditar em mim. Por respeitar meus ideais. Por sonhar junto comigo e sempre acreditar que vai dar certo. Por ser meu companheiro sempre. E pelo maior presente que poderia me dar: **João Pedro**.

A meu **Pai, João Lesqueves**, e minha **Mãe, Antônia Maria Sobroza Lesqueves**, por terem me educado assim, querendo sempre mais, não me detendo naquilo que está ao meu redor, mas no que está longe, sabendo determinar com clareza as metas da minha jornada. Pelo amor, pelo apoio, por estarem sempre ao meu lado. Por me ensinar a lutar pelos meus ideais.

A meu Sogro, **Pedro Roberto Bonadiman**, pelo apoio sincero, pelo incentivo, pelo carinho e amor dispensados à mim e à Flavio, sempre torceu por mim, sempre me aceitou assim, sempre me defendeu.

A minha grande amiga **Giselli** pela amizade, pelo aprendizado, pela cumplicidade, pelo companheirismo e sinceridade, pela lealdade, pelas longas conversas construtivas. Aprendi muito com você e ganhei uma irmã.

A **Marcela** por tudo, sempre junto comigo: amiga, companheira sincera, irmã, sempre me defendendo, sempre comemorando minhas conquistas, sempre sofrendo comigo. Você é um presente de Deus em minha vida.

A **Andressa** pela amizade e apoio sincero, por acreditar e torcer por mim. *“Amigos.....pra sempre.....dois amigos que se uniram pela fé....para sempre amigos sim, se Deus quiser.”*

A minha orientadora, **Dora Villela**, por ter me aceito e confiado em mim, pelos ensinamentos, pela amizade, pela orientação.

Ao professor **Marcelo Trindade**, pelo apoio, pela confiança, pelos artigos, pela monitoria, pela oportunidade do aprendizado.

Aos meus irmãos **Michel e Diego**, mas em especial à Diego que sempre foi meu porto seguro nessa cidade tão diferente.

Ao meu sobrinho **João Vitor** por trazer alegria às nossas vidas.

A amiga **Ana Paula da Silva** por cada minuto de atenção, desde o início, pelos ensinamentos, pela amizade, sempre me ajudou muito.

Ao amigo **Leandro Marelli** pela amizade e apoio, e **Profª Karla** pela oportunidade de utilizar o moinho, foi fundamental no meu trabalho .

A **Helmo**, meu anjo da guarda, meu amigo. Meus campos eram sempre perfeitos...graças à você.

A **Camila de Toledo Castanho** pela grande boa vontade de ceder referências importantíssimas. A distância não a impediu de me ajudar.

A todos os técnicos e motoristas que auxiliaram os campos.

A todos os técnicos do laboratório, em especial à **Cristiano** e **Marcelinho**, sempre disponíveis, empenhados e pacientes.

Ao técnico da Central Analítica, **Arizoli Gobo**, pela grande ajuda.

Ao amigo **Marcel**...por revolucionar minha vida....eternamente grata.

A **Edilma** por sua disponibilidade e boa vontade em me ajudar.

A todos os professores do LCA.

Aos velhos e novos amigos.

A **Cristina** e **Daniel**, por tudo.....pela grande amizade.

A **Marden** pela força, pelas caronas, pelas histórias, pela amizade, pelas boas risadas que tornaram as viagens de volta para casa agradáveis e rápidas.

Ao meu tio **Isaías**, pelas caronas, pelo apoio, por torcer sinceramente por mim.

A **Nélia Paula**, **Paulinha** e **Viviane** pelo grande apoio em um momento crucial dessa caminhada.

À todos que respeitaram o meu sonho e torceram pelo meu sucesso.

Aos eternos amigos do LCA: **Gustavo**, **Verônica**, **Cristina** e **Wendel**, **Willian** e **Táise**, **Ana Carolina**, **Cris Benevides** e **André Villaça**, **Anandra** e **Vinícios**, **Claudinha**, **Joanna**, **Vanessa**, **Gabriela**, **Micaela**, **Bruno Masi**, **Thiago Rangel**, **Ana Paula Amorim**, **Leidi Maura**, **Juninho**, **Tatiana**, **Andressa**, **Bruno Esteves**, **Lígia**, **André Marques** (pelas maravilhosas dicas sobre livros realmente interessantes), **Marcelinho Maciel**, **Thiago Benevides**, **Rafaela**; vocês tornaram esses dois anos inesquecíveis e eternos.

Ao **IBAMA** por ter permitido este trabalho no PARNA Jurubatiba.

À **UNF** pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao **CNPq PELD** pelo auxílio financeiro.

ÍNDICE

Lista de Figuras.....	VIII
Lista de Tabelas.....	X
Resumo.....	XI
Abstract.....	XII
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	11
3. Área de Estudo.....	13
3.1 Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.....	13
3.2 Clima.....	14
3.3 Geomorfologia, Geologia e Pedologia.....	16
3.4 Vegetação.....	17
4. Material e Métodos.....	19
4.1 Seleção das moitas estudadas.....	19
4.2 Experimento de Decomposição.....	21
4.3 Fatores Ambientais.....	23
4.4 Análises químicas.....	24
4.5 Análise dos dados.....	25
5. Resultados.....	27
5.1 Fatores ambientais.....	27
5.2 Decomposição foliar de <i>C. hilariana</i>	32
5.2.1 Perda de Massa.....	32
5.2.2 Concentração dos macronutrientes nas folhas.....	34
5.2.3 Liberação e/ou acúmulo dos macronutrientes.....	37
6. Discussão.....	41
6.1 Perda de massa.....	41
6.1.1 Nas moitas do PARNA Jurubatiba.....	41
6.1.2 MCA X MCS.....	49
6.2 Concentração inicial de nutrientes.....	53
6.3 Liberação e/ou acúmulo de nutrientes.....	54
6.3.1 Nas moitas do PARNA Jurubatiba.....	54
6.3.2 MCA X MCS.....	58
7. Conclusão.....	60
8. Perspectivas.....	62
9. Referências Bibliográficas.....	63
10. Anexos.....	74

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização nacional, regional e estadual do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Fonte: www.ibama.gov.br.....13
- Figura 2** -Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Em destaque (pontos vermelhos) - as moitas de *Clusia* adulta e senescente utilizadas neste estudo.....14
- Figura 3** - Precipitação pluviométrica mensal para os anos de 2001 a 2005 no PARNA Jurubatiba, RJ. Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda São Lázaro, Carapebus, RJ.....15
- Figura 4** - Precipitação pluviométrica para dez meses do período estudado. Dados obtidos a partir da estação meteorológica da Fazenda São Lázaro, Carapebus, RJ, de novembro de 2004 a agosto de 2005. Os dados dos meses de setembro a dezembro de 2005 não foram disponibilizados.....16
- Figura 5**- Moita de *Clusia* adulta (MCA) no PARNA Jurubatiba.20
- Figura 6 - Moita de *Clusia* senescente (MCS) na formação aberta de *Clusia* no PARNA Jurubatiba.20
- Figura 7** - Saco de decomposição de 25x20cm (1,0mm de malha com furos de 10mm de diâmetro) alocado sobre a camada de serrapilheira na moita de *Clusia* adulta21
- Figura 8** -Vista dos sacos de decomposição alocados sobre a camada de serrapilheira de uma das moitas de *Clusia hilariana*.....22
- Figura 9** - Resultados das medições de Umidade do Ar em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas. Os valores correspondem às médias de cada moita (MCA=6, MCS=6).....28
- Figura 10** - Resultados das medições de Temperatura do Ar em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas. Os valores correspondem às médias de cada moita (MCA=6, MCS=6).....29
- Figura 11** - Resultados das medições de Temperatura do Solo em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas. Os valores correspondem às médias de cada moita (MCA=6, MCS=6).....30
- Figura 12** - Resultados das medições de Umidade do Solo em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas. Os valores correspondem às médias de cada moita (MCA=6, MCS=6).....31
- Figura 13** - Percentual de material remanescente (peso seco) de folhas de *C. hilariana* confinadas em saco de decomposição no PARNA Jurubatiba de novembro de 2004 à novembro de 2005 (367 dias). Os valores são médias em moitas adultas (MCA=6) e em moitas senescentes (MCS=6). As barras transversais equivalem ao desvio padrão.....32
- Figuras 14** - Regressão exponencial simples entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de *C. hilariana* em MCA, no PARNA Jurubatiba.....33
- Figuras 15** - Regressão exponencial simples entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de *C. hilariana* em MCS, no PARNA Jurubatiba.....34

Figura 16 - Variação temporal da concentração de C, Ca, K, Mg e Na em folhas de *C. hilariana* ao longo dos 367 dias de decomposição em moitas de *Clusia* adulta e senescente no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias das moitas adultas (n=6) e das moitas senescentes (n=6) para os intervalos de 15, 30, 60, 90, 120, 180, 250, 300 e 367 dias entre 08/12/2004 a 30/12/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão.....36

Figura 17 - Percentual de peso seco remanescente e percentual remanescente de C, Ca, K, Mg e Na em folhas de *C. hilariana* ao longo dos 367 dias do experimento de decomposição em MCA e MCS no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias em moitas adultas (n=6) e em moitas senescentes (n=6) no período de 08/12/2004 a 30/12/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão.....39

Figura 18 - Regressão entre a concentração de Ca, K, Mg, Na e C e o percentual de massa remanescente dos sacos de decomposição em cada uma das categorias de moitas (MCA e MCS), mostrando a equação da reta e o r^2 . As regressões estatisticamente diferentes com significância de $p < 0,05$ são demonstradas por *, com significância de $p < 0,01$ por ** e as não significativas por **NS**.40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxa de decomposição (k) e meia-vida das folhas de *C. hilariana*, estimada pela regressão exponencial simples para 367 dias de experimento e o coeficiente de correlação (r) correspondente aos valores do experimento de decomposição de folhas de *C. hilariana* nas duas categorias de moitas (MCA e MCS), no PARNA Jurubatiba.....33

Tabela 2. Média da concentração inicial (T_0) dos nutrientes nas folhas de *C. hilariana* no experimento de decomposição no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias de sub-amostras de folhas de *C. hilariana* de MCA (n=6) e MCS (n=6). Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas (Teste t de Student, $p < 0,05$).....34

Tabela 3. Taxa de decomposição (k) estimada pelos modelos linear (L), exponencial simples (ES), exponencial duplo (ED) para diferentes substratos foliares. Experimentos começando da estação seca (S) e na estação chuvosa (C)..... 43,44,45,46

RESUMO

O presente estudo abordou a decomposição de folhas de *Clusia hilariana* em moitas da formação arbustiva aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rj. Este estudo testou as hipóteses de que a taxa de decomposição de folhas de *C. hilariana* é lenta e que a velocidade de decomposição de folhas de *C. hilariana* e liberação de nutrientes destas diferenciam-se entre moitas de *C. hilariana* adulta e moitas de *C. hilariana* senescente, sendo este maior no início do processo de formação de moitas (MCA) que no final (MCS). O experimento de decomposição teve início em novembro de 2004, utilizando-se folhas da espécie em estudo em sacos de decomposição de malha grossa alocados em MCA e MCS. A taxa de decomposição neste ambiente é lenta, e diferiu entre as categorias de moitas estudadas, demonstrando que esse processo é mais acelerado em MCA ($k=0,29$) do que em MCS ($k=0,22$). A decomposição mais lenta observada em ecossistema de Restinga, deve-se provavelmente, ao alto grau de escleromorfismo do material vegetal aliado as condições edáficas. Em relação à meia-vida, as folhas de MCA obtiveram um valor menor (866 dias), quando comparadas com as folhas de MCS (1155 dias). As concentrações iniciais dos nutrientes diferiram estatisticamente entre as categorias de moitas para K, Mg e Na. O padrão de liberação de nutrientes durante a decomposição apresentou diferenças significativas entre MCA e MCS para os elementos C e K, porém nota-se uma tendência da liberação de nutrientes ser mais rápida em MCA do que em MCS para a maioria dos elementos, com exceção do elemento Na. Os elementos que apresentaram as maiores quantidades remanescentes, após um ano de experimento, foram o Mg e o Ca enquanto os elementos K e Na tiveram as menores quantidades remanescentes, denotando a susceptibilidade desses à lixiviação. Os resultados do presente estudo demonstram que, entre as categorias de moitas, aquelas com dossel mais fechado (MCA), caracterizadas como adultas, apresentaram taxas de decomposição maiores do que as moitas com dossel aberto (MCS), caracterizadas como senescentes. Estes resultados sugerem que, a diferente arquitetura existente entre essas moitas gera diferenças no microclima observado, alterando fatores edáficos e bióticos essenciais às taxas de decomposição.

ABSTRACT

Decomposition of *Clusia hilariana* leaves in thickets of *Clusia* open scrub at the Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, was investigated. The hypotheses were as follows: 1 - decomposition rate of *C. hilariana* leaves is low; 2 – leaf decomposition velocity and nutrient release from these leaves differ between adult *C. hilariana* thickets and senescent *C. hilariana* thickets, and is higher at the onset of the thicket formation process (MCA – adult thickets) than at the end (MCS – senescent thickets). The decomposition experiment was initiated in November 2004 using leaves in thick-meshed decomposition bags set in MCA and MCS. Decomposition rates are low in this habitat; they differed between the two thicket categories, that is, they were higher in MCA ($k=0.29$) than in MCS ($k=0.22$). Low decomposition rates in Restinga are probably related to a high degree of scleromorphism in plants associated with edaphic conditions. The half life of MCA leaves was lower (866 days) than that of MCS leaves (1155 days). Initial nutrient concentrations were statistically different between thicket categories for K, Mg, and Na. Nutrient release during decomposition differed significantly between MCA and MCS for C and K, but there was a tendency for nutrient release to be faster in MCA than in MCS for most elements except Na. One year into the experiment, remnant quantities of the elements Mg and Ca were higher while those of K and Na were lower, thus revealing the susceptibility of these nutrients to leaching. The results presented here show that thickets with a denser canopy (MCA), that is, adult thickets, have higher decomposition rates than thickets with a more open canopy (MCS), that is, senescent thickets. This suggests that varying thicket architecture produces differences in microclimate, and alters edaphic and biotic factors essential to decomposition rates.

1. Introdução

1.1 O Ecossistema de Restinga

As comunidades bióticas das planícies arenosas costeiras do leste do Brasil são chamadas de Restingas (Cerqueira, 2000). Os ecossistemas costeiros de Restingas ocupam cerca de 79% da costa brasileira (Lacerda *et al.*, 1993). Segundo Freire (1990), por ser um ambiente geologicamente recente, as espécies que o colonizam são principalmente provenientes de outros ecossistemas (Mata Atlântica, Tabuleiro e Caatinga), porém com variações fenotípicas devido às condições diferentes de seu ambiente original.

Embora nos dias de hoje esse ecossistema encontre-se protegido legalmente, sendo as formações vegetais de Restinga consideradas de preservação permanente, pela Lei Federal nº 4.771 (Código Florestal) de 15 de setembro de 1965, e pela Resolução nº 4 de 18 de setembro de 1985 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estes ambientes vêm sendo amplamente destruídos devido a ações antrópicas (em prol do crescimento de cidades litorâneas, além da utilização de suas áreas para fins agropecuários, extração de areia e madeiras, e uso de veículos). A acelerada destruição que estes ecossistemas vêm sofrendo demonstra a necessidade de se incrementar os estudos na região litoral, de maneira que o homem possa entender como evitar a extinção das espécies e preservar remanescentes da rica biota desta região para futuras gerações (Pereira & Araújo, 1995). As restingas costeiras são as áreas com menor acúmulo de informação, não apenas científico, em termos de biodiversidade, como também sobre o grau de conservação em que se encontram os remanescentes (Rocha *et al.*, 2003).

O estudo realizado por Araújo *et al.* (1998) na restinga de Jurubatiba reflete o que é ou foram as restingas brasileiras de sul a norte do Brasil: um mosaico de habitats ocupados por distintos conjuntos de espécies vegetais adaptadas a distintos regimes e combinações de estresse como salinidade, seca, alta temperatura, inundação, vento e oligotrofismo. Tal diversidade de habitats propiciou, sem dúvida, a instalação de uma ampla riqueza de espécies em geral oriundas de formações vegetais mais antigas. Para tanto, essas

espécies sofreram ajustes morfo-anatômicos, fisiológicos e até genéticos para que a fixação nestes novos habitats fosse possível (Araújo *et al.*, 1998).

Em algumas restingas a parte mais interna é caracterizada por um padrão em mosaico de moitas compostas por espécies arbustivas e algumas arbóreas, entremeadas por epífitas e lianas. Estes agrupamentos de vegetação são intercalados por solo desnudo ou desenvolvendo uma vegetação rasteira com baixa cobertura (Ribas *et al.*, 1993). O primeiro trabalho que tratou das formações abertas de moitas foi o estudo da restinga de Cabo Frio por Ule (1901), que reconheceu e descreveu várias formações vegetais para esta restinga, dentre elas a Restinga de *Clusia* cuja espécie dominante, *Clusia* sp., foi descrita pelo autor.

Na Restinga de Jurubatiba, no estado do Rio de Janeiro, *Clusia hilariana* é a espécie dominante e característica das moitas da formação aberta de *Clusia*, estando também presente nas zonas de transição para a formação de *Ericaceae* (Costa & Dias, 2001). A formação de *Clusia* ocupa cerca de 40% da área do presente estudo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Henriques *et al.*, 1986).

Zaluar (1997), em uma revisão literária sobre comunidades de moitas, sugeriu que em moitas há uma forte tendência à maior disponibilidade de nutrientes, de água no solo e de queda na amplitude de variação diária da luminosidade e da temperatura ao nível do solo ao se comparar com as áreas entre moitas, sobretudo se a área possuir cobertura descontínua do estrato herbáceo. Um grande número de trabalhos, geralmente sobre vegetações organizadas em moitas em ambientes xéricos, mostram como certas espécies herbáceas e/ou lenhosas (“nurse plants”, espécies focais) atuam melhorando as condições para a germinação, o estabelecimento e para o crescimento de outras espécies vegetais. (Franco & Nobel, 1989; Fialho & Furtado, 1993; Castro *et al.*, 2002; Drezner & Garrity, 2003; Garcia & Obeso, 2003; Silva, 2003).

Em ecossistemas de restinga, onde os solos são arenosos e oligotróficos, possuindo assim baixa capacidade de retenção de nutrientes (Hay & Lacerda, 1984), o aporte de matéria orgânica ao solo assume particular importância. De acordo com Lacerda *et al.* (1993), nestes solos a concentração dos principais cátions é controlada pelo teor de matéria orgânica derivado da

queda de serapilheira, sendo esta matéria orgânica, de fundamental importância na manutenção da fertilidade do solo, pois atua como reservatório de nutrientes.

Quase nada se conhece sobre a interação atmosfera-floresta-solo nos ecossistemas de restinga (Esteves & Lacerda, 2000). Tal deficiência acarreta em enormes dificuldades no entendimento dos processos de degradação do ambiente de restingas e, conseqüentemente, nos temas relativos à sua conservação e gerenciamento (Esteves & Lacerda, 2000).

1.2 *Clusia hilariana* como espécie focal

A posição central nas moitas, a capacidade de dominar o dossel e o tamanho superior ao de outras lenhosas são características de espécies consideradas como focais (Zaluar, 1997). Em seu trabalho sobre espécies focais e a formação de moitas na restinga aberta de *Clusia* em Jurubatiba, RJ, Zaluar (1997) reportou que apesar de não ser a espécie lenhosa mais freqüente em moitas menores que cinco metros quadrados (pois as melhores candidatas a uma maior atuação como focais seriam as espécies mais freqüentes), o maior coeficiente de regressão na análise com a riqueza de espécies lenhosas indica *Clusia hilariana* como uma das espécies que possui maiores possibilidades de atuação como espécie focal para outras lenhosas. Esta espécie obteve os maiores valores de copa e de altura e esteve presente em toda a amplitude de tamanhos de moita na restinga de *Clusia* (Zaluar, 1997).

Vários trabalhos sobre vegetações organizadas em moitas descrevem as espécies focais com mecanismos como sombreamento e diminuição da temperatura ao nível do solo, aumento da concentração de nutrientes e de umidade no microhabitat e aumento da taxa de entrada de propágulos sob a copa das espécies focais, explicando assim o seu desempenho como facilitadoras, melhorando as condições para a germinação, o estabelecimento e o crescimento de outras espécies vegetais (Franco & Nobel, 1989; Valiente-Banuet & Ezcurra, 1991 *apud* Zaluar, 1997; Fialho & Furtado, 1993).

Zaluar e Scarano (2000), apresentando uma revisão de estudos que geraram elementos para compreensão do processo de facilitação em moitas de restinga, sugeriram que o estabelecimento de uma *Clusia* no início da sucessão pode gerar, além de sombreamento, maiores teores de umidade no solo e a estocagem de nutrientes na camada de serrapilheira sobre o solo ocasionado pela lenta decomposição de sua serapilheira, quando comparado com o solo nu, e a região entre moitas. Com o desenvolvimento da moita e o enriquecimento do sub-bosque com espécies que possuem supostamente mais rápida ciclagem de nutrientes, a disponibilidade de nutrientes poderá aumentar tanto para a espécie focal quanto para as espécies que venham a se implantar posteriormente (Zaluar e Scarano, 2000). Os resultados de trabalhos posteriores (Ramos, 2003) sugeriram que o papel facilitador de *Clusia* para a maioria das espécies na comunidade, ocorre principalmente nas fases iniciais de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas.

Os dados obtidos por Ramos (2003) mais uma vez confirmam o papel da espécie *Clusia hilariana* como importante facilitadora na área, principalmente no que se refere ao estabelecimento inicial da espécie, pois a semelhança dos valores de riqueza e diversidade, bem como da composição florística e dos padrões de dominância entre as moitas de *Clusia* Madura e *Clusia* Senescente, sugerem que a significativa perda de cobertura foliar pela espécie facilitadora *Clusia hilariana* durante o seu processo de senescência não implicou no desaparecimento de espécies do seu sub-bosque. Então a autora sugere que, tais resultados indicam que: a) a facilitação exercida por *Clusia* possivelmente é mais decisiva durante a fase inicial de germinação de sementes e estabelecimento de plântulas; b) as espécies presentes no sub-bosque de *Clusia* toleram níveis mais altos de radiação solar quando adultas, o que explica a ocorrência de várias destas espécies em ilhas de vegetação mais expostas, onde *Clusia hilariana* não está presente.

Resultados dos estudos de Silva (2003), Silva (2006) e Villela *et al.* (2006) na restinga de Jurubatiba, evidenciaram que as folhas de *Clusia* contribuem com a maior parte da produção de serrapilheira em moitas de *C. hilariana*, verificando-se que estas são as maiores responsáveis pelo aporte de nutrientes nessas moitas. Dessa forma, sugere-se que essa espécie tem um papel de facilitadora no aporte de matéria orgânica e de nutrientes para o solo

destas moitas. Silva (2003) também concluiu que as moitas de *Clusia hilariana* adulta apresentaram uma maior produção de folhas de *Clusia* da serrapilheira (70% do total de serrapilheira) do que as moitas com *Clusia hilariana* senescente (50% do total da serrapilheira), sugerindo que a produtividade deste sistema está relacionada com as características da espécie dominante nas moitas, demonstrando mais uma vez o papel da mesma como espécie chave no que diz respeito a produção e entrada de nutrientes da serrapilheira nas moitas desta formação.

Os resultados supracitados só vêm corroborar com a afirmativa de que se a produção de serrapilheira controla a razão de ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia, determinando a produtividade de todo o ecossistema, esta função é particularmente importante em sistemas que apresentem escassos recursos ou naqueles em que o processo de decomposição seja limitado por condições ambientais extremas (Charley & Richards, 1983). Uma vez depositada sobre o solo, a serrapilheira promove a existência de uma ampla variedade de nichos para a mesofauna e microorganismos do solo, além de exercer função de isolante térmico e retentor de água, atenuador de efeitos erosivos (Santos, 1989), e influenciador no estabelecimento de plântulas. Então *Clusia hilariana*, como maior produtora de serrapilheira nas moitas de *Clusia* da Restinga de Jurubatiba, desempenha importante papel como espécie facilitadora, embora inúmeros fatores ainda necessitem de esclarecimento para confirmar de forma completa tal afirmação.

Scarano *et al* (2004) concluem que algumas perguntas ainda precisam ser respondidas para elucidar e respaldar o real papel facilitador de *Clusia hilariana* em moitas de restinga: a) até que ponto indivíduos jovens de *Clusia* exercem papel facilitador?; b) até que ponto indivíduos de maior porte no sub-bosque de *Clusia* passam a sofrer inibição em vez de facilitação por esta última?; c) até que ponto esses mesmos indivíduos não são responsáveis pela senescência e exclusão competitiva da *Clusia*? e d) qual a longevidade média de um indivíduo de *Clusia*?

1.3 O Processo de Decomposição

Em função da produção primária estar fortemente correlacionada com a disponibilidade de nutrientes, as taxas de decomposição e mineralização da serrapilheira são de grande importância (Hamadi *et al.*, 2000) pois grande parte da energia gerada para a produção primária é liberada durante a decomposição (Phillipson *et al.*, 1975). Durante esta liberação, nutrientes vegetais tornam-se disponíveis para reciclagem dentro do ecossistema. Dessa forma, a decomposição da serrapilheira contribui na fertilização direta do solo, regenerando os nutrientes vegetais e mantendo a matéria orgânica do solo (Zheng *et al.*, 2006). Os processos de decomposição e liberação de nutrientes são particularmente importantes em ecossistemas tropicais, onde os solos podem ser naturalmente pobres em fertilidade e status nutricional (Okeke & Omaliko, 1992).

A disponibilidade de nutrientes tem um papel importante no controle da produção primária em ecossistemas de deserto (Fisher *et al.*, 1988) e outros ecossistemas áridos como algumas restingas (Hay & Lacerda, 1984). Solos de regiões de deserto e diversos ambientes áridos são geralmente pobres e revelam-se deficientes em matéria orgânica e nutrientes quando comparados com outros ecossistemas (Kemp *et al.*, 2003).

Os nutrientes são elementos químicos necessários para a produção de matéria viva, estando disponíveis no solo, na água e na atmosfera (Golley *et al.*, 1978). As plantas terrestres fotossintetizantes absorvem-os através do solo e, então, são translocados e incorporados aos seus tecidos. Quando estes retornam ao solo, a matéria orgânica é decomposta por microorganismos e fungos, e os elementos minerais tornam-se novamente disponíveis (Golley *et al.*, 1978). Golley *et al.* (1978) salientam a importância de informações sobre os níveis de nutrientes em vegetações estabelecidas sobre solos com baixa fertilidade, pois, considerando estar grande parte dos elementos químicos armazenados no componente biótico, podem fornecer um indicativo de como o ecossistema responde aos baixos níveis de nutrientes.

Para melhor compreensão do funcionamento de um ecossistema, além da estimativa da produção de serrapilheira, é necessário estimar a taxa de

decomposição deste, sendo este o principal mecanismo pelo qual os nutrientes e matéria orgânica retornam ao solo (Aber & Melillo, 1980). A velocidade com que este processo ocorre é ponto fundamental no funcionamento dos ecossistemas, sendo que, se forem liberados rapidamente, os nutrientes podem perder-se através da lixiviação ou volatilização (Jordan, 1985). Ao contrário, se a decomposição é muito lenta, pode haver deficiência nutricional para as plantas, o que pode inibir o crescimento destas (Jordan, 1985).

Dessa forma, o processo de decomposição foliar é considerado crucial no ciclo biogeoquímico em diferentes ecossistemas terrestres tais como florestas (Swift & Anderson, 1989). Uma vez liberados, os nutrientes minerais poderão ser reciclados pelos organismos reiniciando a ciclagem interna dos elementos no ecossistema (Aragão, 2000). Diversas variáveis condicionam a decomposição do material vegetal, que através de suas interações, determinam sua taxa (Oliveira, 1987).

O processo de decomposição da matéria orgânica consiste na transferência dos nutrientes da camada de serrapilheira para o solo, o qual envolve a quebra e degradação do material, causada por fatores físicos, químicos e biológicos (Swift *et al.*, 1979; Swift & Anderson, 1989). Swift & Anderson (1979, 1989) sugerem que a decomposição é regulada por três grupos de variáveis: o ambiente físico e químico, que opera em várias direções, as características da matéria orgânica (qualidade do substrato) e a natureza da comunidade decompositora (animais e microorganismos).

É importante ressaltar que apesar das florestas tropicais úmidas apresentarem rápida velocidade de decomposição, algumas formações vegetacionais tropicais podem estar expostas a climas mais severos onde a rápida ciclagem de nutrientes não ocorre (Cornejo *et al.*, 1994). Muitas dessas áreas apresentam secas periódicas que podem limitar o processo de decomposição (Cornejo *et al.*, 1994) tais como em florestas semi-decíduas da Amazônia (Villela & Proctor, 2002), de Tabuleiros (Aragão, 2000), Mata de Restinga (Hay & Lacerda, 1984).

Além do clima, a qualidade do material exerce forte influência em escala global ou regional, nas variações das taxas de decomposição (Vitousek *et al.*, 1994; Villela & Proctor, 2002). Conteúdos de celulose e lignina formam uma fração resistente aos processos de degradação, influenciando fortemente na

velocidade de decomposição da serrapilheira, atuando como importantes indicadores do tempo de permanência do material foliar no solo. Silva (1999) analisou os conteúdos de taninos, fibras e ligninas, além dos teores de carbono orgânico, nitrogênio e proteínas em folhas frescas e camadas da serrapilheira de quatro espécies vegetais na Restinga de Jurubatiba, dentre elas, *Clusia hilariana*. As análises do material da espécie citada indicam alta resistência desta espécie aos processos de degradação do material foliar e sugerem baixas velocidades de decomposição foliar, uma vez que *Clusia* apresenta características como sua anatomia foliar xeromórfica, com grande deposição de cera, camadas cuticulares espessas e elevada produção de substâncias tânicas (Schneider, 1985).

Silva (1999) propôs que o valor da relação Lignina/Nitrogênio é um importante indicador da qualidade da serrapilheira produzida pelas espécies analisadas, enquanto o valor da razão C/N parece ser um indicador mais geral da disponibilidade do nitrogênio do material vegetal para o solo. Dessa forma, a autora supõe que a decomposição das folhas de *Clusia hilariana* seja lenta, assim como a liberação de nutrientes das suas folhas para o solo, pois esta espécie além da alta razão C/N, possui altas concentrações de lignina em suas folhas (50% do seu peso seco), assim como a alta razão lignina/nutrientes (Silva, 1999). Este alto valor de razão C:N em folhas de *Clusia*, foi corroborado por Silva (2003) para folhas da serrapilheira na Restinga de Jurubatiba.

Hay e Lacerda (1984) estudaram, nas restingas de Barra de Maricá e Macaé, o tempo de decomposição de folhas da serrapilheira de *Clusia fluminense*, *Humiria balsamifera* e *Protium icicariba*. Os resultados mostraram diferenças no tempo de decomposição entre as formações de restinga, uma vez que a estimativa do tempo de decomposição de 50% do peso seco da serrapilheira foi de 354 dias na formação de *Ericácea* e de 900 dias na formação de *Clusia*. Os autores atribuíram esta diferença provavelmente devido à estrutura das folhas das espécies utilizadas, já que as folhas de *Clusia fluminense* são grandes e esclerificadas e as outras são mais mesófilas.

Os organismos decompositores também exercem um importante papel no processo de decomposição pois através da atuação dos mesmos, o suprimento de nutrientes para a vegetação é controlado (Golley, 1983). Estes utilizam determinados elementos em cadeia, num processo de imobilização,

até liberá-los para o solo, com possibilidade de absorção pelas raízes das plantas (Witkamp & Ausmus, 1976). Assim, os nutrientes minerais são liberados através da desintegração física dos tecidos e aumento da área superficial disponível à ação de bactérias e fungos; decomposição seletiva dos materiais (açúcares, celulose e lignina); transformação dos resíduos vegetais em material húmico; mistura da matéria orgânica decomposta com a camada superior do solo e formação de complexos agregados entre a matéria orgânica e as frações minerais do solo (Mason, 1980).

Fungos e bactérias são os organismos decompositores diretamente responsáveis pela maior parte da quebra da matéria orgânica. No entanto, um conjunto de outros organismos, como protozoários, nemátodos, anélídeos e artrópodos, influenciam fortemente a atividade dos organismos decompositores (Seastedt, 1984). Esses organismos, denominados coletivamente como fauna do solo, têm importante papel no processo de decomposição. Além de fragmentar a matéria orgânica e catalisar a ação dos organismos decompositores, a fauna do solo amplia os limites de ação dos decompositores ao auxiliar na distribuição horizontal e vertical da matéria orgânica (Santos & Whitford, 1981). González & Seastedt (2001) destacam que nas regiões tropicais úmidas as taxas de decomposição são intensamente influenciadas por fatores bióticos, e dessa forma não podem ser explicadas apenas pelos fatores ambientais e qualidade da serrapilheira isoladamente.

A lenta taxa de decomposição de serrapilheira é sem dúvida um importante mecanismo, de controle biológico, de retenção de nutrientes no ecossistema (Hay e Lacerda, 1984; Babbar e Ewel, 1989; Swift e Anderson, 1989). Apesar dos poucos estudos de decomposição de serrapilheira em ecossistemas de restinga (Hay & Lacerda, 1984; Rebelo, 1994, Pires, 2000; Castanho, 2006; Pires *et al.*, 2006) a decomposição de folhas na restinga é um processo tido como lento. Hay e Lacerda (1984) sugerem que alguns mecanismos presentes neste ecossistema são capazes de retardar a saída de nutrientes do ecossistema tais como o crescimento superficial das raízes, a presença de grande cobertura de epífitas e a decomposição lenta da serrapilheira, sendo que estes fatores agem mantendo os nutrientes por mais tempo onde as plantas podem absorvê-los.

Para a estimativa da taxa de decomposição são utilizadas, basicamente, duas metodologias: uma realizada através da razão entre a quantidade de serapilheira produzida anualmente e a média anual da quantidade de serapilheira acumulada sobre a superfície do solo, assumindo condições de equilíbrio (Olson, 1963; Proctor *et al.*, 1983); e outra, através de confinamento do material em sacos de tela de náilon (sacos de serapilheira), sendo o mais direto para medir a quebra da matéria orgânica (Olson, 1963; Berg, 1990; Heal & Harrison 1990). O método de sacos de serapilheira é utilizado por vários pesquisadores para estudar este processo comparando diferentes habitats, podendo ou não excluir os organismos saprófitos através de furos de diâmetro conhecido, permitindo a atuação de diferentes grupos de organismos (Singh & Gupta, 1977, Villela & Proctor, 2002). No entanto, para Wieder & Lang (1982) em sua revisão crítica sobre o método, concluem que o método dos sacos de serapilheira provavelmente podem subestimar a decomposição real do sistema pois os resultados refletem as tendências do substrato confinado nos sacos, além de propiciar modificações do microclima no interior dos sacos, interferindo no processo. Mas dentre os métodos disponíveis, esse permite a comparação entre os sítios, tipo de substrato, e com diferentes estudos, visto que é frequentemente utilizado em diversos estudos ecológicos (Rebelo, 1994; Villela, 1995; Aragão, 1997; Cornu *et al.*, 1997, Luizão *et al.*, 1998; Aragão, 2000; Pires, 2000; Villela & Proctor, 2002; Gama, 2005; Castanho, 2006).

Jenny *et al.* (1949) e Olson (1963) descreveram o processo de decomposição através do modelo exponencial simples, e desenvolveram métodos e equações para determinação de coeficientes de decomposição. Outros autores têm proposto a descrição do processo através do modelo exponencial duplo, entre outros (Wieder & Lang, 1982; Luizão & Schubart, 1987).

No Brasil, estudos a respeito de decomposição de serapilheira vêm se desenvolvendo, muitos empregando a metodologia de sacos de decomposição (Aragão, 2000; Pires, 2000; Villela & Proctor, 2002; Gama, 2005; Costa *et al.*, 2005; Castanho, 2006). Estes têm sido úteis para comparar diferentes vegetações e diferentes espécies (Villela & Proctor, 2002), efeitos antrópicos sobre a vegetação tais como a poluição atmosférica (Moraes *et al.*, 1995) e corte seletivo (Aragão, 2000).

Poucos são os estudos em ciclagem de nutrientes em restinga (Hay & Lacerda, 1984; Silva 1999; Silva, 2003; Silva, 2006; Pires, 2000; Scarano et al, 2004; Castanho, 2006); o mesmo ocorre para outros ambientes secos tais como caatinga, cerrado e desertos (Hamadi *et al.*, 2000; Kemp *et al*, 2003; Cianciaruso *et al.*, 2006), em especial no que diz respeito à decomposição da serrapilheira. Portanto, é necessário a realização de trabalhos objetivando a aquisição de informações a respeito da dinâmica de nutrientes em um ambiente pouco estudado neste aspecto, tal qual a restinga.

2. Objetivos

Visando obter maiores informações sobre o processo de ciclagem de nutrientes em Restinga e respostas que auxiliem no entendimento sobre a dinâmica de formação de moitas no PARNA da Restinga de Jurubatiba e outros aspectos desse ecossistema ameaçado, este estudo tem como intuito testar as hipóteses e atingir os objetivos propostos abaixo.

2.1 Hipóteses:

1- A taxa de decomposição de folhas de *C. hilariana* é lenta, tal como sugerido por Silva (1999) e Zaluar & Sacarano (2000).

2- A velocidade de decomposição de folhas de *C. hilariana* e a liberação de nutrientes destas diferenciam-se entre moitas de *C. hilariana* adulta (MCA) e moitas de *C. hilariana* senescente (MCS), sendo estes maiores no início do processo de formação de moitas (MCA) que no final (MCS).

2.2 Objetivos:

- 1- Estimar a taxa de decomposição e o processo de liberação de nutrientes em folhas de *C. hilariana* em moitas da Restinga de Jurubatiba.
- 2- Verificar a influência de moitas adultas e moitas senescentes no processo de decomposição, caracterizando o padrão de decomposição e liberação de macronutrientes das folhas de *C. hilariana*, relacionando a

influência dos fatores abióticos (temperatura do ar e do solo, umidade do ar e do solo) no processo de decomposição.

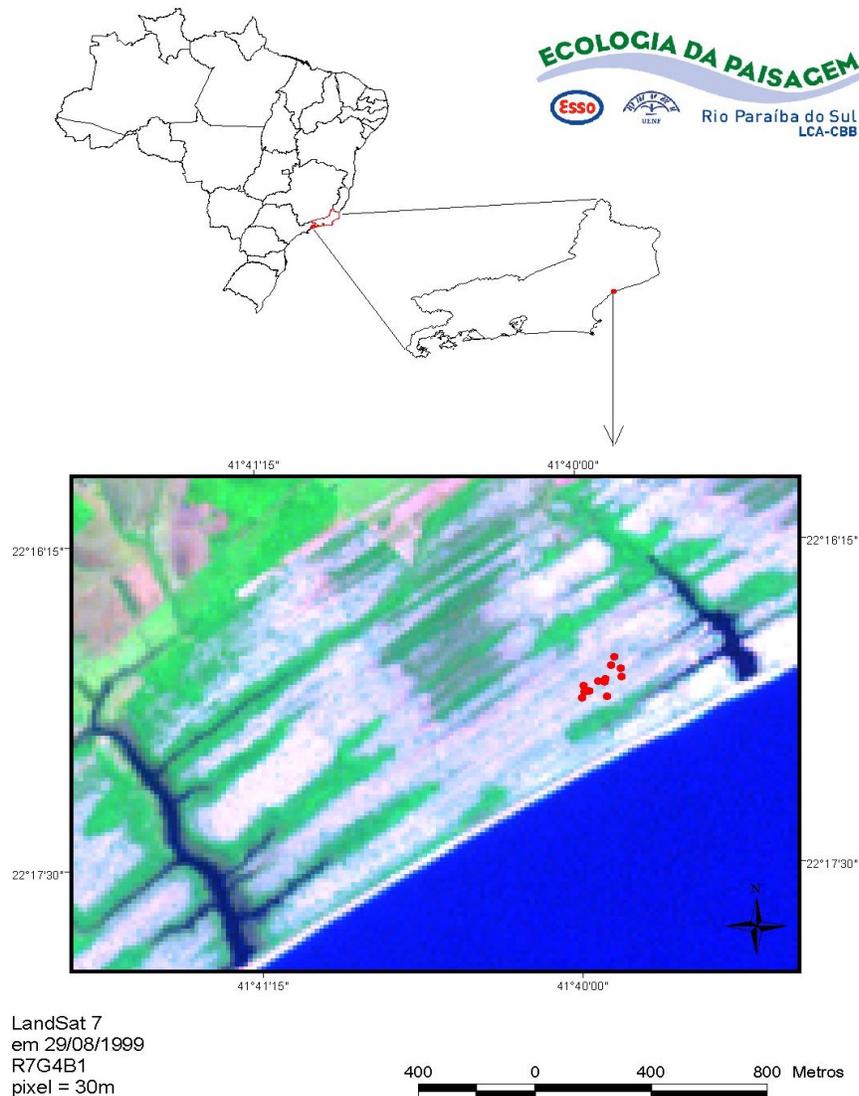


Figura 2 – Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Em destaque (pontos vermelhos) -as moitas de *Clusia* adulta e senescente utilizadas neste estudo.

3.2- Clima

A precipitação pluviométrica anual é de 1100 e 1300 mm (FIDERJ, 1978; apud Araújo *et al.*, 1998). A distribuição das chuvas é fortemente sazonal, com mínima mensal no inverno (41 mm) e máxima no verão (189 mm) (Henriques *et al.*, 1986). A temperatura média anual é de 22,6° C, com máxima em Janeiro (29,7° C) e mínima em Julho (20,0° C).

Dados da estação meteorológica da Fazenda São Lázaro, em Carapebus, demonstraram que a precipitação pluviométrica anual média dos últimos cinco anos (2001-2005) foi de 1031mm (Figura 2), com um período seco de maio a setembro e um período chuvoso de outubro a abril. Os dados referentes aos meses que compreendem o período do presente estudo (novembro/2004 a dezembro/2005) (Figura 3) demonstram uma precipitação pluviométrica total para os dez primeiros meses de 1136,5mm, com um período chuvoso de novembro a março, quando a média das chuvas deste período foi de 159,76mm e um período seco de abril a agosto, com uma média de 67,54mm.

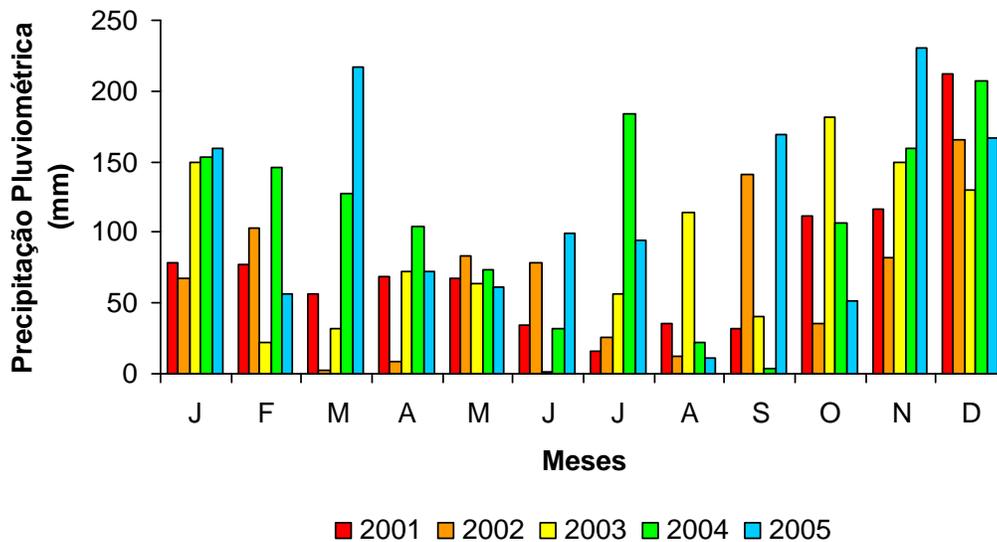


Figura 3 - Precipitação pluviométrica mensal para os anos de 2001 a 2005 no PARNA Jurubatiba, RJ. Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda São Lázaro, Carapebus, RJ.

Precipitação Pluviométrica Jurubatiba

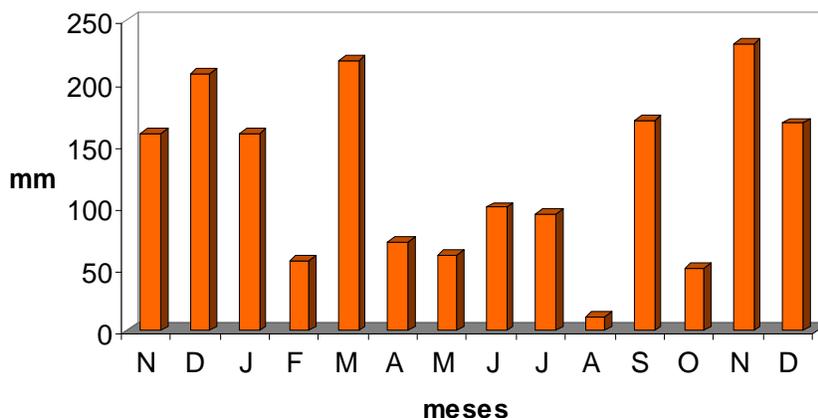


Figura 4 – Precipitação pluviométrica para dez meses do período estudado. Dados obtidos a partir da estação meteorológica da Fazenda São Lázaro, Carapebus, RJ, de novembro de 2004 a dezembro de 2005.

3.3- Geomorfologia, Geologia e Pedologia

A região entre Macaé-Quissamã apresenta um relevo com grande diversidade nos seus aspectos fisiográficos, sendo dividida em duas áreas distintas: áreas planas, representadas pelas planícies fluviais e a planície marinha, e áreas mais elevadas representadas pelas colinas e maciços costeiros, pelos tabuleiros costeiros e pelas serras (RadamBrasil, 1983).

A planície marinha constitui uma cobertura recente, da Era Quaternária, com sua origem ligada ao sistema deltáico, antiga foz do rio Paraíba do Sul. Do Pleistoceno ao Holoceno, oscilações secas e úmidas alternaram-se na região tropical. Durante o período seco, rios caudalosos, como o Paraíba do Sul, secaram (Fiderj, 1977). A redução de sua energia hidráulica, resultante da diminuição do volume de água, causou o acúmulo de material sedimentável próximo à costa. Isto contribuiu para intensificar o processo de sedimentação que, a cada momento ocorria mais para o interior do Município, o que resultou na formação da planície costeira (Esteves *et al*, 2003).

A planície quaternária onde se insere o PARNA Jurubatiba, possui uma superfície relativamente plana, com altitude máxima de aproximadamente 12m e inclina-se suavemente rumo ao oceano, sendo constituída por areias marinhas

pleistocênicas que formam terraços (Araújo *et al*, 1998).

O solo é constituído por areias quartzosas marinhas, associando-se, às vezes, aos solos orgânicos, semi-orgânicos e glei-húmicos, deixando clara a influência dos rios nessa planície (Henriques *et al*, 1986). São solos caracterizados como terras com problemas complexos de conservação, devido à sua pequena fertilidade e sua baixa capacidade de retenção de umidade (depósitos de areia do período Holocênico, retratando solos permeáveis) , quando situados na região Leste de Macaé (devido à influência dos rios)(Esteves *et al*, 2002).

Na porção Nordeste desse Município e em todo o litoral de Quissamã, configuram-se terras cultiváveis apenas em casos especiais, devido à sua baixa capacidade de retenção de umidade e terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, indicadas para recreação e como áreas que devem ser preservadas porque atuam como proteção natural contra a ação erosiva do mar e dos ventos (Esteves *et al*, 2002).

Devido às características arenosas do solo do PARNA Jurubatiba, a biota assume um papel fundamental na ciclagem da matéria, uma vez que atua como centro armazenador de nutrientes ao incorporá-los à sua biomassa. No solo, a retenção dos nutrientes decorre de trocas iônicas com a matéria orgânica depositada sobre o solo (Hay & Lacerda, 1984) e a decomposição deste material orgânico ocorre lentamente (Garay *et al*, 1995). Ao contrário da Mata Atlântica, onde os processos de ciclagem ocorrem em um horizonte mais profundo (70cm), na restinga os processos de decomposição restringem-se à uma camada mais superficial do solo (10 cm) (Garay & Silva, 1995).

3.4- Vegetação

A restinga do PARNA Jurubatiba abrange dez tipos de formações fisionômicas: halófilas e psamófilas reptantes (faixa de vegetação que tem início junto à praia); formação arbustiva fechada de pós-praia; formação arbustiva de *Clusia*; formação arbustiva de Ericaceae; mata periodicamente inundada; mata permanentemente inundada; mata de cordão arenoso; formação arbustiva aberta de Palmae; formação herbácea brejosa e formação aquática (Araújo & Henriques, 1984; Henriques *et al.*, 1986; Araújo *et al.*, 1998).

O estrato da vegetação da restinga de Jurubatiba é em geral arbustivo-arbóreo, com tendências ao xeromorfismo, sendo influenciados pelo substrato arenoso, a pouca disponibilidade hídrica e a forte incidência de ventos característicos da região (Ramos, 2003). A formação arbustiva aberta de *Clusia* é constituída por moitas densas de variados tamanhos, intercaladas por espaços de areia com vegetação esparsa (Esteves *et al.*, 2002). O estrato arbustivo desta formação é, principalmente, dominado por espécies de *Clusia hilariana*, *Erythroxylum subsessile*, *Protium icicariba*, *Eugenia umbelliflora* e *Myrcia lundiana* (Araújo *et al.*, 2004).

O presente estudo se concentrou na Formação Arbustiva Aberta de *Clusia*, que é considerada como recorrente ao longo do Norte Fluminense (Araújo, 2000). Na Restinga de Jurubatiba é a formação vegetacional de distribuição mais extensa (Henriques *et al.*, 1986), abrangendo cerca de 48% da vegetação total na área do presente estudo (Araújo *et al.*, 1998).

4. Materiais e Métodos

4.1 Seleção das moitas estudadas

As moitas utilizadas para o monitoramento do experimento de decomposição no presente estudo foram as mesmas utilizadas nos trabalhos de Pimentel (2002), Ramos (2003), Silva (2003) e Silva (2006). São moitas inseridas na Formação Aberta de *Clusia*, na área próxima a lagoa Comprida no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Essa área encontra-se coberta por uma das parcelas de acompanhamento permanente do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD, Site 5) e foi previamente identificado como um dos trechos de maior diversidade e cobertura vegetal na paisagem (Pimentel, 2002).

As moitas selecionadas estão classificadas em duas categorias: *Clusia* adulta (MCA-Figura 4) e *Clusia* senescente (MCS-Figura 5), sendo a última caracterizada pelo espaçamento do dossel, diminuição do número de ramos e redução da área foliar (Ramos, 2003). Para o presente estudo um total de 12 moitas foram utilizadas sendo 6 para MCA e 6 para MCS. O trabalho de Mantuano *et al.* (2002) identificou algumas diferenças entre as moitas de *Clusia* adulta e *Clusia* senescente: índice de área foliar maior em MCA que em MCS; tendência da altura (MCA=3,8m, MCS=4,0m) e área basal (MCA=0,33m, MCS=0,35m) serem menores em MCA; e tendência da área da copa (MCA=74,4m, MCS=68,6m) ser maior em MCA. Também foram descritas por Mantuano *et al.* (2002) características do sub-bosque de *Clusia* que demonstram pequenas diferenças estruturais entre as categorias de moitas, adultas e senescentes respectivamente: diversidade (H') = 3,81 e 3,80; equitabilidade (J) = 0,83 e 0,81; riqueza de espécies = 25,17 e 26,42 e densidade = 3,10 e 3,36. Silva (2003) encontrou diferenças entre essa categorias de moitas em relação à produção de serapilheira e ao aporte de nutrientes, sendo ambos maiores em MCA. Já as concentrações de nutrientes no solo foram maiores em MCS (Silva, 2003).



Figura 5 - Moita de *Clusia* adulta (MCA) na formação aberta de *Clusia* no PARNA Jurubatiba,



Figura 6 - Moita de *Clusia* senescente (MCS) na formação aberta de *Clusia* no PARNA Jurubatiba, RJ.

4.2 Experimento de Decomposição

Desenho experimental

A decomposição da serrapilheira foi estudada através do método de sacos de decomposição (Figura 6). Um total de 324 sacos de decomposição de malha grossa (25cm x 20cm, 1,0mm de malha com furos laterais de aproximadamente 10mm de diâmetro) (Luizão & Schubart, 1987; Villela e Proctor, 2002) contendo cada um aproximadamente 5g de folhas secas ao ar de *Clusia hilariana*, foram alocados em moitas de *Clusia* (Figuras 6 e 7). Cada moita recebeu 27 sacos, divididos em três linhas contendo 9 saquinhos cada linha. Entretanto, outros 239 sacos foram alocados juntamente aos 324 utilizados para o primeiro ano, para a continuação deste estudo por mais dois anos. O presente estudo apresenta exclusivamente os dados referentes ao primeiro ano do experimento.



Figura 7 - Saco de decomposição de 25x20cm (1,0mm de malha com furos de 10mm de diâmetro) alocado sobre a camada de serrapilheira na moita de *Clusia* adulta, no PARNA Jurubatiba, RJ.



Figura 8 - Vista dos sacos de decomposição alocados sobre a camada de serrapilheira de uma das moitas de *Clusia hilariana*, no PARNA Jurubatiba, RJ.

A escolha da espécie foi feita a partir de dados fitossociológicos existentes para a área (Henriques *et al.*, 1986), mostrando que a espécie *Clusia hilariana* é a espécie dominante. Esta apresenta valor de cobertura na moita de 19%, podendo as moitas maiores apresentarem um diâmetro de 9m e altura de até 4m. Silva (2003) estimou que aproximadamente 72% do total da serrapilheira foliar produzida em moitas adultas na área em estudo na Restinga de Jurubatiba, pertence a esta espécie.

As folhas utilizadas neste experimento foram coletadas no período de 02 de Junho a 28 de Outubro de 2003, semanalmente. Desta data em diante as coletas passaram a ser mensais, terminando no mês de Janeiro de 2004. Foram coletadas folhas recém caídas sobre o chão, caracterizadas pelo pecíolo com coloração amarelo-esverdeada (Villela & Proctor, 2002), em moitas semelhantes às utilizadas para o experimento de produção de serrapilheira de Silva, 2003. As folhas foram secas ao ar e armazenadas em local adequado e constantemente monitoradas, antes de serem alocadas no campo, para evitar que houvesse o desenvolvimento de fungos nas mesmas.

Folhas coletadas nas diferentes categorias de moitas (MCA e MCS) foram alocadas cada qual no interior dos sacos de nylon e estes em suas respectivas categorias de moitas. Ou seja, sacos contendo folhas de MCA foram incubados em moitas de MCA e sacos contendo folhas de MCS foram incubados em moitas de MCS.

A alocação dos sacos ocorreu em 24 de novembro de 2004, final da estação seca. Desta data em diante foram realizadas 9 coletas aos 15, 30, 60, 90, 120, 180, 250, 300, 367 dias, após alocação dos sacos. Em cada coleta foram retirados 3 sacos de cada moita (sendo 1 de cada uma das linhas alocadas nas moitas), totalizando 36 sacos por coleta.

Seis sub-amostras de folhas de cada categoria de *Clusia* (senescente e adulta), retiradas do montante de folhas coletadas, para serem alocadas nos sacos de decomposição, foram pesadas, secas em estufa a 80° C por 24 horas e novamente pesadas para a estimativa do percentual de água das folhas. Estes dados foram utilizados para estimativa do percentual do peso seco inicial das folhas dos sacos e utilizadas para análise das concentrações iniciais dos nutrientes.

O material foliar remanescente no interior de cada saco coletado foi limpo, no laboratório, com pincel, a fim de retirar resíduos contaminantes (solo, raízes finas, organismos da fauna edáfica), seco a 80°C por 24 horas e pesado para estimativa do percentual de material remanescente e moído para realização das análises químicas.

4.3 Fatores Ambientais

Medidas de temperatura e umidade do ar e do solo, no interior das moitas, foram realizadas nos mesmos intervalos das coletas dos sacos de serrapilheira. Entretanto, não houve padronização do horário de coleta dos dados.

A temperatura e umidade do ar no interior das moitas foram medidas com Termohigrômetro 445702/EXTECH, em cada uma das seis moitas de cada categoria (adulta e senescente). A temperatura do solo foi determinada com o auxílio de termômetro de bulbo de mercúrio e termômetro de solo, colocado a

3cm de profundidade do solo, sendo uma medida para cada uma das doze moitas.

Para determinação da umidade do solo foram feitas coletas de solos, utilizando o trado, na profundidade de 10 cm. Após o campo, em laboratório, foram retiradas e pesadas sub-amostras de aproximadamente 15g de cada amostra, levadas à estufa à 80° C durante 48 h e pesadas para obtenção do percentual de umidade do solo pelo método gravimétrico (Allen, 1989).

4.4 Análises Químicas

Seis coletas (30, 90, 180, 250, 300 e 367 dias) foram utilizadas para determinação de C e N. A seleção destas coletas para análise de C e N foi baseada nos dados de perda de massa. Estas determinações foram realizadas pelo auto-analisador Perkin Elmer CHNS/O a partir de 2-4 mg de sub-amostra do material foliar (peso seco) moído.

Todas as coletas com amostras de folhas no interior dos saquinhos foram analisadas quanto à Ca, K, Mg e Na. Sub-amostras de 0,15-0,20g de material foliar seco foram utilizadas para obter os extratos para determinação das concentrações de Ca, K, Na e Mg. Tais amostras foram digeridas em 4,4 mL de uma solução composta de ácido sulfúrico concentrado (350 mL), peróxido de hidrogênio (420 mL), selênio (0,42g) como catalisador e sulfato de lítio (14g) (Allen, 1989). As determinações de Ca, Na e Mg foram realizadas em Absorção Atômica enquanto o K foi determinado em ICP/AES – Varian.

Foi utilizada uma réplica a cada dez amostras para análise do C e N. As duplicatas para as concentrações de C no material vegetal apresentaram um coeficiente de variação maior que 10%. Enquanto o percentual de recuperação para esse elemento está em uma faixa acima de 90% (92%), uma vez que o padrão de referência foi utilizado na calibração do CHNS/O, e as amostras eram determinadas somente após o equipamento apresentar valores de concentração de C dentro da faixa de variação dos valores determinados para o padrão de referência.

Devido a problemas que afetaram a confiabilidade dos dados de N, estes não foram utilizados. Os resultados obtidos através da leitura no CHNS/O apresentaram valores muito maiores aos obtidos por Silva (2003) utilizando o

mesmo tipo foliar advindos do mesmo ambiente e mesmas moitas e os relatados pela literatura para folhas de *C. hilariana* (Silva, 1999).

Para as determinações das concentrações de Ca, K, Mg e Na foi utilizada uma duplicata para cada dez amostras, três brancos para cada bloco digestor e um padrão, no caso, material utilizado por Silva (2003) (folhas de *C. hilariana* das mesmas moitas do presente estudo).

As concentrações de Ca, Mg e Na apresentaram boa reprodutibilidade, estando a maior parte das réplicas com uma variação abaixo de 10% (Anexo nº 10). O K mostrou uma menor variação, todas as réplicas mantiveram uma variação abaixo de 8%. O percentual de recuperação dos elementos Ca, K, Mg e Na obtidos pela digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio do padrão de referência, ficaram entre 76,66% (Ca), 75,65% (Mg) e 99,06% (Na) (Anexo nº 11).

4.5 Análise dos Dados

Dois modelos de regressão foram testados para avaliação do melhor ajuste aos dados: linear($X_t / X_0 = C + kt$) e exponencial simples($\ln(x/x_0) = -kt$), onde x_0 é a massa inicial, x é a massa remanescente no tempo t (para um ano), k é a constante de decomposição (ano^{-1}) e C é o coeficiente linear (Jenny, 1949; Olson, 1963).

A partir do valor de k , para o modelo que melhor se ajustou aos dados, foi calculada a meia-vida das folhas de *Clusia hilariana*, que é o tempo necessário para degradar 50% da massa (peso seco), onde: $-\ln(0,5)/k = 0,693/k$, então $t_{0,5} = 0,693/k$ (Olson, 1963).

O teste t de Student foi utilizado para comparar as moitas adultas e senescentes em relação a cada um dos fatores ambientais a cada data de coleta e para a média anual. Os valores obtidos nas coletas realizadas em dias chuvosos (180 e 300 dias) foram excluídos da média anual uma vez que não teriam efeito comparativo entre as categorias de moitas.

O teste t de Student também foi utilizado para comparar as concentrações e liberação de C entre as moitas.

Análise de Variância com dois fatores, medidas repetidas (“repeated measurement”, Zar, 1984) foi utilizada na comparação entre as moitas de

Clusia hilariana adulta e senescente, ao longo dos 367 dias de decomposição em relação ao percentual de material remanescente, percentual remanescente e concentração para cada um dos macronutrientes (Ca, K, Mg e Na) das folhas de *C. hilariana*.

Análise de Variância do tipo agrupada (“nested desing”, Zar, 1984), foi utilizada para comparar as duas categorias de moitas (adulta e senescente) em cada um dos intervalos de coleta, em relação ao percentual de material remanescente, percentual remanescente e concentração dos macronutrientes (Ca, K, Mg e Na) das folhas de *C. hilariana*.

Regressões entre a concentração dos elementos e o percentual de material remanescente das folhas em decomposição foram utilizadas para ser mais um elemento para auxiliar na elucidação dos processos de liberação e acúmulo de nutrientes (Mellilo e Aber, 1984).

Anteriormente aos testes, foi verificado se os dados atendiam aos pressupostos de distribuição normal dos resíduos e homogeneidade das variâncias, pressupostos estes inerentes aos modelos lineares. Tanto a normalidade quanto a homocedasticidade dos dados foram avaliadas pelo programa R Sistem.

5. Resultados

5.1 Fatores ambientais

Os valores médios obtidos das sete medições realizadas ao longo do estudo do percentual de umidade do ar não apresentaram diferenças significativas entre as categorias de moitas (MCA e MCS) (Figura 8/Anexos nº2 e 5). Apesar de em apenas um dos intervalos de tempo (250 dias-03/08/2005), as médias de temperatura do ar terem diferido estatisticamente entre MCA (34,3°C) e MCS (37,5°C), apresentando MCS o maior valor (Figura 9), as moitas de *Clusia* adulta tenderam a apresentar temperaturas do ar menos elevadas que as moitas de *Clusia* senescente, principalmente na estação seca (180 dias-23/05/05 e 300 dias-23/09/05). (Figura 9/Anexos nº 1 e 5)

As médias de duas coletas de temperatura do solo apresentaram valores que diferiram estatisticamente (120 dias-28/03/05 e 367 dias-30/12/05) entre MCA e MCS, ambas do período chuvoso. Embora as médias das demais coletas não tenham apresentado valores com diferença estatística, observa-se uma tendência de MCA apresentar os menores valores de temperatura do solo do que MCS em todas as coletas amostradas. (Figura 10 e Anexos nº 3 e 5)

Não houve diferença estatística entre as médias obtidas para MCA e MCS quanto ao percentual de umidade do solo, embora tenha apresentado uma tendência de maiores valores de umidade do solo em MCA do que em MCS (Figura 11 e Anexos nº4 e 5).

Não houve diferença estatística nos valores das médias anuais de umidade do ar (UA) e umidade do solo (US), entretanto, para umidade do solo tenderam a ser maiores em MCA (US=5,7%) do que em MCS (US=4,7%). Ao contrário, para a temperatura do ar (TA) e a temperatura do solo (TS) as médias anuais tenderam a ser menores em MCA (TA=36,9°C; TS=28,2°C) que em MCS (TA=37,8°C; TS=30,6°C) (Anexo nº 14).

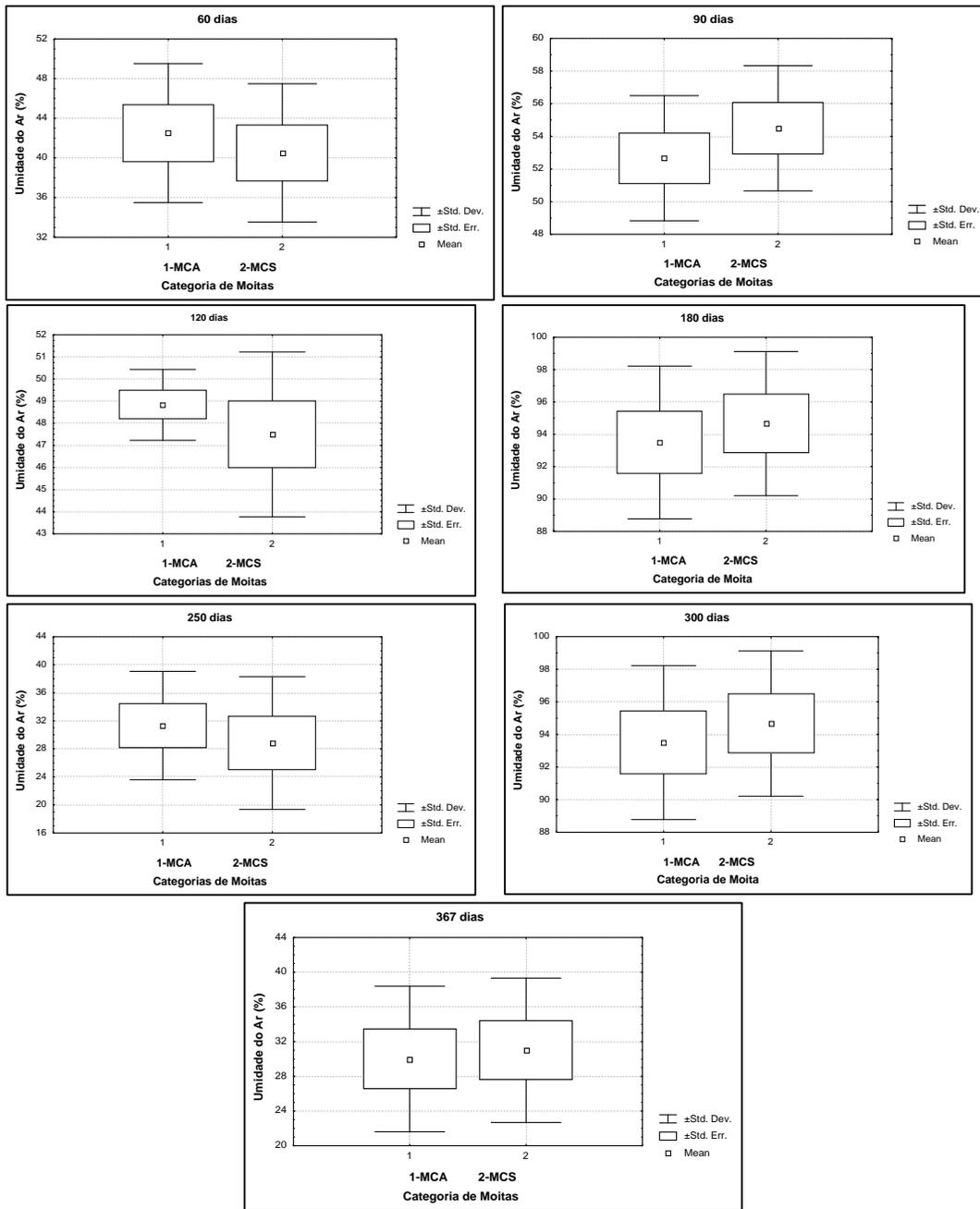


Figura 9 - Resultados das medições de umidade do ar (%) em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas no PARNA Jurubatiba, RJ. Os valores correspondem às médias e desvio padrão de cada moita (MCA=6, MCS=6).

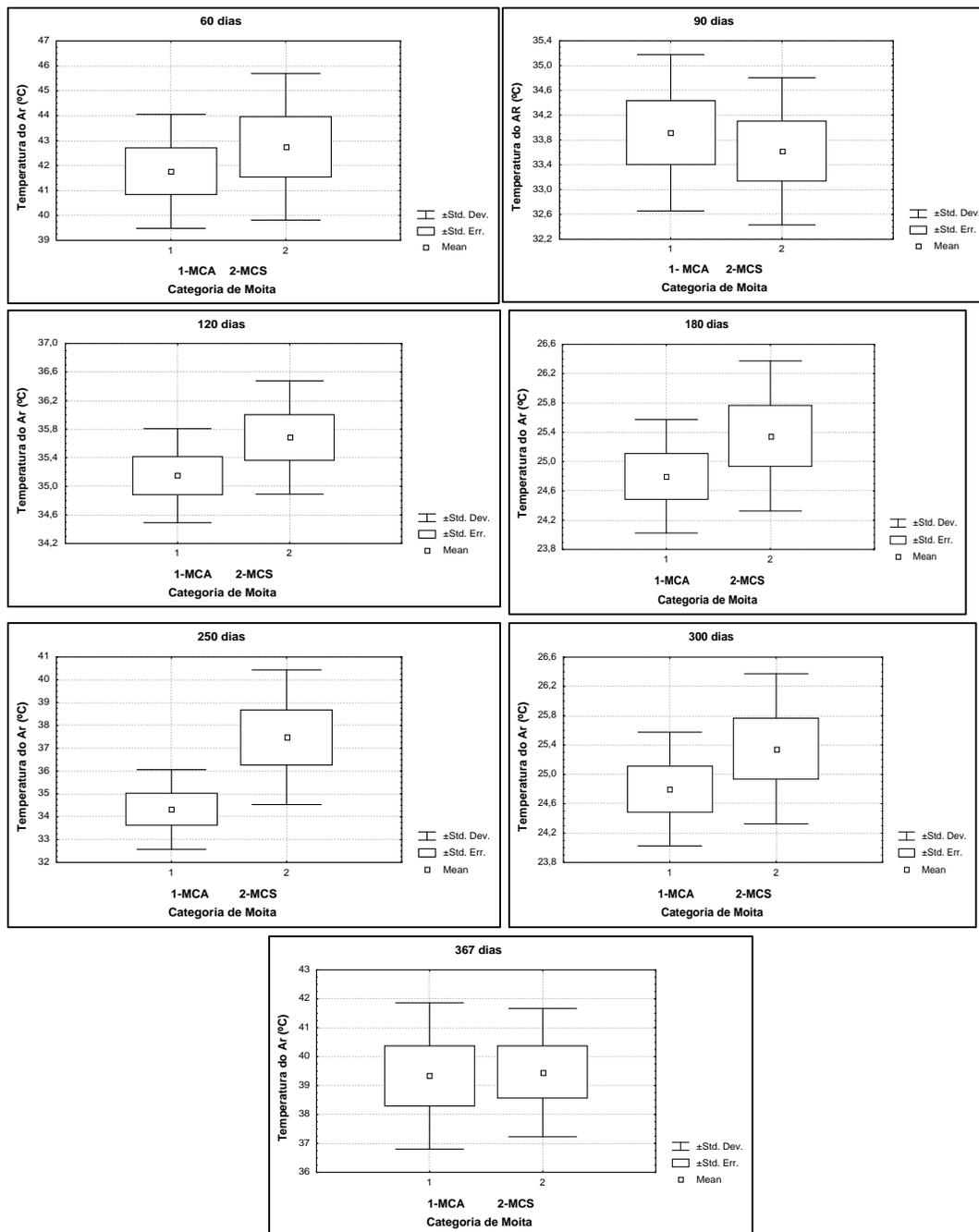


Figura 10 - Resultados das medições de temperatura do ar (°C) em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas, no PARNA Jurubatiba, RJ. Os valores correspondem às médias e desvio padrão de cada moita (MCA=6, MCS=6).

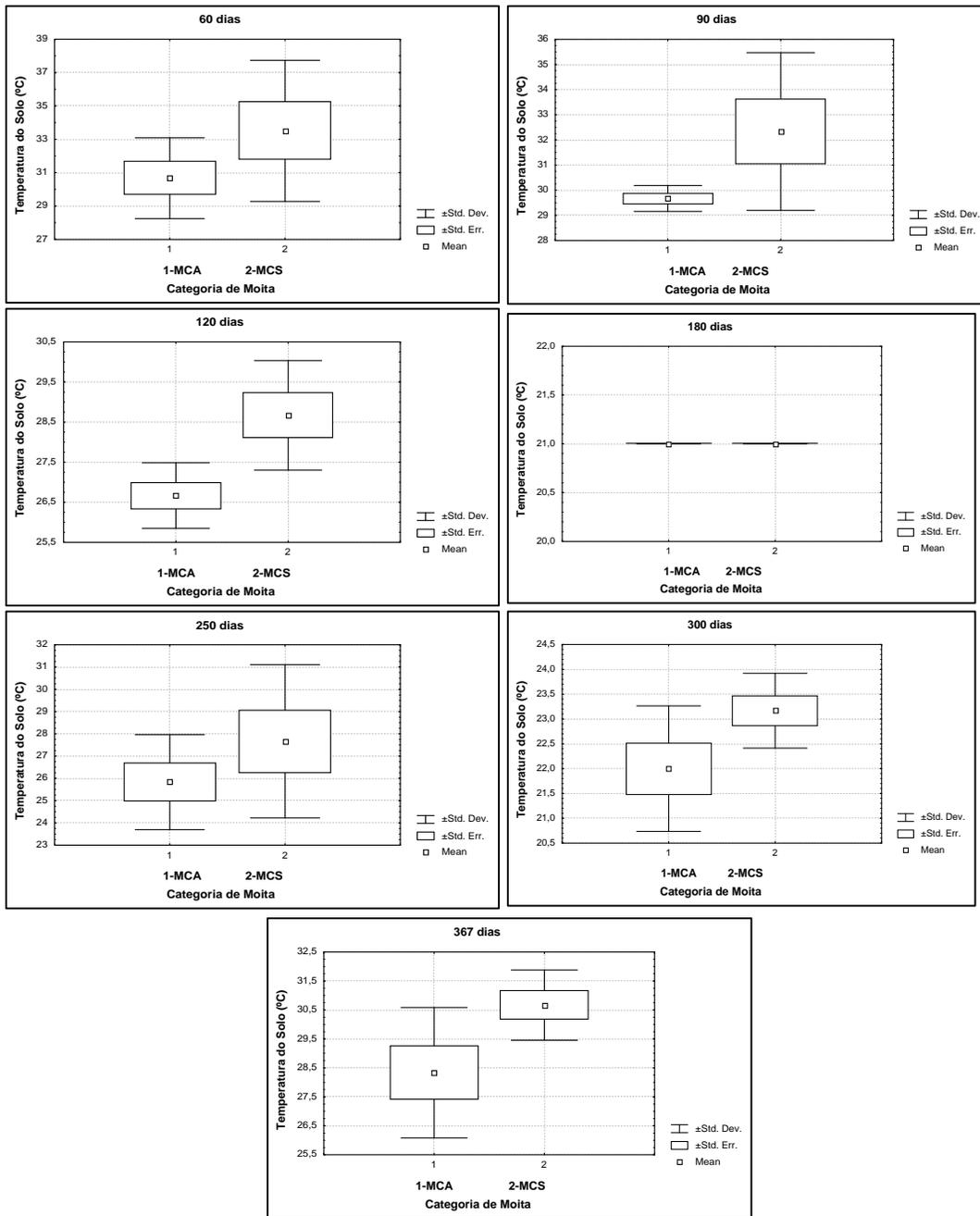


Figura 11 - Resultados das medições de temperatura do solo (°C) em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas, no PARNA Jurubatiba, RJ. Os valores correspondem às médias e desvio padrão de cada moita (MCA=6, MCS=6).

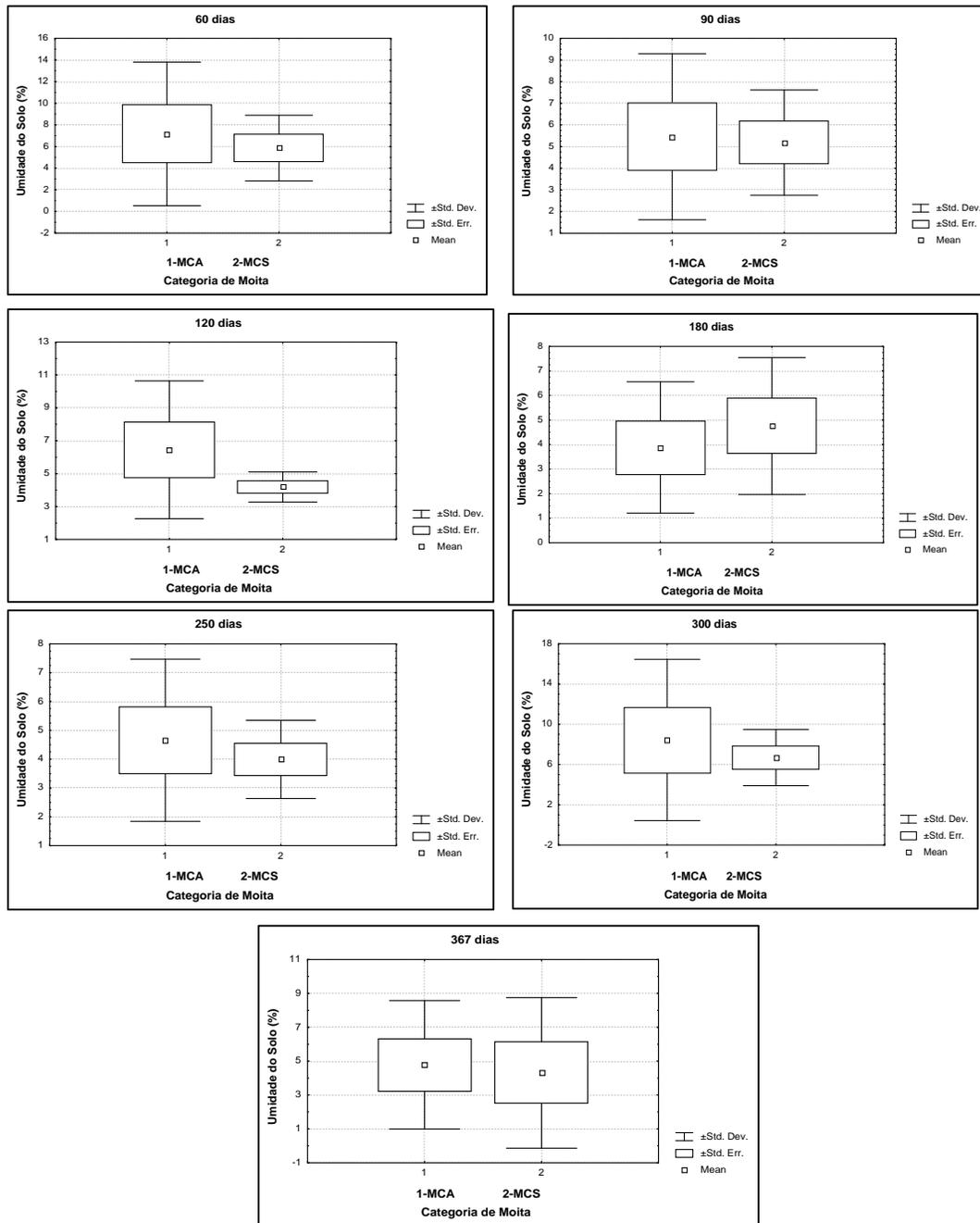


Figura 12 - Resultados das medições de umidade do solo (%) em cada tempo amostral comparando as duas categorias de moitas, no PARNA Jurubatiba, RJ. Os valores correspondem às médias e desvio padrão de cada moita (MCA=6, MCS=6).

5.2 Decomposição Foliar de *C. hilariana*

5.2.1 Perda de massa

O padrão de perda de massa de folhas de *C. hilariana* durante os 367 dias de decomposição do experimento diferiu estatisticamente entre as moitas estudadas (MCA e MCS) (Figura 12), onde 31% do material foliar foi decomposto em MCA e 26% em MCS ao final dos 367 dias do experimento. Em relação às análises estatísticas para cada tempo separadamente, ocorreram diferenças significativas para cinco intervalos de tempo (120, 180, 250, 300 e 367 dias) onde MCA apresentou os menores valores de material remanescente. (Anexos nº 6, 7, 9).

Nos primeiros 120 dias de experimento (4 meses), observou-se uma maior perda de massa (cerca de 20% em MCA e 16% em MCS), enquanto que nos restantes 247 dias (de 120 a 367 dias) de experimento (8 meses) a perda de massa foi de aproximadamente 10% em ambas as moitas. A partir dos 120 dias de experimento observa-se uma desaceleração na velocidade do processo de decomposição em MCA, enquanto que em MCS o mesmo ocorre a partir dos 60 dias de experimento. A perda de massa referente aos 367 dias de decomposição do experimento foi significativamente menor em MCA (69%) do que em MCS (74%), indicando uma velocidade de decomposição maior em MCA (Figura 12).

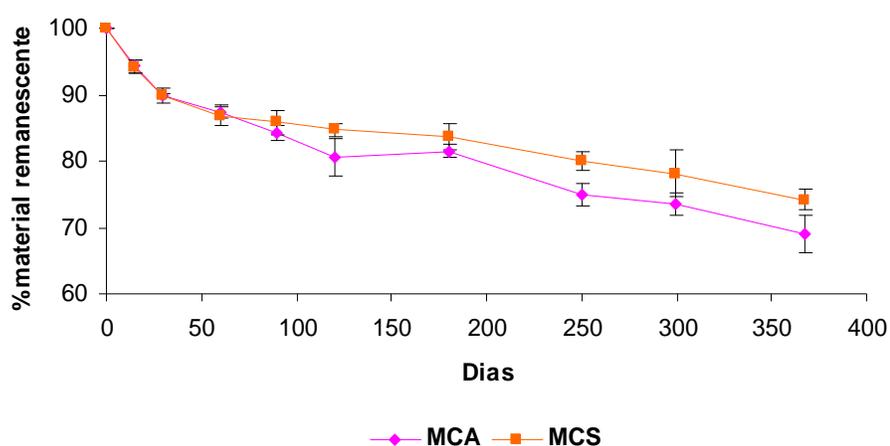


Figura 13 - Percentual de material remanescente (peso seco) de folhas de *C. hilariana* confinadas em saco de decomposição no PARNA Jurubatiba de novembro de 2004 à novembro de 2005 (367 dias). Os valores são médias em moitas adultas (MCA=6) e em moitas senescentes (MCS=6). As barras transversais equivalem ao desvio padrão.

Para a estimativa da taxa de decomposição (k) foram testados os modelos linear e exponencial simples, sendo utilizado para descrição dos resultados, o modelo exponencial simples (Figuras 13 e 14), que apresentou melhor ajuste ($R^2 =$ MCA=0,95; MCS=0,95) que o linear ($R^2 =$ MCA=0,94; MCS=0,94) (Tabela 1). O valor da taxa de decomposição (k) para os 367 dias amostrados, estimados através da equação exponencial simples, tendeu ser maior em MCA do que em MCS. A estimativa da meia vida das folhas de *C. hilariana* foi menor em MCA do que em MCS. (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de decomposição (k) e meia-vida das folhas de *C. hilariana*, estimada pela regressão exponencial simples para 367 dias de experimento e o coeficiente de correlação (R^2) correspondente aos valores do experimento de decomposição de folhas de *C. hilariana* nas duas categorias de moitas (MCA e MCS), no PARNA Jurubatiba.

Moita	k	Meia-vida (Dias)	R^2
MCA	0,29	866	0,95
MCS	0,22	1155	0,95

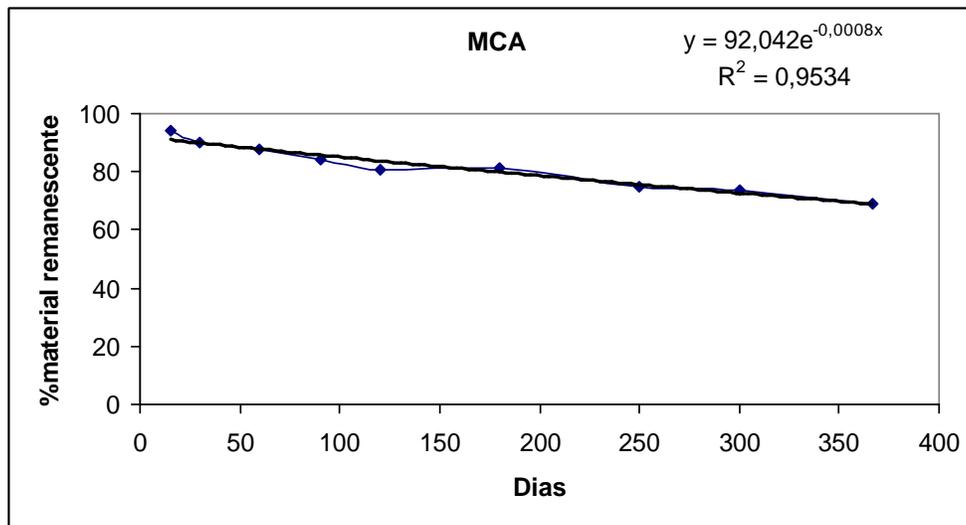
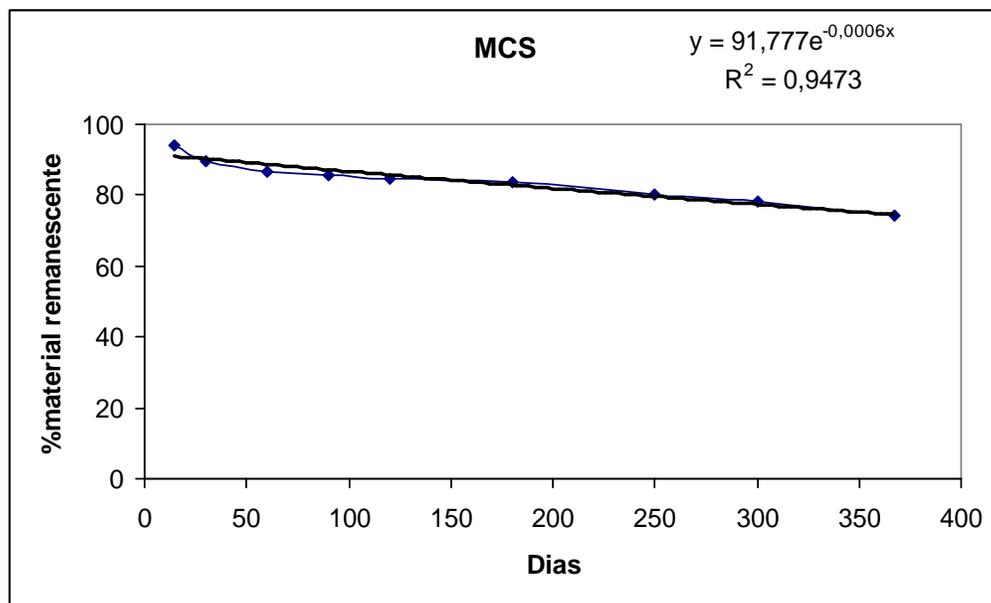


Figura 14 - Regressão exponencial simples entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de *C. hilariana* em MCA, no PARNA Jurubatiba.



Figuras 15 - Regressão exponencial simples entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de *C. hilariana* em MCS, no PARNA Jurubatiba.

5.2.2 Concentração dos macronutrientes nas folhas

As concentrações iniciais dos macronutrientes nas folhas de *C. hilariana* foram estatisticamente diferentes entre as categorias de moitas para K, Mg e Na, porém não apresentaram diferença para C e Ca (Tabela 2). Dentre estes, apenas a concentração de Na, foi menor em MCA que em MCS, sendo os demais elementos maiores em moitas de *Clusia* adulta.

Tabela 2 – Média da concentração inicial (T_0) dos nutrientes nas folhas de *C. hilariana* no experimento de decomposição no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias de sub-amostras de folhas de *C. hilariana* de MCA (n=6) e MCS (n=6). Letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas (Teste t de Student, $p < 0,05$).

	%		mg/g		
	C	Ca	K	Mg	Na
MCA	46,3±3,6	12,5±2,3	1,4±0,2 ^a	2,8±0,3 ^a	3,4±0,5 ^a
MCS	44,8±3,5	11,3±2,3	1,0±0,1 ^b	2,1±0,3 ^b	4,3±0,4 ^b

Foram encontradas diferenças significativas entre MCA e MCS em relação aos padrões de variação de concentração ao longo do tempo para todos os macronutrientes estudados, com exceção do C (Figura 15). Ao comparar cada intervalo de coleta separadamente, pode-se observar diferenças estatísticas entre MCA e MCS em alguns dos tempos amostrais para a concentração dos elementos determinados (Anexo nº 13). Para o C, suas concentrações não foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) entre as categorias de moitas em nenhum dos tempos amostrais. Em relação à concentração de Ca, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as categorias de moitas nos intervalos de 15, 120, 300 e 367 dias, onde MCA obteve maiores valores que MCS (Figura 15 e Anexo nº 13). As concentrações de K foram significativamente ($p < 0,05$) maiores em MCA que em MCS no intervalo de 30 dias; invertendo nos intervalos de 60, 120, 180 e 300 dias onde MCS apresentou maiores valores que MCA (Figura 15 e Anexo nº 13). O Mg apresentou concentrações diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) entre as moitas em todos os intervalos de tempo, onde MCA obteve maiores valores que MCS (Figura 15 e Anexo nº 13). As concentrações de Na diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre MCA e MCS nos intervalos de 30, 60, 120 e 300 dias apresentando os menores valores em MCA (Figura 15 e Anexo nº 13).

Os nutrientes determinados apresentaram distintos padrões de concentração entre si ao longo do processo de decomposição foliar. Entretanto, K e Na mostraram um padrão semelhante, onde suas concentrações tenderam à diminuir consideravelmente de 15 dias de decomposição (inicial) até o final do experimento (367 dias), sendo a concentração final de Na de 0,85mg/g em MCA(inicial=3,4mg/g) e 0,79mg/g em MCS(inicial=4,4mg/g) e a de K de 0,65mg/g em MCA(inicial=1,4mg/g) e 0,75mg/g em MCS(inicial=1,0mg/g) (Figura 15). A concentração de C manteve-se praticamente estável chegando a 40% em MCA(inicial=46,6mg/g) e a 42% em MCS(inicial=44,8%) no final dos 367 dias de experimento de decomposição. O Ca e o Mg não apresentaram um decaimento relevante nos valores de suas concentrações, tanto em MCA quanto em MCS, chegando à valores finais bem próximos aos iniciais. (Figura 15)

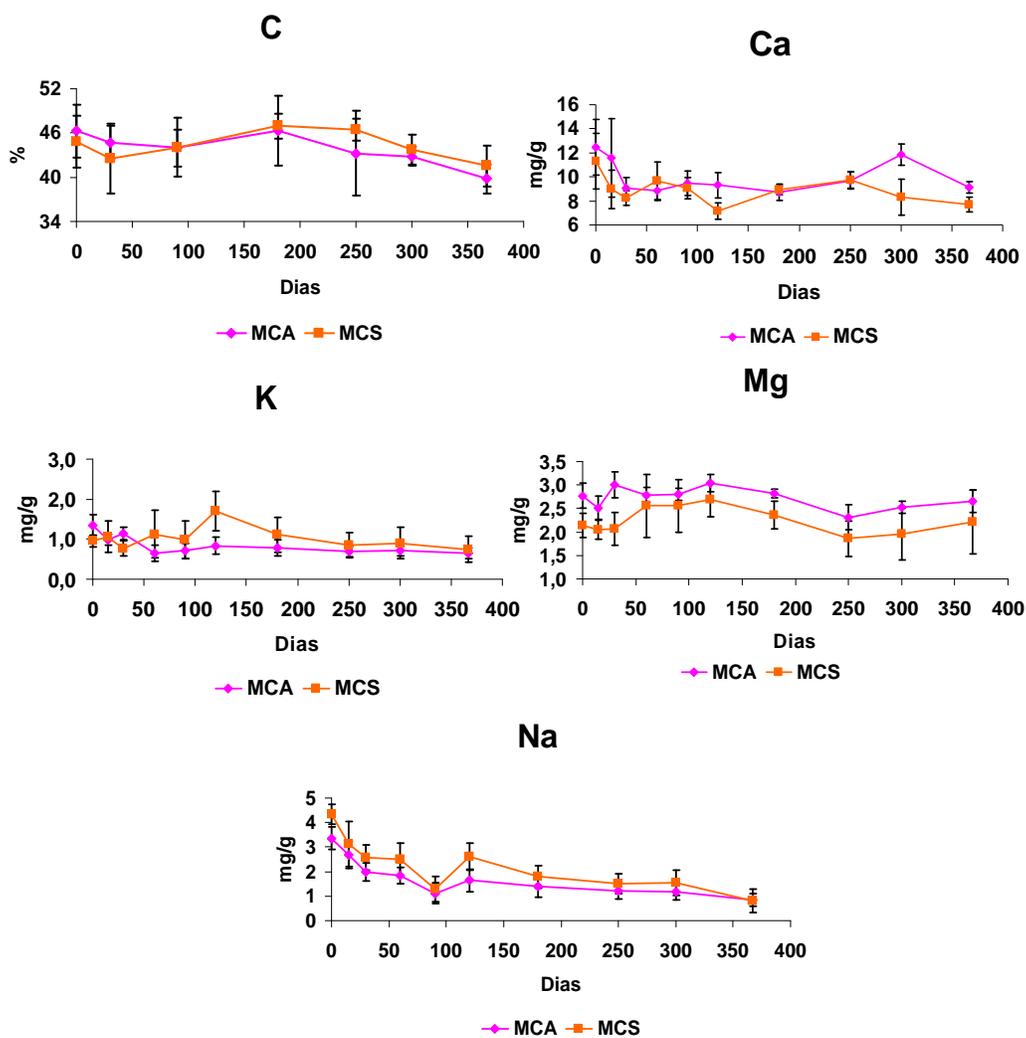


Figura 16 - Variação temporal da concentração de C, Ca, K, Mg e Na em folhas de *C. hilariana* ao longo dos 367 dias de decomposição em moitas de *Clusia* adulta e senescente no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias das moitas adultas (n=6) e das moitas senescentes (n=6) para os intervalos de 15, 30, 60, 90, 120, 180, 250, 300 e 367 dias entre 08/12/2004 a 30/12/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão.

5.2.3 Liberação e/ou Acúmulo dos macronutrientes

O padrão de liberação ou acúmulo dos macronutrientes durante a decomposição das folhas de *C. hilariana* foi diferente estatisticamente entre as duas categorias de moitas para K. Entretanto, não apresentou diferenças para C, Ca, Mg e Na. O potássio apresentou um percentual remanescente significativamente menor em MCA (36%) do que em MCS (52%) ao final dos 367 dias do experimento, enquanto para Na o percentual remanescente aos 367 dias tendeu a ser maior em MCA (17%) que em MCS (12%).

Ao analisar cada intervalo de tempo separadamente, algumas diferenças estatísticas foram observadas entre as categorias de moitas para os nutrientes (Ca, K, Mg, C e Na) em relação ao seu percentual remanescente em MCA e em MCS, com exceção do C.

Ao longo da decomposição, o percentual remanescente de C não foi significativamente diferente entre MCA e MCS em nenhum dos intervalos de tempo (Figura 16/Anexo nº15). A liberação de C tendeu a acompanhar a perda de massa em ambas as categorias de moitas estudadas. Nos primeiros 30 dias de experimento houve uma liberação de C mais acentuada tanto em MCA quanto em MCS, onde 16,67% e 22,37% deste elemento foram liberados em MCA e MCS respectivamente. Após esse período, a liberação de C se manteve estável até os 180 dias de experimento. De 180 dias até os 367 dias de experimento houve uma lenta liberação de C, chegando a um total de 41,26% de C liberado em MCA e 37,63% em MCS. Houve uma liberação líquida do C das folhas de *C. hilariana* ao longo do experimento em MCA, constatado pela regressão negativa entre o percentual de massa remanescente e a concentração de C. O mesmo não foi evidenciado em MCS.

O percentual remanescente de Ca apresentou uma grande variação tanto em MCA quanto em MCS e, na maioria dos intervalos de tempo amostrados (15, 60, 120, 180, 250 e 300 dias), resultou em diferenças significativas entre MCA e MCS (Figura 16 e Anexo nº15). A liberação de Ca não foi similar à perda de massa em nenhuma das categorias de moita estudadas. Houve uma diminuição no percentual de Ca nos primeiros 30 dias do experimento quando o percentual remanescente de Ca decresceu em torno de 35% em ambas as categorias de moitas analisadas, chegando até o final do

período amostral a 50% de Ca remanescente em ambas as categorias de moitas. O Ca não demonstrou uma regressão significativa entre o percentual de massa remanescente e a concentração deste elemento não evidenciando acúmulo ou liberação deste elemento ao longo do período experimental. (Figura 17)

Diferenças significativas entre as categorias de moitas foram encontradas para o percentual remanescente de K em sete dos nove períodos amostrais. O percentual remanescente de K tendeu a ser sempre menor em MCA do que em MCS (Figura 16 e Anexo nº15). Após 15 dias no campo, as folhas de *C. hilariana* haviam perdido 23% do conteúdo de K na MCA e 10% na MCS, e aos 90 dias de experimento, MCA chegou aos 50% de liberação de K e MCS aos 22%. Esses valores se mantiveram nesta faixa durante os intervalos de coletas seguintes (120, 180, 250 e 300 dias). Ao final de 367 dias de decomposição, 64% do K havia sido liberado em MCA e 48% em MCS (Figura 16 e Anexo nº15). Isto resultou em uma regressão, entre a concentração e o percentual de massa remanescente, negativa significativa em MCA demonstrando uma liberação líquida de K, porém não significativa em MCS, indicando que a liberação do K nas folhas de *Clusia* neste primeiro ano de decomposição não foi evidente nesta categoria de moita. (Figura 17).

O percentual remanescente de Mg foi diferente entre MCA e MCS em três (30, 60 e 90 dias) dos nove intervalos de coleta, apresentando uma tendência de liberação mais lenta em MCA do que em MCS (Figura 16 e Anexo nº15). O percentual remanescente de Mg não acompanhou o padrão descrito para perda de massa. Nos primeiros 15 dias de experimento foram liberados apenas 15% de Mg em MCA e 18% em MCS. Esse valor aumentou nos intervalos seguintes. Aos 250 dias do experimento 39% e 37% de Mg haviam sido liberados em MCA e MCS, respectivamente, mantendo estes percentuais semelhantes até o final do experimento. Através da regressão entre a concentração e o percentual de massa remanescente pode-se observar que não houve uma liberação líquida deste elemento (Figura 17).

Foram encontradas diferenças significativas entre as duas categorias de moitas para o percentual remanescente de Na em apenas um período amostral (15 dias). Nos primeiros quinze dias de experimento, o percentual remanescente de Na foi significativamente maior em MCA (70%) do que em

MCS (59%). Em comparação com os outros nutrientes analisados, a liberação de Na foi rápida nas duas categorias de moitas. O Na apresentou um decaimento constante do seu conteúdo, dos 15 aos 90 dias de experimento, até 28% em MCA e 22% em MCS de percentual remanescente, chegando a uma liberação de 83% de Na em MCA e 88% em MCS ao final do experimento (367 dias). A liberação líquida do Na das folhas de *C. hilariana* pode ser constatada pela regressão negativa significativa entre a concentração de Na e o seu percentual de massa remanescente tanto em MCA quanto em MCS, sendo este o único elemento que apresentou tal comportamento. (Figura 17).

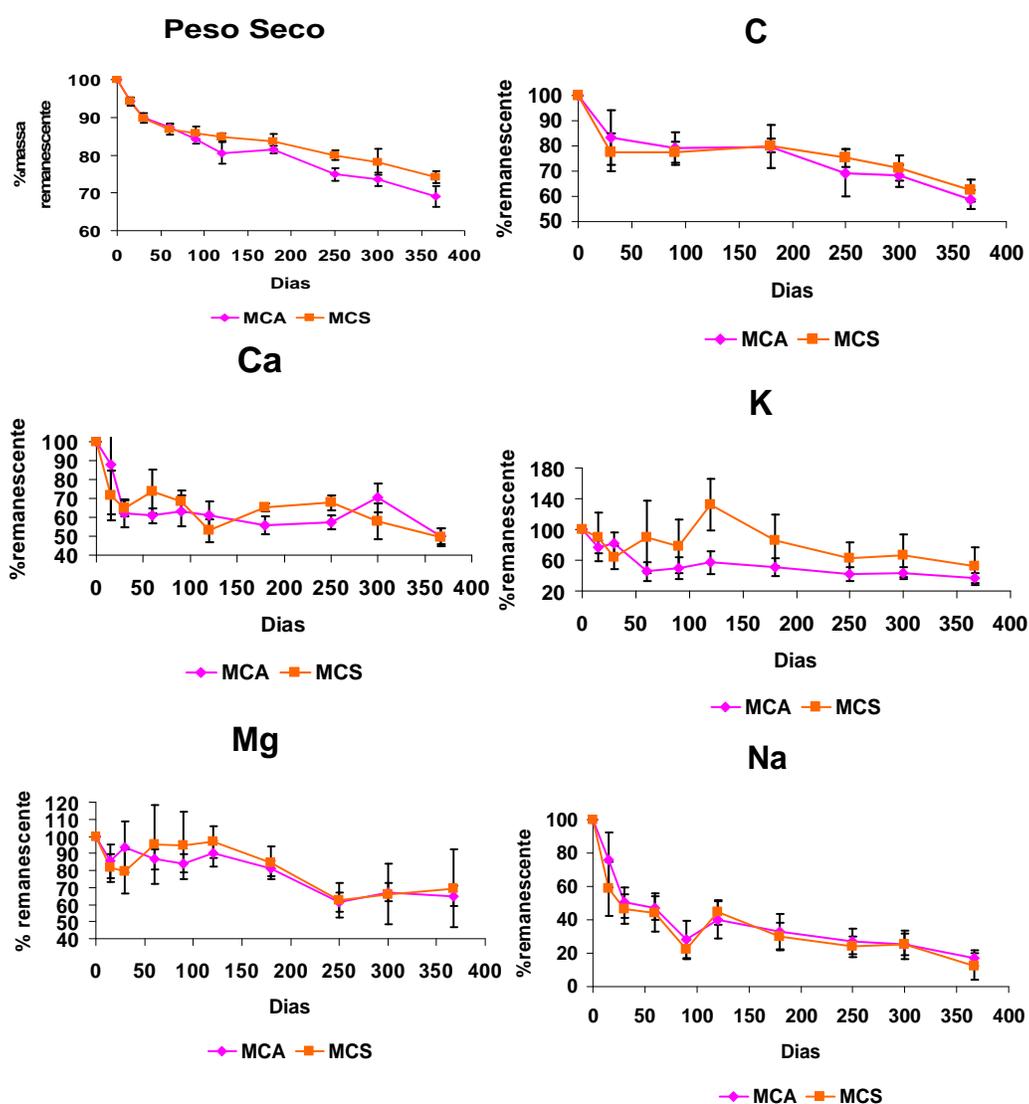


Figura 17 - Percentual de peso seco remanescente e percentual remanescente de C, Ca, K, Mg e Na em folhas de *C. hilariana* ao longo dos 367 dias do experimento de decomposição em MCA e MCS no PARNA Jurubatiba. Os valores são médias em moitas adultas (n=6) e em moitas senescentes (n=6) no período de 08/12/2004 a 30/12/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão.

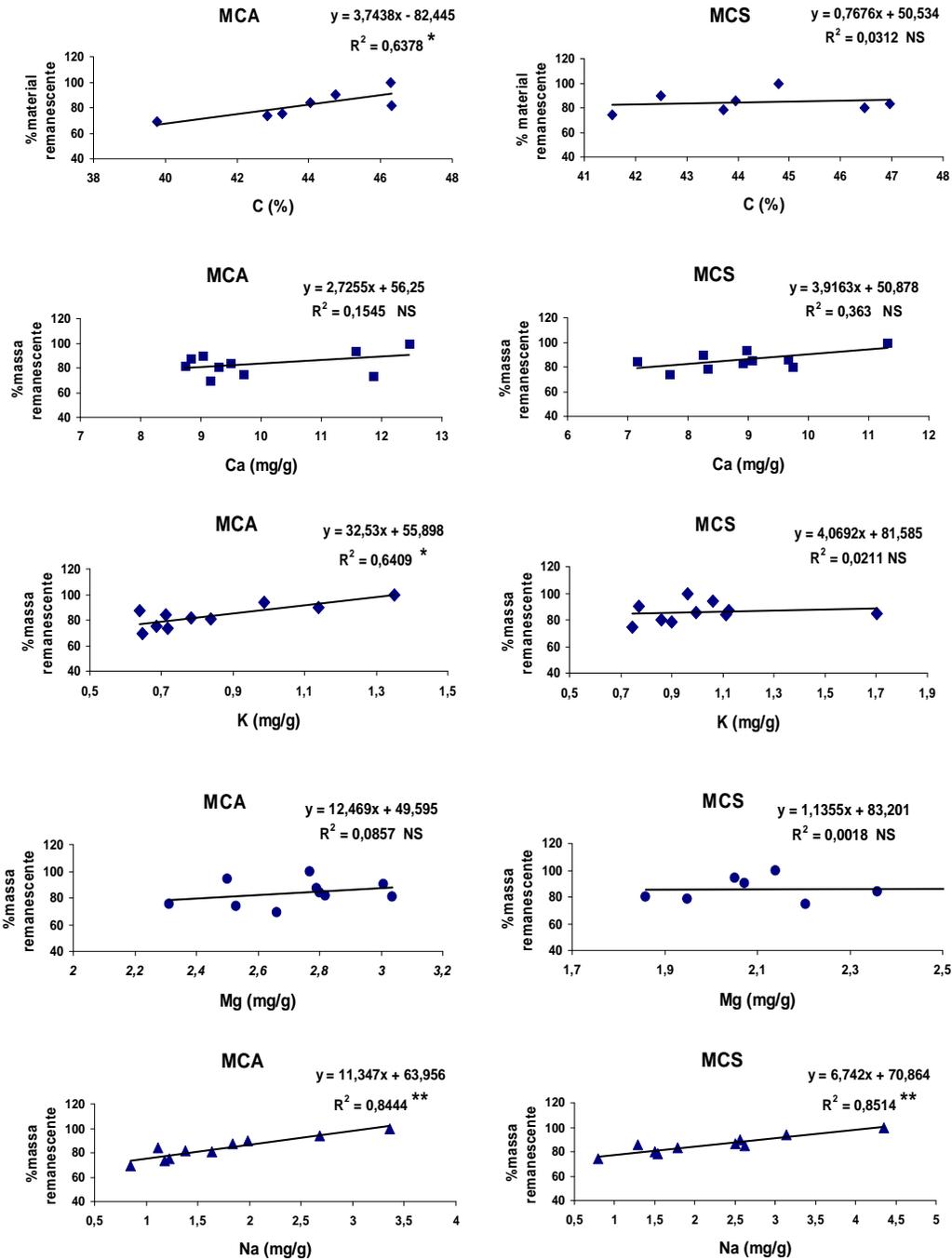


Figura 18 - Regressão entre a concentração de Ca, K, Mg, Na e C e o percentual de massa remanescente dos sacos de decomposição em cada uma das categorias de moitas (MCA e MCS), mostrando a equação da reta e o r^2 . As regressões estatisticamente diferentes com significância de $p < 0,05$ são demonstradas por *, com significância de $p < 0,01$ por ** e as não significativas por NS.

6. Discussão

6.1 Perda de Massa

6.1.1 Nas moitas do PARNA Jurubatiba

Comparando com outros ecossistemas brasileiros, verifica-se que os valores de taxa de decomposição (k) obtidos neste estudo são inferiores aos encontrados em Florestas Atlânticas de Encosta ($k=0,55-2,99$) e Floresta Estacional Secundária de São Paulo. Os valores de k também foram inferiores aos obtidos em Vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso, SP ($k=0,58$), além de em outras duas formações florestais na Ilha do Mel, PR, o que indica lento processo degradatório de *C. hilariana*. (Tabela 3).

Comparações com outros ambientes de outros países (áridos, com secas estacionais ou úmidos) confirmam que os valores da taxa de decomposição encontradas nas moitas de *Clusia* no PARNA Jurubatiba permanecem abaixo dos identificados em outros ambientes (Tabela 3). Apenas uma das espécies utilizadas no estudo de Moretto & Distel (2003) em pasto temperado semi-árido na Argentina, *Stipa gynerioides*, apresentou valores de taxa de decomposição similares aos encontrados por este estudo ($k=0,21$, $k=0,26$), muito provavelmente pelas semelhanças existentes entre a composição química desta espécie com *C. hilariana* no que diz respeito à qualidade do material, onde ambas apresentam uma serapilheira de baixa qualidade. As duas espécies de gramíneas utilizadas no estudo de Moretto & Distel (2003) diferem na composição química (tais como concentração inicial de N e P, concentração de lignina, razão C:N, lignina:N e lignina:P), sendo que *S. gynerioides* apresenta uma serapilheira de baixa qualidade e *Poa ligularis*, uma serapilheira de alta qualidade. Conseqüentemente, *S. gynerioides* apresentou menor taxa de decomposição. Os resultados do experimento de Moretto & Distel (2003) indicaram que a decomposição das folhas destas espécies foi determinada igualmente pela composição química do material e as características dos ambientes de alocação do experimento.

A meia-vida, tempo médio de decomposição de 50% do material a ser decomposto, constitui um outro parâmetro de comparação. Os resultados

obtidos (MCA=866 dias e MCS=1155 dias) são superiores aos estimados para outros ecossistemas brasileiros (Luizão & Schubart, 1987), inclusive à outras formações de Restinga do país (Rebello,1994 ; Brites *et al.*, 1999 *apud* Pires,

Tabela 3. Taxa de decomposição (k) estimada pelos modelos linear (L), exponencial simples (ES), exponencial duplo (ED), quadrático (QD) para diferentes substratos foliares. Experimentos começando da estação seca (S) e na estação chuvosa (C).

Local Tipo Vegetacional	Clima	Substrato foliar	Estação	k	Meia-vida Dias	Modelos	Referências
PARNA Jurubatiba-RJ MCA Restinga	Sub-úmido seco	MCA - <i>Clusia hilariana</i>		0,29	866	ES	Este estudo
		MCS - <i>Clusia hilariana</i>		0,22	1155		
Ilha do Mel - Paranaguá - PR Restinga	Transição - Tropical/ Subtropical	misto	IC	0,44	577	ES	Pires (2000)
		misto	AC	0,62	405		
Restinga de Macaé Restinga		<i>Clusia</i>			900		Hay & Lacerda (1984)
		<i>Ericácea</i>			354		
Ilha do Cardoso - SP Restinga Alta	Tropical úmido	<i>Calophyllum brasilienses</i>		0,54	347	ES	Castanho (2005)
		<i>Guapira opposita</i> Vell.		1,43	130		
		<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.		1,22	152		
		<i>Esenbeckia leiocarpa</i>		1,81	103		
Ilha do Cardoso - SP Floresta sobre Restinga	Tropical úmido	misto	S	0,58	434	ES	Rebelo (1994)
		<i>Cecropia</i> sp.	S	0,89	285		
Ilha do Cardoso - SP Floresta Pluvial Tropical de Encosta	Tropical úmido	misto	S	0,89	285	ES	Rebelo (1994)
		<i>Cecropia</i> sp.	S	1,43	175		
Judean Desert - Israel - Kalia deserto	Árido	<i>Avena sterilis</i>		3,6 (K 10-3day- 1)		ES	Hamadi <i>et al.</i> (2000)

Argentina - Caldén District Grassland-campo semi-árido	Temperado/ semi-árido	<i>Poa ligularis</i>		0,42		ES	Moretto & Distel (2003)
		<i>Stipa gynerioides</i>		0,21			
Estação Ecológica de Assis - SP Cerradão	Mesotérmico	<i>Calophyllum brasilienses</i>		0,29	649	ES	Castanho (2005)
		<i>Guapira opposita</i> Vell.		0,47	391		
		<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.		1,05	177		
		<i>Esenbeckia leiocarpa</i>		0,96	195		
RJ-Mata do Carvão Tabuleiros-semi-decídua	CL - MG	<i>Metrodorea brevifolia</i>		0,5	495	ES	Aragão (2000)
	FE - MG	<i>Metrodorea brevifolia</i>		0,43	578		
RJ-Mata do Carvão Tabuleiros-semi-decídua	Área Preservada	<i>Metrodorea brevifolia</i>	C	0,62	402	ES	Aragão (1997)
	Área Desmatada	<i>Metrodorea brevifolia</i>	C	0,76	333	ES	Aragão (1997)
S.Francisco Itabapoana-RJ Tabuleiros		<i>Eucalyptus grandis</i>		30%		QD	Costa <i>et al.</i> (2005)
Xishuangbanna - Southwest China Floresta Tropical Sazonal	Tropical	misto		1,79	138	E N	Zheng <i>et al.</i> (2006)
		madeira		0,43	585		
RR - Maracá Floresta estacional Semidecídua		misto- PRF	S	0,51	359	L	Villela & Proctor (2002)
China - Xishuangbanna Floresta Tropical Sazonal		misto		1,79		E N	Zheng <i>et al.</i> (2006)
Estação Ecológica de Jataí - SP Cerradão	Tropical Úmido	misto	Final S	0,56	662	ES	Cianciaruso <i>et al.</i> (2006)
Sistema Agroflorestal - Viçosa - MG	Mesotérmico	misto			215		Arato <i>et al.</i> (2003)
Estação Ecológica Caetetus-SP Floresta estacional Semidecídua	Mesotérmico	<i>Calophyllum brasilienses</i>		0,36	506	ES	Castanho (2005)

			<i>Guapira opposita</i> Vell.		0,66	283		
			<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.		0,76	247		
			<i>Esenbeckia leiocarpa</i>		1,42	131		
<hr/>								
Porto Rico - Luquillo Mountains			<i>Cecropia schreberiana</i>		0,68		E S	Shiels (2006)
Floresta úmida Sub-tropical								
			<i>Cyathea arborea</i>		0,93			
<hr/>								
São Francisco de Paula - RS		Mesotérmico -	misto			316		Backes <i>et al.</i> (2005)
Floresta Ombrófila Mista		superúmido						
<hr/>								
Rio Jacaré Pepira - Brotas - SP		Subtropical	<i>Centrolobium tomentosum</i>		44,00%	469	PL	Aidar & Joly (2003)
Mata Ciliar								
<hr/>								
REBIO União-RJ	Interior	Tropical Úmido	misto	C	0,65	342	ES	Gama (2005)
Fragmento de Mata Atlântica								
	Borda		misto	C	0,46	527		
<hr/>								
Ilha de Santo Amaro-Guarujá-SP		Tropical úmido	misto		0,83	350	ES	Varjabedian & Pagano (1988)
Floresta Pluvial Tropical de Encosta								
<hr/>								
Parque Estadual Carlos Botelho-SP		Temperado úmido	<i>Calophyllum brasilienses</i>		0,55	339	ES	Castanho (2005)
Floresta Atlântica de Encosta								
			<i>Guapira opposita</i> Vell.		1,33	140		
			<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.		1,44	129		
			<i>Esenbeckia leiocarpa</i>		2,99	62		
<hr/>								
Reserva Florestal Cidade Universitária-SP			<i>Alchornea sifolia</i>	C	1,46	150	ES	Meguro (1980)
Mata Mesófila Secundária								
			<i>Cedrela fissilis</i>	C	0,80	240		
			<i>Guarea tuberculata</i>	C	1,04	240		

		<i>Rudgea jasminoides</i>	C	0,90	180		
		misto	C	1,08	180		
Reserva Biológica de Paranapiacaba-SP	Super-úmido	misto		0,37	985	ES	Moraes <i>et al.</i> (1995)
Floresta Pluvial Tropical de Encosta		Paranapiacaba					
		misto		0,51	715		
		Ilha do Cardoso					
Ilha do Cardoso - SP	Super-úmido	misto		1,09	335	ES	Moraes <i>et al.</i> (1995)
Mata Atlântica		Paranapiacaba					
		misto		0,89	408		
		Ilha do Cardoso					
Morobe Province - Papua New Guinea		<i>Pometia pinata</i>		1,17	168	ES	Rogers (2002)
Lowland Tropical Rain Forest (90 dias)		<i>Celtis kajewskii</i>		2,12	120		
		<i>Dysoxylum caulostachyum</i>		2,22	111		
Porto Rico - Luquillo Experimental Forest		<i>Dacryodes excelsa</i>				ES	Fonte & Schowalter(2004)
Floresta subtropical úmida (112 dias)		verde		3,55			
		senescente		2,02			
		<i>Manilkara bidentata</i>					
		verde		2,05			
		senescente		1,19			
		<i>Guarea guidonea</i>					
		verde		2,7			
		senescente		1,16			
		<i>Cecropia shreberiana</i>					
		verde		3,11			
		senescente		1,93			

2000), floresta baixa e floresta alta da Ilha do Mel. Tais valores também se mantêm acima dos encontrados em estudos no estado do Rio de Janeiro por Hay & Lacerda (1984), em formação de Ericácea (354 dias) na Restinga de Macaé (Hay & Lacerda, 1984), porém semelhantes à formação de *Clusia* (900 dias) nessa Restinga.

O experimento de decomposição, no presente estudo, realizado em moitas no PARNA da Restinga de Jurubatiba por 367 dias, equivale aos resultados encontrados por Aragão (2000) nos primeiros 30 dias de seu experimento em uma mata semi-decídua de Tabuleiros. Tal comparação constata a lentidão do processo de decomposição em ambientes de restinga já que ao final de aproximadamente um ano apenas 31% e 26% do material de *Clusia* foi decomposto em MCA e MCS respectivamente, valores semelhantes ao obtido na Mata de Tabuleiros (cerca de 30%) nos primeiros 35 dias de decomposição. Além das diferenças nas características climáticas, o substrato utilizado deve ser considerado.

A baixa velocidade de decomposição nos ecossistemas de Restinga pode ser condicionada pela esclerofilia apresentada pelas espécies destas comunidades, que caracteriza uma produção de recurso de baixa qualidade e difícil decomposibilidade (Pires, 2000). Segundo Rizzini (1979), a presença de esclerofilia é marcante na Mata de Restinga, decorrente do pequeno conteúdo de nutrientes do solo (Henriques *et al.*, 1986). Vários autores têm constatado a redução na velocidade de decomposição resultante da maior dureza do substrato (Edwards, 1977; Meguro *et al.*, 1980) e menor conteúdo de alguns nutrientes, principalmente N (Benhard-Reversat, 1993; Maheswaran & Gunatilleke, 1988).

Um fator relevante é a questão da espécie estudada, *C. hilariana*, possuir folhas altamente lignificadas (Silva, 1999), confirmando sua alta resistência aos processos de degradação foliar no solo, pois a composição química do material é um fator crítico na determinação da taxa de decomposição (Swift & Anderson, 1989; Moretto & Distel, 2003) exercendo forte influência em escala global ou regional nas variações das taxas de decomposição entre as espécies e locais (Vitousek *et al.*, 1994). A presença dessa fração orgânica (lignina) confere resistência ao material vegetal,

dificultando a penetração de organismos decompositores por meio da parede celular devido à lignificação (Gallardo & Merino, 1993), contribuindo para a baixa velocidade de decomposição. A lignina exerce controle sobre as taxas de decomposição através da sua própria resistência ao ataque enzimático (Aber e Mellilo, 1991), além de interferir negativamente na decomposição de celulose, outros carboidratos e também de proteínas (Alexander, 1977 *apud* Mellilo et al, 1982). Assim, quanto maior a concentração de lignina maior será sua influência sobre as taxas de decaimento de um substrato.

Um fator importante a ser considerado quanto a comparação da estimativa do k, é o tempo deste experimento de decomposição que foi de um ano estando de acordo com demais trabalhos citados (Tabela 3). Entretanto, é importante destacar que a Restinga de Jurubatiba é um local de lenta decomposição e apenas 30% do material decompôs em um ano. Este experimento está tendo continuidade por mais dois anos, e os resultados futuros poderão complementar informações á respeito do processo de decomposição nas moitas de *Clusia hilarina* no PARNA Jurubatiba.

No presente estudo, observou-se uma velocidade de decomposição relativamente maior nos primeiros 120 dias de experimento (4 meses). Esta primeira fase corresponde à liberação de compostos menos resistentes, como açúcares e ácidos orgânicos (Swift *et al.*, 1979). O mesmo padrão foi observado no estudo de Cianciaruso *et al.* (2006) em um cerradão. Além disso, esse período inicial foi fortemente influenciado pelas condições climáticas, uma vez que o experimento foi instalado no início da estação chuvosa, havendo predominância de uma precipitação pluviométrica relativamente alta nos quatro meses seguintes (dezembro à março, média de 194,4mm/mês; com exceção de Fevereiro que apresentou 56,3mm). Após este período inicial de 120 dias, observou-se uma diminuição na velocidade da decomposição, provavelmente decorrente da degradação de estruturas mais resistentes e de compostos mais estáveis como a lignina e outros compostos fenólicos (Swift *et al.*, 1979). Esta segunda fase também compreende o período a partir de abril/2005, quando a temperatura e a pluviosidade estão em declínio (média de pluviosidade dos meses de abril/2005 a agosto/2005=67,5mm), sendo que a perda de peso permaneceu relativamente constante até o final da amostragem, porém bem mais lenta. Importante ressaltar o efeito da chuva e da seca no processo de

decomposição foliar. No presente estudo pôde-se observar o dobro de perda de massa (20%) no período chuvoso comparado com o seco (10%). Esse período de lentidão durante a estação seca é considerado como um reflexo direto do efeito regulatório dos fatores físicos ambientais, notadamente temperatura e umidade, sobre a atividade dos decompositores (Swift *et al.*, 1979; Anderson & Swift, 1983, Villela & Proctor, 2002).

A influência dos fatores climáticos no processo de decomposição foi constatada por Hay & Lacerda (1984), Aragão (1997) e Pires (2006) em ecossistemas semelhantes e por diversos autores em fitocenoses tropicais e subtropicais (Aragão, 2000; Villela & Proctor, 2002; Aidar & Joly, 2003; Costa *et al.*, 2005; Gama, 2005; entre outros), obtendo maior perda de massa foliar nos meses mais úmidos e de temperaturas mais elevadas (estação chuvosa). A estação chuvosa proporciona condições de umidade favoráveis à uma intensa atividade de organismos decompositores. A decomposição mais acentuada durante a estação chuvosa é comumente observada em florestas tropicais, pois além dos processos físicos (lixiviação), garante condições de umidade favoráveis à atividade de organismos decompositores, bem como do crescimento de raízes (observadas neste estudo) e micorrizas que auxiliam neste processo (Luizão & Schubart, 1987).

6.1.2 MCA X MCS

Os resultados encontrados mostram uma provável interferência de moitas de *Clusia* senescente no processo de decomposição foliar na restinga de Jurubatiba, RJ, diminuindo a velocidade deste processo nessas moitas quando comparadas com as moitas de *Clusia* adulta. Tal fato ocorreu, muito provavelmente, em virtude da diferença existente entre a arquitetura das moitas (Ramos, 2003; Silva, 2003; Scarano *et al.*, 2004) que tende a gerar diferenças microclimáticas e conseqüentemente diferenças na taxa de decomposição, uma vez que a mesma é primeiramente condicionada por fatores climáticos (Swift *et al.*, 1979; Berg, 2000; Mason, 1980).

Diferenças na taxa de decomposição da serapilheira entre florestas tropicais podem ser atribuídas ao tipo de cobertura vegetal, à qualidade do material, à atividade da fauna do solo e às condições ambientais,

especialmente temperatura e umidade (Anderson & Swift., 1983). Tais fatores como a diferença de abertura do dossel entre as categorias de moitas, as distinções na qualidade do material foliar inicial, e as condições ambientais justificariam a diferença encontrada na taxa de decomposição entre as moitas Adultas e Senescentes.

Apesar de terem sido encontradas diferenças estatísticas somente para alguns parâmetros abióticos examinados (temperatura do solo), pode-se observar nos resultados uma tendência dos valores de temperatura do ar serem menores em MCA que em MCS, assim como para umidade do solo há uma tendência dos valores serem maiores em MCA. O fator temperatura do solo apresentou diferenças estatísticas significativas entre as categorias de moitas na estação chuvosa quando MCA apresentou os menores valores. Embora alguns dos resultados não tenham apresentado significância estatística, é perceptível uma tendência à uma diferença entre as categorias de moitas no que tange aos parâmetros abióticos. Levando tal fato em consideração, pode-se inferir que a decomposição mais lenta em MCS pode sugerir que os microorganismos decompositores sejam afetados pelas mudanças do microclima causado pela abertura do dossel nessas moitas, aumentando principalmente a radiação e a temperatura do solo. Nossos resultados sugerem que as variáveis ambientais continuem a ser investigadas uma vez que talvez os métodos utilizados para medi-las possam não ter sido precisos o bastante para detectar pequenas diferenças que possam existir no microclima. Ao medir e comparar os fatores abióticos de clareiras com áreas fechadas em Mata de Tabuleiro, Aragão (2000) diz que as clareiras tenderam a apresentar temperaturas do ar mais elevadas que as áreas fechadas, principalmente durante o verão.

A comparação de MCA com MCS, em função da influência da cobertura vegetal entre as categorias de moitas, sobre a velocidade da decomposição, em virtude da diferença estrutural existente entre estas, pode ser relacionada com outros trabalhos que exibem comparações semelhantes entre áreas distintas. Aragão (2000) estudou o efeito de clareiras ocasionadas por corte seletivo de madeira na decomposição foliar em uma mata de tabuleiro onde verificou que tal ambiente gerou diferenças na taxa de decomposição quando comparado com a mata fechada devido à alteração que essas clareiras

causam à radiação, temperatura do solo, concentração dos macronutrientes do solo afetando assim a taxa de decomposição, tornando-a menor nas clareiras. Gama (2005) investigando a provável interferência da borda no processo de decomposição foliar em um fragmento de Mata Atlântica da Reserva União, RJ, em relação ao interior florestal, também encontrou resultados que confirmaram sua hipótese de existirem diferenças entre borda artificial e interior florestal no que diz respeito à taxa de decomposição, sendo a decomposição mais acelerada no interior do que na borda florestal. Tais estudos corroboram a ideia de que a velocidade da decomposição é afetada e se diferencia entre tais locais em virtude da diferença existente entre a arquitetura, de MCA e MCS, uma vez que os fatores abióticos tendem a ser afetados gerando, subsequentemente uma alteração na comunidade decompositora. Diferenças no microambiente, incluindo fatores estruturais que influenciam o microclima, têm sido demonstrados para simular perda de massa da serapilheira em condições áridas (Cepeda-Pizarro & Whitford, 1990).

Villela & Proctor (2002) encontraram diferenças no padrão de decomposição ao estudar diferentes tipos florestais semi-decíduos na Amazônia e as relacionaram à atividade da fauna. Assim como os autores supracitados, Castanho (2005) em seu estudo sobre os fatores determinantes no processo de decomposição em trechos representativos dos principais ecossistemas florestais do Estado de São Paulo (Floresta de Restinga/Ilha do Cardoso; Floresta Atlântica de Encosta/Parque Estadual Carlos Botelho; Floresta Estacional Semidecidual/Estação Ecológica de Caetetus; Cerradão/Estação Ecológica de Assis), observou que, entre as florestas investigadas, aquelas tipicamente mais úmidas e sem estacionalidade apresentam, em média, taxas de decomposição duas vezes maiores do que as florestas estacionais. Tais resultados sugerem que mesmo em escalas regionais tanto a precipitação total quanto sua distribuição são fatores essenciais nas taxas de decomposição (Castanho, 2005). A mesma autora também enfatiza que fatores edáficos e bióticos também devem contribuir na caracterização do processo de decomposição das diferentes formações florestais do Estado de São Paulo e que parâmetros químicos iniciais, como C/N, C/P, lignina/N e concentração de lignina, atualmente levantados na literatura como bons preditores do processo de decomposição mostraram-se

funcionais. A interação entre o efeito gerado pela formação florestal e pelo substrato, demonstrou que a origem deste pode afetar o processo de decomposição, sugerindo estreita relação entre a composição da serapilheira e a comunidade decompositora do solo, conseqüentemente influenciando a disponibilidade de nutrientes e a produtividade do ecossistema (Castanho, 2005).

Ao comparar o teor nutricional, medido na folhas de *C. hilariana*, entre MCA e MCS podemos sugerir que as folhas de *C. hilariana* oriundas de moitas adultas tendem a apresentar uma melhor qualidade nutricional quando comparadas com moitas senescentes. Silva (2003) em seu estudo sobre produção de serapilheira e aporte de nutrientes em moitas de *Clusia* também no PARNA da Restinga de Jurubatiba, encontrou maiores valores de Ca e Mg para MCA do que para MCS e K com valores bem próximos entre as categorias de moitas. Conseqüentemente tal fato poderia explicar também as diferenças encontradas entre as categorias de moitas na taxa de decomposição uma vez que a literatura reporta maiores taxas de decomposição relacionadas à maior qualidade nutricional das folhas. O estudo de Fonte e Schowalter (2004) comparando a decomposição de folhas verdes e senescentes, em uma Floresta Tropical de Porto Rico, mostrou taxas de decomposição significativamente maiores em folhas verdes que foram atribuídas às maiores concentrações de nitrogênio e baixas razão C:N, L:N comparado com as folhas senescentes, confirmando que a qualidade da folha é fundamental na determinação das taxas de decomposição.

O efeito da qualidade nutricional das folhas de *C. hilariana* na decomposição já havia sido questionado por Silva (1999) que em seu trabalho sugeriu que a decomposição das folhas desta espécie seria lenta assim como a liberação de nutrientes das suas folhas para o solo, uma vez que seus resultados demonstraram que a mesma possui alta razão C:N (81), altas concentrações de lignina (50% do seu peso seco) e alta razão lignina/nutrientes. Os resultados do presente estudo confirmam as predições da autora supracitada e de Zaluar & Scarano (2000) sobre a lentidão do processo de decomposição e liberação de nutrientes para o solo das folhas de *C. hilariana* e indicam que esse mecanismo seja benéfico, pois pode significar a conservação de nutrientes no ecossistema de Restinga, reduzindo a lixiviação

através do solo para fora da zona das raízes, uma vez que os solos de restinga por serem arenosos possuem baixa capacidade de retê-los (Hay & Lacerda, 1984).

6.2 Concentração inicial de nutrientes

Em geral, os valores encontrados neste estudo para a concentração inicial dos macronutrientes em folhas de *C. hilariana* em moitas de *Clusia* adulta e senescente estão condizentes com os valores obtidos no estudo de Silva (2003) em folhas de *C. hilariana* na mesma área de estudo. O C, K e Mg apresentaram valores de concentração inicial similares aos obtidos por Silva (2003) utilizando folhas de *C. hilariana* nas mesmas moitas. Entretanto, Na (MCA=3,4mg/g; MCS=4,3mg/g) obteve valores menores aos encontrados por Silva (2003) (Na-MCA=4,4mg/g; MCS=6,2mg/g), enquanto Ca (MCA=12,5mg/g; MCS=11,3mg/g) apresentou valores mais elevados (Silva, 2003-Ca-MCA=8,03mg/g; MCS=7,7mg/g). As concentrações de C na serapilheira foliar na maior parte das florestas tropicais, encontram-se em uma faixa muito estreita de 42% a 49% (Aragão, 2000), sendo pertinentes aos valores encontrados para a Restinga de Jurubatiba.

As folhas de *C. hilariana* utilizadas no experimento de decomposição apresentaram concentrações iniciais de macronutrientes, principalmente Mg e K, em geral maiores em MCA, com exceção do Na. Silva (2003) em seu estudo de produção de serapilheira e aporte de nutrientes em moitas na mesma área do presente estudo, reportou que a concentração média anual da maioria dos nutrientes na serapilheira total foi similar entre as categorias de moitas, com exceção do Mg que foi significativamente maior em MCA e do Na que foi menor em MCA, o mesmo padrão se repetiu para a análise das concentrações da fração folhas de *Clusia*. Silva (2003) também verificou que o aporte anual de nutrientes no total da serapilheira foi significativamente maior em MCA do que em MCS para todos os nutrientes, destacando que a fração folhas de *C. hilariana* seguiu o mesmo padrão, refletindo o conteúdo desses elementos em folhas de *Clusia*, já que estes foram em geral o dobro em MCA.

Dessa forma, é possível inferir que se há diferenças entre as moitas para a concentração inicial de alguns elementos em folhas de *C. hilariana*, pode

existir diferença na qualidade do substrato, o qual é sabido, influencia na velocidade da taxa de decomposição. Tal fato sugere uma possível influência da qualidade do substrato das categorias de moitas no processo de decomposição foliar de *C. hilariana*. Assim como a taxa de decomposição foi mais lenta em MCS, a menor qualidade nutricional de folhas de *Clusia* nessa moita pode estar influenciando tal processo.

6.3 Liberação e/ou acúmulo de nutrientes

6.3.1 Nas moitas do PARNA Jurubatiba

A relação entre a velocidade de desaparecimento da biomassa e nutrientes pode ser interpretada da seguinte maneira: os elementos que apresentam taxa de desaparecimento igual ou menor do que a biomassa são liberados principalmente através de processos mais lentos como fragmentação e catabolismo, aqueles que apresentaram perdas maiores que a biomassa, têm sua liberação resultante principalmente da lixiviação (Swift *et al.*, 1979). Berg & Staaf (1980) sugeriram também que os elementos limitantes para o crescimento microbiano são geralmente retidos ou acumulados a uma concentração mínima e posteriormente, liberados à mesma taxa de perda de matéria orgânica, enquanto os elementos não limitantes são liberados ao longo de todo o processo.

Sob as moitas de *C. hilariana*, a liberação de C das folhas ocorreu em paralelo à perda de massa, sendo maior no início do experimento. Porém, só houve regressão negativa significativa com a perda de massa para MCA. Gama (2005) também constatou essa relação em seu estudo, assim como Rustad (1994), em seu estudo com diferentes substratos, encontrou regressão negativa significativa do percentual remanescente de C com a perda de massa. Aragão (1997 e 2000) reportaram que a liberação de C está diretamente relacionada com a perda de massa. Cornu *et al.* (1997) em seu estudo comparativo de decomposição e liberação de nutrientes em dois tipos florestais na Amazônia também constataram, utilizando análise de regressão múltipla, uma relação da liberação do C com a perda de massa. Isto sugere que C é liberado predominantemente por processos degradativos lentos.

Ao contrário dos resultados encontrados em outros estudos (Swift *et al.*, 1981; Melillo *et al.*, 1982; Luizão & Schubart, 1987; Vitousek & Sandford, 1986; Rebelo, 1994; Aragão, 2000; Gama, 2005) que relataram a baixa mobilidade do Ca, por ser este um elemento pouco lixiviável, o Ca determinado no presente experimento de decomposição de folhas *C. hilariana*, não apresentou acúmulo nítido ao longo do experimento. Geralmente, num segundo estágio de decomposição, elementos como o Ca apresentam acúmulo (Aragão, 2000; Villela & Proctor, 2002; Gama, 2005) nos substratos utilizados, o que não ocorreu no presente estudo.

Por ser um componente estrutural da lamela média (Larcher, 2000), o Ca é retido até que se inicie a decomposição nas paredes celulares (Attwill, 1968), o que no processo de decomposição constituiria o aumento das concentrações finais de Ca. Rebelo (1994) observou na floresta sobre restinga na Ilha do Cardoso-SP, um aumento do conteúdo de Ca em relação à perda de peso após um ano de experimento. Pires (2000), na restinga da Ilha do Mel-PR, reportou concentrações remanescente de Ca maiores em relação ao peso seco final tanto para o tratamento iniciado em outubro (início da chuvosa) quanto para o que teve início em fevereiro (auge da chuvosa), ambos com duração de um ano. No estudo de Moraes *et al.* (1995), sobre os aspectos da decomposição da serapilheira em florestas tropicais preservada e sujeita à poluição atmosférica no estado de São Paulo, a curva de liberação do Ca acompanhou a da perda de peso, o que a autora atribuiu ao fato do Ca se tratar de um elemento estrutural. A lenta decomposição das folhas de *C. hilariana* no ambiente de Restinga em estudo, talvez justifique o não acúmulo observado para este elemento, uma vez que os 367 dias de decomposição não mostraram resultados de liberação de Ca condizentes aos encontrados em ecossistemas semelhantes (Rebelo, 1994; Pires, 2000). Provavelmente, um tempo maior de estudo, que incluam as etapas finais da decomposição, possa apresentar um perfil de resultados mais próximo aos descritos pela literatura.

Os valores de percentual remanescente do Mg nas folhas de *Clusia* relativamente próximos aos obtidos para biomassa (Figura 16), sugerem que sua liberação foi mais relacionada à decomposição da matéria orgânica do que a lixiviação (Swift *et al.*, 1979). Aragão (2000) em seu estudo sugere que a liberação de Mg em folhas de *Metrodorea brevifolia* parece estar estreitamente

associado a perda de massa nos sacos de malha grossa, uma vez que não houve acúmulo e nem acentuada redução do elemento que indicasse perdas por lixiviação. Pires (2000), em seu estudo na Restinga da Ilha do Mel, PR, não encontrou diferenças significativas entre as concentrações iniciais e finais (após 365 dias de decomposição) de Mg no material foliar, e os valores de quantidades remanescentes e tempo de renovação na serapilheira acumulada foram próximos ao obtido para biomassa, sugerindo também que a liberação deste elemento foi mais relacionada à decomposição das folhas. No entanto, os resultados na literatura sobre a liberação do Mg são muito variados, refletindo as diferentes composições químicas dos substratos (Babbar & Ewel, 1989). Cuevas & Medina salientam a pouca mobilidade e uma certa retenção deste elemento, e verificaram que a aderência de raízes finas no material em decomposição acelera a liberação de Mg, sugerindo que o mecanismo de sua liberação é mediado por estas raízes e/ou microorganismos associados. Entretanto, muitas vezes o Mg tem sido amostrado como um elemento facilmente lixiviado (Meguro *et al.*, 1980; Luizão & Schubart, 1987; Rebelo, 1994; Moraes *et al.*, 1995; Villela & Proctor, 2002), possivelmente por ser constituinte da clorofila (Larcher, 2000), e facilmente desprendido.

O Na e o K foram os únicos elementos que, em ambas categorias de moitas, apresentaram uma taxa de perda maior que a biomassa, indicando uma liberação líquida destes elementos e forte influência da lixiviação neste processo, o que é esperado por serem estes elementos facilmente lixiviáveis.

Entretanto, quando comparado com a literatura de outros ecossistemas, em especial com florestas, o K exibiu uma liberação não tão rápida, sendo liberado 64% do K em MCA e 48% em MCS até aos 365 dias do experimento de decomposição (na estação chuvosa). Geralmente, este elemento é descrito como de maior mobilidade e mais facilmente lixiviável (Swift *et al.*, 1981; Diniz & Pagano, 1997; Cuevas & Medina, 1988; Rebelo, 1994; Moraes *et al.*, 1995; Aragão, 2000; Pires, 2000; Rogers, 2002; Villela & Proctor, 2002; Costa *et al.*, 2005; Gama, 2005). No estudo de Aragão (2000) em, uma Mata de Tabuleiro no Norte Fluminense-RJ) o K foi o elemento que apresentou a maior taxa de mineralização, sendo seu conteúdo praticamente todo liberado durante a estação chuvosa, confirmando sua característica de alta mobilidade, frequentemente encontrada em florestas tropicais (Upadhyay e Singh, 1989;

Cornu *et al.*, 1997; Luizão *et al.*, 1998). No estudo de Gama (2005), em um fragmento de Mata Atlântica, aos 74 dias iniciais do experimento (estação chuvosa) de decomposição o percentual remanescente de K foi de 7% no Interior e 8% na Borda, acompanhando a perda de massa. Já nos resultados do estudo de Pires (2000) em restinga na Ilha do Mel-PR, o K apresentou menor velocidade de liberação, do que nos estudos descritos acima, no experimento de decomposição na Restinga da Ilha do Mel, iniciado na estação chuvosa, constatado pelas quantidades remanescentes nos sacos de decomposição (aos 365 dias de decomposição) de 37% e 29% para os tratamentos iniciados em Outubro (início da estação chuvosa) e Fevereiro (auge da estação chuvosa) respectivamente; tais valores encontram-se na faixa dos obtidos no presente estudo para o percentual remanescente de K nas folhas de *Clusia* em MCA (36%), mas são inferiores aos valores de MCS (52%). Pelas características do substrato utilizado no presente estudo, do ambiente da Restinga onde foi inserido o experimento (clima, solo) e dos resultados encontrados para perda de massa, indicando lenta decomposição das folhas de *C. hilariana*, sugere-se que tais resultados de liberação do K sejam esperados. Estes resultados vão de encontro as idéias de Babbar & Ewel (1989) de que a lenta decomposição do material pode ser vantajosa para áreas com limitação de nutrientes, diminuindo os riscos de perda de nutrientes e, dessa forma, retendo-os no ecossistema (Hay e Lacerda, 1984).

Nas duas categorias de moitas (MCA e MCS), a maior liberação de Ca e K se deu até 60 dias (3ª coleta, estação chuvosa, Janeiro/2005), e para Na até 90 dias (4ª coleta, estação chuvosa, Fevereiro/2005), quando provavelmente ocorreu a lixiviação dos nutrientes em sua forma solúvel. O Carbono e o Mg demonstraram oscilações no percentual remanescente ao longo das coletas não apresentando um período definido de maior liberação condizente com a estação chuvosa. Resultados do experimento de decomposição na Mata de Tabuleiros (Aragão, 2000), mostram uma rápida liberação de Ca, K, Mg e C até os 91 dias, sendo esta a última coleta na estação chuvosa, indicando lixiviação dos nutrientes incrementada pela ação da fauna decompositora e possivelmente pelo aumento da flora microbiana neste período. Resultados do estudo de Luizão (1998) em uma floresta pluvial em Maracá demonstram que durante os dois primeiros meses da estação chuvosa, tem-se uma maior

lixiviação dos compostos orgânicos e inorgânicos mais solúveis das folhas de diferentes espécies arbóreas como também atividades biológicas mais intensas. Processo semelhante foi demonstrado por Villela & Proctor (2002), também em Maracá, em seu estudo de decomposição de serapilheira e monodominância de *Peltogyne* comparando três tipos florestais, onde as perdas iniciais foram atribuídas a uma combinação de lixiviação e catabolismo microbiano, seguido por subsequente atividade animal.

6.3.2 MCA X MCS

Apesar das concentrações de todos os nutrientes estudados terem diferido ao longo do experimento, quando compara-se MCA com MCS quanto aos padrões de liberação e acúmulo de nutrientes observa-se diferenças entre as moitas para C e K , tendo sido estes liberados mais rapidamente em MCA que em MCS.

O Na apresentou uma tendência, em relação à sua liberação entre as categorias de moitas, de ser mais liberado em MCS do que em MCA. Em uma caracterização do solo superficial em moitas de *Clusia* adulta e senescente, Silva (2003) encontrou diferenças significativas na concentração de Na, sendo esta maior em MCS, o que a autora atribuiu ao spray marinho. O presente estudo sugere que a maior concentração de Na no solo de MCS parece ser advindo da liberação de Na das folhas de *Clusia*. Tais resultados levantam alguns questionamentos: a fonte de Na em MCS está nas folhas de *C. hilariana* ou no spray marinho? As folhas de *Clusia* na MCS tem mais Na por que advém do spray marinho em virtude de uma maior abertura de copa e conseqüentemente maior penetração do spray?

Comparações realizadas entre áreas de clareira e mata fechada, por Aragão (2000) em Mata de Tabuleiro, concluem que as clareiras ocasionadas pelo corte seletivo de madeira alteram a liberação dos nutrientes nas folhas (Aragão, 2000). Comparações entre interior e borda em um fragmento de Mata Atlântica, na Reserva Biológica União, realizados por Gama (2005), concluem que a liberação dos nutrientes das folhas parece ter sido afetada pelos efeitos de borda, na medida em que esta foi mais acelerada no interior do que na borda do fragmento. Tais padrões de liberação de nutrientes assemelham-se

ao encontrado para C e K onde houve a mais rápida liberação nas moitas mais fechadas (MCA) onde a decomposição das folhas de *C. hilariana* foi mais acelerada. Entretanto, este padrão não foi observado para os demais elementos.

Em geral, a liberação de macronutrientes parece lenta tanto em MCA quanto em MCS. Os elementos Na em ambas as categorias de moitas, C e K apenas em MCA, mostraram uma liberação líquida, mas é interessante observar o processo conservador de nutrientes existente nessas moitas, onde a lenta taxa de decomposição das folhas de *Clusia* é um importante mecanismo de retenção de nutrientes nesse ecossistema (Hay & Lacerda, 1984; Scott *et al.*, 1992).

A liberação dos nutrientes nas moitas de *C. hilariana* na Restinga de Jurubatiba ficou ordenada como Na>K>Ca>C>Mg para MCA e Na>Ca>K>Mg>C para MCS. Isso mostra que o padrão encontrado nas moitas de *C. hilariana* na Restinga de Jurubatiba para 367 dias de experimento de decomposição diferiu entre si e não segue de forma similar a outros ecossistemas. Pires (2000) em seu estudo na restinga da Ilha do Mel encontrou um padrão diferente onde S>K>P>Mg>Ca>N. Aragão (2000) em Mata de Tabuleiro observou a seguinte ordem para a liberação dos macronutrientes: K>Mg>C>N>Ca para ambas as áreas estudadas, seguindo um padrão semelhante reportado por outros autores em ecossistemas como floresta pluvial na Amazônia (Cornu *et al.*, 1997; Luizão *et al.*, 1998) e floresta no Havaí (Scowcroft, 1997).

O acúmulo da camada de serrapilheira (MCA=5,7t ha⁻¹ ano⁻¹, MCS=3,5t ha⁻¹ ano⁻¹; Silva, 2003) aliado à baixa taxa de decomposição encontrada neste estudo e lenta liberação dos macronutrientes, representam grande valor adaptativo para as moitas desse ecossistema, pois, podem minimizar as perdas por lixiviação e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes e água disponíveis momentaneamente, sendo vantajosa para a comunidade (Pires *et al.*, 2006).

7. Conclusão

As moitas de *Clusia* adulta e senescente apresentaram padrão de decomposição foliar e liberação de nutrientes diferentes dos descritos para outros ecossistemas, demonstrando estes processos serem mais lentos no ambiente estudado. Entretanto, assim como na maior parte dos ecossistemas terrestres a decomposição em ambas as categorias de moitas apresentou uma maior perda de massa durante a estação chuvosa.

Os fatores ambientais analisados, principalmente a temperatura do solo, indicaram uma tendência à existência de diferenças microclimáticas entre MCA e MCS que podem afetar a biota microbiana e conseqüentemente gerar uma diferença na velocidade do processo de decomposição entre as categorias de moitas.

As concentrações dos elementos analisados diferiram entre as categorias de moitas ao longo do experimento de decomposição para Ca, K, Mg e Na. O carbono não apresentou diferenças estatísticas entre MCA e MCS.

A hipótese 1 de que o processo de decomposição de folhas de *C. hilariana*, tal como sugerido por Silva (1999) e Zaluar & Scarano (2000) é lento foi confirmada, assim como parte da segunda hipótese que diz respeito a este processo se diferenciar entre as categorias de moitas também foi corroborada constatando que a decomposição de folhas de *C. hilariana* foi mais acelerada em MCA do que em MCS. Os resultados indicaram que a velocidade de decomposição em MCS foi retardada por fatores microclimáticos (ex. temperatura do solo), em decorrência da arquitetura ou senescência, em MCS, e da qualidade das folhas que demonstrou ser menor em MCS.

A liberação de nutrientes das folhas de *C. hilariana* foi lenta, diferindo entre MCA e MCS, para a liberação de C e K que foi maior em MCA do que em MCS. Tal resultado confirma parte da hipótese 2 do trabalho de que a liberação de nutrientes se diferencia entre as categorias de moitas, apenas para C e K.

A decomposição lenta da serapilheira promove um retorno gradual de nutrientes minerais ao solo e minimiza as perdas por lixiviação representando um grande valor adaptativo para o ecossistema permitindo melhor

aproveitamento dos nutrientes. A lenta decomposição e liberação de nutrientes das folhas de *C. hilariana* reforçam a idéia de *C. hilariana* como espécie facilitadora em moitas, uma vez que tal fato contribui para o desenvolvimento da comunidade vegetal sob as condições oligotróficas do solo deste ecossistema, sendo esta mais acentuada no início do processo de formação de moitas (MCA).

Os resultados do presente estudo demonstraram que, entre as categorias de moitas, aquelas com dossel mais fechado (MCA), caracterizadas como adultas, apresentaram taxas de decomposição maiores do que as moitas com dossel aberto (MCS), caracterizadas como senescentes. Estes resultados sugerem que, a diferente arquitetura existente entre essas moitas gera diferenças no microclima observado, alterando fatores edáficos e bióticos essenciais às taxas de decomposição.

8. Perspectivas

Ao final dos três anos de experimento, espera-se elucidar as dúvidas ainda existentes sobre a real influência das diferentes categorias de moitas no processo de decomposição foliar de *C. hilariana* e liberação de nutrientes.

Estudos posteriores devem ser realizados para um melhor entendimento do efeito das categorias de moitas no processo de decomposição e liberação de nutrientes de *C. hilariana*. A determinação do conteúdo de N, lignina, celulose, carboidratos e polifenóis das folhas de *C. hilariana*, favorecerá o entendimento do processo de decomposição nestas moitas. O conhecimento da biologia e ecologia dos organismos do solo das moitas de *C. hilariana*, a partir da determinação da biomassa e densidade microbiana, atividade biológica e a identificação de sua importância no processo de decomposição podem complementar o entendimento dos resultados obtidos no presente estudo.

9. Referências bibliográficas

- Aber, J.D. & Melillo, J.M. (1980) Litter decomposition: measuring relative contributions of organic matter and nitrogen to forest soils. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.58, p.416-421.
- Aber, J.D. & Melillo, J.M. (1991) Origin and decomposition of soil organic matter Terrestrial ecosystems. United States of America: Saunders College Publishing, Cap. 13, p.195-209.
- Aidar, M.P.M. & Joly, C.A. (2003) Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do Araribá (*Centrolobium tomentosum* Guill. Ex Benth. – Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, p.193-202.
- Anderson, J. M. & Swift, M.J. (1983) Decomposition in tropical forests. In: SUTTON, S. L., WHITMORE, T.C., CHADWICK, A. C. (eds.). *Tropical rain forest: ecology and management*. Londres: British Ecological Society. p. 287 - 309. (Publication Special n. 2),
- Arato, H.D., Martins, S.V. & Ferrari, S.H.S. (2003) Produção e Decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, v.27, n.5, p.715-721.
- Allen, S.E. (ed) (1989). *Chemical Analysis of Ecological Materials*. 2nd. edition. *Blackwell Scientific Publications*. Oxford. 368 p.
- Aragão, L.E.O.C. (1997) Decomposição de folhas de *Metrodorea nigra* (Rutaceae) e dinâmica de carbono e nitrogênio em uma Mata de Tabuleiro no Norte Fluminense, submetida ao corte seletivo. Monografia. Centro de Biociências e Biotecnologia. Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- Aragão, L.E.O.C.(2000) Efeito de clareiras ocasionadas pelo corte seletivo na decomposição foliar e no solo de uma mata de tabuleiro no Norte Fluminense, RJ. Dissertação de Mestrado. Centro de biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Laboratório de Ciências Ambientais. Campos dos Goytacazes.
- Araújo, D.S.D.(2000) Análise Florística e Fitogeográfica da Restingas do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Araújo, D.S.D. & Henriques, R.P.B. (1984). Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro. In: *Restingas: origem, estrutura e processos*. CEUFF, Niterói. P. 159-195.
- Araújo, D.S.D, Scarano, F.R., Sá, C.F.C., Kurtz, B.C., Zaluar, H.L.T., Montezuma, R.C.M. & Oliveira, R.C. (1998) "Comunidades Vegetais do Parque Nacional da Restiga de Jurubatiba". In: Esteves, F.A (ed). *Ecologia*

das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé, NUPEM/UFRJ-RJ. 39-62.

Attwill, P.M. (1968) The loss of elements from decomposing litter. *Ecology*, Durham, v.49, n.1, p.142-4, 1968.

Babbar, L.I.; Ewel, J.J.(1989) Descomposición del Follaje en Diversos Ecosistemas Sucesionales Tropicales. *Biotropica* 21(1):20-29.

Backes, A., Prates, F.L. & Viola, M.G. (2005) Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 19(1): 155-160.

Benhard-Reversat, F. (1993) Dynamics of litter and organic matter at the soil-litter interface in fast –growing tree plantations on sandy ferrallitic soils (Congo). *Acta Oecologia*, v.14, n.2, p. 179-95.

Berg, B. (1990) Turnover of nutrients in ecosystems. In: HARRISON, A.F.; INESON, P.; HEAL, O.W., eds. *Nutrient cycling in terrestrial ecosystems*. London, Elsevier Applied Science. p.170-77.

Berg, B. (2000) Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. *Forestry Ecology Management*, v.133, p. 13-22.

Berg, B. & Staff, H. (1980) Decomposition rate and chemical changes of Scots pine needle litter. II. Influence of chemical composition. *Ecol. Bull.*, v.32, p.363-72.

Britez, R.M.; Pires, L.; Marques, R. (1999) Decomposição em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná. 2. Decomposição foliar. Resumos: L CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, Blumenau-SC.

Castanho, C. T. (2005). Fatores determinantes no processo de decomposição em florestas do estado de São Paulo. 112p. Dissertação de Mestrado (Biologia Comparada). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Castanho, C. T. 2006. Fatores determinantes no processo de decomposição em florestas do estado de São Paulo. *Biotaneotropica* Vol 6 N°2.

Castro, J., Zamora, R., Hodar, J.A. *et al.*(2002) Use of shrubs as nurse plants: A new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *RESTOR ECOL* 10 (2): 297-305 JUN

Cepeda-Pizarro, J.G. & Whitford, W.G. (1990) Decomposition patterns of surface leaf litter of six plant species along a Chihuahuan desert watershed. *American Midland Naturalist*, 123: 319-330.

Cerqueira, R. (2000). Biogeografia de Restingas. *In*: Esteves, F.A. & Lacerda, L. D. (eds). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé, RJ, Brasil.

- Charley, J.L.; Richards, B.N. (1983) Nutrient allocation in plant communities: mineral cycling in terrestrial ecosystems. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; ZIEGLER, O.H., eds. *Physiological plant ecology*. New York, Springer-Verlag. v. 14, n.4: Ecosystems processes: mineral cycling, productivity and man's influence, p.5-45. (Encyclopedia of plant physiology, New Series).
- Cianciaruso, M.V., Pires, J.S.R., Delitti, W.B.C. & Silva, E.F.L.P. (2006) Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 20(1): 49-59.
- Costa, A.F. & Dias, I.C.A. (2001). Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, RJ, Brasil: listagem, florística e fitogeografia. Museu Nacional, RJ, pag 55.
- Costa, G.S., Gama-Rodrigues, A.C. & Cunha, G.M. (2005) decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense. *Revista Árvore* v.29, n.4, p. 563-570.
- Cornejo, F. H., Varela A. e Wright S.J. (1994) Tropical forest litter decomposition under seasonal drought: nutrient release, fungi and bacteria. *Oikos*, 70: 183-190.
- Cornu, S., Luizão, F., Rouiller, J. & Lucas, Y. (1997) Comparative study of litter decomposition and mineral element release in two amazonian forest ecosystems: litter bag experiments. *Pedobiologia* 41, 456-471.
- Cuevas, E. & Medina, E. (1988) Nutrient dynamics within Amazonian forests. II. Fine root growth, nutrient availability and leaf litter decomposition. *Oecologia*, v.76, p.222-35.
- Diniz, S. & Pagano, S.N. (1997) Dinâmica de folheto em Floresta Mesófila Semidecídua no município de Araras, SP. I – Produção, decomposição e acúmulo. *Revista do Instituto Florestal* 9(1): 27-36.
- Drezner, T.D., Garrity, C.M. (2003) Saguaro distribution under nurse plants in Arizona's Sonora Desert Directional and microclimate influences. *PROF GEOGR* 55 (4): 505-512 NOV
- Edwards, P.J. (1977) Studies of mineral cycling in a montane rain forest in New Guinea. II The production and disappearance of litter. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 65, p.971-92.
- Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds.) (2000) Restingas Brasileiras: Quinze anos de estudo. In: Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds.) *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ-RJ.
- Esteves, F.A., Scarano, F.R. & Furtado, A. (2002) Restingas e Lagoas Costeiras do Norte Fluminense – Site 5. In: U. Seeliger, C. & F.A.R.Barbosa

- (eds.), *Os sites e o programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração*. FURG, UFMG, Rio Grande, Belo Horizonte, pp. 83-100.
- EMBRAPA.(1979). *Manual de Métodos de Análises de solos*. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro.
- Fialho, R.F., Furtado, A.L.S. (1993). Germination of *Erytroxylum ovalifolium* (Erytroxylaceae) seeds within the terrestrial bromeliad *Neoregelia cruenta*. *Biotropica* 25(3): 359-362.
- Fiderj, 1977. Estudos para o planejamento municipal. Macaé, Rio de Janeiro. V. 8, 76 p.
- Fonte, S. J. & Schowalter, T.D. (2004) Decomposition of Greenfall vs. Senescent Foliage in a Tropical Forest Ecosystem in Puerto Rico. *Biotropica* 36(4): 474-482.
- Franco, A.C. & Nobel, P.S. (1989). Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of ecology* 77: 870-886.
- Freire, M.S.B. (1990). Levantamento Florístico do Parque Estadual das Dunas de Natal, *Acta Botânica Brasílica*. 4: 41-59.
- Fisher, F.M., Zak, J.C., Cunningham, G.L. & Whitford, W.G. (1988) Water and nitrogen effects on growth and allocation patterns of creosotebush in the northern Chihuahuan Desert. *Journal of Range Management*, 41: 387-391.
- Gallardo, A. & Merino, J. (1993) Leaf decomposition in two Mediterranean ecosystems of Southeast Spain: influence substrate quality. *Ecology*, v.74, p.721-727.
- Gama, D.M. (2005) Efeitos de borda sobre o solo, camada de serapilheira e decomposição foliar em um fragmento de Mata Atlântica na Reserva Biológica União, RJ. Tese de Doutorado (Biociências e Biotecnologia). Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ.
- Garay, I. & Silva, B.A.O., 1995. Húmus florestais: síntese e diagnóstico das inter-relações vegetação/solo. *Oecologia Brasiliensis* 1: 19-46.
- Garay, I.; Kindel, A.; Callipo, A.; Barros, M.E.O. & Jesus, R.M., 1995. Formas de húmus em ecossistemas de floresta costeira intertropical. I. Mata Atlântica de Tabuleiros. *Oecologia Brasiliensis* 1: 1-18.
- Garcia, D. & Obeso, J.R. (2003). Facilitation by herbivore-mediated nurse plants in a threatened tree, *Taxus buccata*: local effects and landscape level consistency. *ECOGRAPHY* 26: 739-750, 2003.
- Golley, F. B. (1983) Nutrient cycling and nutrient conservation. In: GOLLEY, F.

- B., ed. Ecosystems of the world – Tropical rain forest ecosystems: structure and function. Amsterdam, Elsevier Science, v. 14 a, p.137-55.
- Golley, F. B. et al. (1978) Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo: E.P.U EDUSP. 256p.
- González, G. & Seastedt, T.R. (2001) Soil fauna and plant litter decomposition in tropical and subalpine forests. *Ecology*, 82 (4): 955-964.
- Gosz, J.R., Likens, G. E. & Bormann, F. H. (1973) Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook forest, New Hampshire. *Ecol. Monogr.*, v.43, p.173-91.
- Hamadi, Z., Steinberger, Y., Kutiel, P., Lavee, H. & Barness, G. (2000) Decomposition of *Avena sterilis* litter under arid conditions. *Journal of Arid Environments* 46: 281-293.
- Hay, J.D., & Lacerda, L.D (1984). Ciclagem de Nutrientes no Ecossistema de Restinga. *In: L.D. Lacerda, D.S.D. Araújo, R. Cerqueira & B. Turq (eds.), Restingas: origem, estrutura, processos.* CEUFF, Niterói.
- Heal, O. W. & Harrison, A. F. (1990) Keynote paper: Turnover of nutrients – A technological challenge. *In: HARRISON, A. F.; INESON, P.; HEAL, O. W., eds. Nutrient cycling in terrestrial ecosystems.* London, Elsevier Applied Science. p. 170-77.
- Henriques, R.P.B.; Araújo, D.S.D; Hay, J.D.(1986) Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica*.9:173-189
- Jenny, H., Gessel, S.P., Bingham, F.T. (1949) Comparative study of decomposition rates of organics matter in temperate and tropical regions. *Soil Science*, v.68, p.419 –32.
- Jordan, C.F. (1985) Nutrient cycling in tropical forest ecosystems Chichester: John Wiley & Sons. 190p.
- Kemp, P.R., Reynolds, J.F., Virginia, R.A. & Whitford, W.G. (2003) Decomposition of leaf and root litter of Chihuahuan desert shrubs: effects of three years of summer drought. *Journal of Arid Environments* 53: 21-39.
- Lacerda,L.D., Araújo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turq, B. (1984). Restingas: origem, estrutura e processos. Centro Editorial da Universidade federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D & Maciel, N.C. (1993). Dry coastal ecosystems of the tropical brazilian. *In: Van der Maarel, E. (ed): Dry Coastal Ecosystems of the World.* Amsterdam, Elsevier. P 477-493.
- Larcher, W (2000) *Ecofisiologia Vegetal.* São Carlos, RiMa.

- Luizão, F.J. (1998) Variações sazonais das atividades biológicas que controlam a decomposição da liteira na floresta da Amazônia central. História Natural e Conservação da Biota Amazônica, 01-06.
- Luizão, F. & SCHUBART, H.O.R. (1987) Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia central. Acta Limnologica Brasilica, v.1, p.575-600.
- Luizão, F.J., Proctor, J., Thompson, J., Luizão, R.C.C., Marrs, R.H. & Viana, V. (1998) Rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil: soil and litter process response to artificial gaps. Forest Ecology and Management, 102: 291-303.
- Maheswaran, J. & Gunatilleke, A.U.N. (1988) Litter decomposition in a lowland rain forest and a deforested area in Sri Lanka. Biotropica, Washington, v.20, n.2, p.90-99.
- Mantuano, D.G., Ramos, J.V.R., Scarano, F.R. & Mattos, E.A. (2002) Spation relations between wood understory and *Clusia hilariana* canopies in sandy coastal plain vegetation in Southeast Brazil.
- Mason, C. F. (1980). Decomposição. Trad. CAMARGO, O. A. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo.
- Medeiros, R.A.; Hay, J.D.(1979) Decomposição do liter foliar em ecossistemas de restinga. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, Resumos. S.1., SBPC, v. 31., n.7, p.416.
- Meguro, M.; Vinueza, G.N.; Delitti, W.B.C. (1980) Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária - São Paulo. III- Decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. Boletim de Botânica - Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 8, p. 7-20.
- Melillo, J. M.; Aber, J. D. & Muratore, J. F. (1982). Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology, 63 (3): 621-626.
- Melillo, J.M. e Aber, J.D. (1984) Nutrient immobilization in decaying litter: an example of carbon-nutrient interactions. In: Cooley, J.H. e Golley, F.B. Trends Ecological Research for the 1980s. Plenum Press, 344p.
- Moretto, A.S. & Distel, R.A. (2003) Decomposition of and nutrients dynamics in leaf litter and roots of *Poa ligularis* and *Stipa gynerioides*. Journal of Arid Enviroments 55: 503-514.
- Moraes, R.M., Struffaldi-De Vuono, Y. & Domingos, M. (1995) Aspectos da decomposição da serapilheira em florestas tropicais preservada e sujeita à poluição atmosférica, no estado de São Paulo, Brasil. Hoehnea 22(1/2): 91-100.

- Oliveira, R.R. (1987) Produção e decomposição de serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 106 p.
- Okeke, A.L. & Omaliko, C.P.E. (1992) Leaf litter decomposition and carbon dioxide evolution of some agroforestry fallow species in southern Nigeria. *For. Ecology Manage.* 50: 103-116.
- Olson, J.S (1963) Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, vol. 4, nº 2.
- Pereira, O.J. & Araújo, D.S.D. (1995). Estrutura da vegetação de entre moitas da Formação aberta de Ericaceae no Parque Estadual de Setiba, ES. *In: Esteves, F.A. (ed.) Estrutura, funcionamento e manejo de ecossistemas brasileiros. Série Oecologia Brasiliensis, vol. IV. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. P.245-257.*
- Pires, L. A. (2000). Aspectos da ciclagem de nutrientes em uma formação de restinga na Ilha do Mel, Paranaguá, PR. 187p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro da Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Pires, L.A., Britez, R.M., Martel, G. & Pagano, S.N. (2006) Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 20 (1): 173-184.
- Pimentel, M.(2002) Variação Espacial na Estrutura de Comunidades Vegetais da Formação Aberta de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Dissertação de Doutorado em Ecologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia. Rio de Janeiro.
- Phillipson, J., putman, R.J., Steel, J. & Woodell, S.R.J. (1975) Litter input, litter decomposition and the evolution of carbon dioxide in a beech woodland-Wytham Woods, Oxford. *Oecologia* 20: 203-217.
- Proctor *et al* (1983). Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. II. Litterfall, litter standing crop and preliminary observations on herbivory. *Journal of Ecology*, Oxford, v.71, p.261-283.
- Radambrasil, 1983. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SF 23/24. Ministério da Minas e Energia, Rio de Janeiro-Vitória, v. 32, 775 p.
- Ramos, J.V.R.(2003) Facilitação ou Competição? O efeito da senescência de *Clusia hilariana* sobre o seu sub-bosque em ilhas de vegetação de restinga. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas (Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia. Rio de Janeiro.
- Rebello, C.F. (1994) Ciclagem de Nutrientes Minerais em Floresta Pluvial Tropical de encosta e em Floresta sobre Restinga na Ilha do Cardoso,

- Cananéia, São Paulo: decomposição da serapilheira. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Ribas, L.A.; Hay, J.D. & Caldas-Soares, J.F., (1993). Moitas de Restinga: Ilhas Ecológicas? *In: Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*, ACIESP, 1993.
- Rizzini, C.T. (1979) Tratado de fitogeografia do Brasil. São Paulo, HUCITEC, 1979. 2v. v.2: Aspectos sociológicos e florísticos.
- Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Alves, M.A.S. & Sluys, M.V. (2003). A Biodiversidade nos Grandes Remanescentes Florestais do Rio de Janeiro e nas Restingas de Mata Atlântica. São Carlos: RiMa, 160 p.
- Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A.; Scarano, F.R.(2004). Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação. São Carlos:RiMa,376 p.
- Rogers, H.M. (2002) Litterfall, decomposition and nutrient release in a lowland tropical rain forest, Morobe Province, Papua New Guinea. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 449-456.
- Rustad, L.E. (1994)Element dynamics along a decay continuum in a red spruce ecosystem in maine, USA. *Ecology*, v.75 (4), p. 867-879.
- Santos, V. D. (1989) Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque estadual Vila Rica do Espírito Santo - Fênix/Pr). 385 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos *apud* Pires, 2000.
- Santos, R.F. & Whitford, W.G. (1981) The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, 62 (3): 654-663.
- Scarano, F.R.; Cirne, P.; Nascimento, M.T.; Sampaio, M.C.; Villela, D.M.; Wendt, T. & Zaluar, H.L.T.; (2004). Ecologia Vegetal: Integrando Ecossistema, Comunidades e Organismos *in: C.F.D. da Rocha, F.A .Esteves & F.R. Scarano (orgs.), Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação*. São Carlos: RiMa, cap. 4, pág 77-97.
- Scarano, F.R. & Esteves, F.A. (2004) Pesquisas Ecológicas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Hipótese Central, Estratégia de Pesquisa e Perspectivas *in: C.F.D. da Rocha, F.A .Esteves & F.R. Scarano (orgs.), Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação*. São Carlos: RiMa, Apresentação, pág. 15 -22.

- Schneider, S.Z. (1985). Anatomia Foliar de *Clusia hilariana* Schlechtendal e *Clusia spiritu-santensis* (Guttiferae), ocorrentes no Estado do espírito Santo. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional/UFRJ. 142p.
- Scott, D.A., Proctor, J & Thompson, J. (1992) Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. II. Litter and nutrient cycling. 80: 705-717.
- Scowcroft, P.G. (1997) Mass and nutrient dynamics of decaying litter from *Passiflora mollissima* and selected native species in a Hawaiian montane rain forest. Journal of Tropical Ecology, 13: 407-426.
- Seasted, T.R. (1984) The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. Annual review of entomology, 29: 25-46.
- Shiels, A.B. (2006) Leaf litter decomposition and substrate chemistry of early successional species on Landslides in Puerto Rico. (2006) Biotropica 38(3): 348-353.
- Silva, A.P., (2003). Solos e produção de serrapilheira em moitas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.
- Silva, B.A.O., (1999) Mosaicos Nutricionais na Interrelação Vegetação/Solos/Termiteiros em um Ecossistema de Restinga – Formação Aberta de Ericácea, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, SP.
- Silva, A.S. (2006) Variação anual da produção de serapilheira em moitas de *Clusia* no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ. Monografia. Centro de Biociências e Biotecnologia. Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ.
- Singh, J.S. & Gupta, S.R. (1977) Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. The Botanical Review, v. 43, n. 4.
- Swift, M. J., Heal, O. W e Anderson, J. M. (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Inglaterra.
- Swift, M.J., Russel-Smith, A; Perfect, T. J. (1981) Decomposition and mineral nutrient dynamics of plant litter in a regenerating buxh-fallow in sub-humid tropical Nigeria. Journal of Ecology, v. 69, p. 981-95, 1981.
- Swift, M.J., Anderson, J.M. Decomposition. In: Lieth, H. & Weger, M.J.A.(1989). Ecosystems of the world 14b. Tropical Rain Forest Ecosystems Elsevier. 713p.

- Upadhyay, V.P. & Singh, J.S. (1989) Patterns of nutrient immobilization and release in decomposing forest litter in central Himalaia, India. *Journal of Ecology*, v.77, p. 127-146.
- Varjabedian, R. & Pagano, S.N. (1998) Produção e decomposição de folheto em um trecho de Mata Atlântica de Encosta no Município do Guarujá, SP. *Acta Botânica* 1 (2): 243-256 supl.
- Villela, D. M. (1995) Nutrient cycling in a monodominance and other rain forests types on Maracá Island, Brazil. Tese de PhD. University of Stirling, Stirling, Escócia. 138 p.
- Villela, D.M., Proctor, J.(2002) Leaf litter decomposition and monodominance in the Peltogyne Forest of Maracá Island, Brazil. *Biotropica* 34(3):334-347.
- Vitousek, M.P. & Sandford Jr, R.L. (1986) Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo alto, v.17, p.137-167.
- Vitousek, M.P., Turner, D.R., Parton, J.W. & Robert, L.(1994) Litter decomposition on the Mauna Loa Environmental Matrix, Havai: patterns, mechanisms and models. *Ecology*, v. 75 (2), p. 418-429.
- Ule, E.(1901). Die vegetation von Cabo Frio na der Kuste von Brasilien. *Eng. Botanische Jahrbucher*. 28: 511-528.
- Wieder, R.K. & Lang, E.E. (1982) A critique of analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, v.63, n.6, p.1636-42.
- Witkamp, M. & Ausmus, B.S. (1976) Processes in decomposition and nutrient transfer in forest systems. In: Anderson, J.M., Macfadyen, A., eds. *The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes*. Oxford, Blackwell, 1976. p.375-395.
- Zaluar, H.L.T.(1997) Espécies Focais e a Formação de Moitas na restinga aberta de *Clusia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ.
- Zaluar,H.L.T. & Scarano, F.B. (2000). Facilitação em Restingas de Moitas: Um século de buscas por espécies focais. *In: Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds.)*. *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ. RJ, 03-23.

Zar, J.H. (1984) Biostatistical analyses. Second edition. Prentice-Hall Internacional, New Jersey, USA.

Zheng, Z., Shanmughavel, P., Min Cao, L.S. & Warren, M. (2006) Litter decomposition and nutrient release in Tropical Seasonal Rain Forest of Xishuangbanna, Southwest China. *Biotropica* 38(3): 342-347.

10. Anexos

Anexo nº 1- Valores de temperatura do ar (°C) para cada categoria de moita (MCA=6; MCS=6) da área aberta de moita de *Clusia* do PARNA Jurubatiba durante o experimento de decomposição. Média, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.).

Temperatura do Ar							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCA 1	37,6	33,7	35,3	25	33,3	25	37,7
MCA 2	41,4	34,4	36	23,8	33,3	23,8	36,1
MCA 3	43,6	36	34,7	23,9	37,6	23,9	39,1
MCA 4	42,3	33,9	34,2	25,3	33,3	25,3	39,1
MCA 5	44	33,3	35,7	25,1	35	25,1	43,5
MCA 6	41,7	32,2	35	25,7	33,4	25,7	40,5
Média	41,8	33,9	35,2	24,8	34,3	24,8	39,3
D.P.	2,3	1,3	0,7	0,8	1,7	0,8	2,5
C.V.							
(%)	5,5	3,7	1,9	3,1	5,1	3,1	6,4
Temperatura do Ar							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCS 7	38,1	35	35,6	26,5	33,3	26,5	37
MCS 8	42,6	34,6	36,2	24,6	34,8	24,6	36,3
MCS 9	43,5	34,2	34,9	25,8	38,4	25,8	41,1
MCS 10	47,3	33,4	35,7	23,8	41,2	23,8	40,7
MCS 11	42,2	32,1	34,8	26,2	39,5	26,2	40,2
MCS 12	42,8	32,4	36,9	25,2	37,7	25,2	41,4
Média	42,8	33,6	35,7	25,4	37,5	25,4	39,5
D.P.	2,9	1,2	0,8	1,0	2,9	1,0	2,2
C.V.							
(%)	6,9	3,5	2,2	4,0	7,9	4,0	5,6

Anexo nº 2- Valores de umidade do ar (%) para cada categoria de moita (MCA=6; MCS=6) da área aberta de moita de *Clusia* do PARNA Jurubatiba durante o experimento de decomposição. Média, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.).

Umidade do Ar							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCA 1	54	54	47	89	40	89	40
MCA 2	45	51	49	87	40	87	39
MCA 3	41	46	51	96	23	96	30
MCA 4	44	53	49	93	34	93	29
MCA 5	34	55	47	97	24	97	19
MCA 6	37	57	50	99	27	99	23
Média	43	53	49	94	31	94	30
D.P.	7	4	2	5	8	5	8
C.V. (%)	16	7	3	5	25	5	28

Umidade do Ar							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCS 7	52	52	43	89	46	89	45
MCS 8	44	51	49	96	34	96	37
MCS 9	36	55	52	98	23	98	24
MCS 10	38	51	50	89	24	89	26
MCS 11	41	60	48	98	24	98	29
MCS 12	32	58	43	98	22	98	25
Média	41	55	48	95	29	95	31
D.P.	7	4	4	4	9	4	8
C.V. (%)	17	7	8	5	33	5	27

Anexo nº 3 - Valores de temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$) para cada categoria de moita (MCA=6; MCS=6) da área aberta de moita de *Clusia* do PARNA Jurubatiba durante o experimento de decomposição. Média, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.).

Temperatura do Solo							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCA 1	29	30	27	21	24	21	30
MCA 2	29	30	26	21	24	24	30
MCA 3	29	29	28	21	29	22	29
MCA 4	30	30	26	21	24	21	24
MCA 5	35	30	26	21	27	21	29
MCA 6	32	29	27	21	27	23	28
Média	31	30	27	21	26	22	28
D.P.	2	1	1	0	2	1	2
C.V. (%)	8	2	3	0	8	6	8

Temperatura do Solo							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCS 7	31	35	27	21	23	24	30
MCS 8	29	28	28	21	26	22	29
MCS 9	30	31	31	21	33	24	30
MCS 10	40	34	28	21	26	23	31
MCS 11	35	30	29	21	29	23	32
MCS 12	36	36	29	21	29	23	32
Média	34	32	29	21	28	23	31
D.P.	4	3	1	0	3	1	1
C.V. (%)	13	10	5	0	12	3	4

Anexo nº 4 - Valores do percentual de umidade do solo (%) para cada categoria de moita (MCA=6; MCS=6) da área aberta de moita de *Clusia* do PARNA Jurubatiba durante o experimento de decomposição. Média, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.). Para cada moita o percentual de umidade do solo foi estimado para a profundidade de 0-10cm.

Umidade do Solo							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCA 1	3,7	2,9	4,0	2,3	3,4	-0,4	0,8
MCA 2	8,0	8,3	4,7	1,9	2,9	7,0	2,8
MCA 3	2,1	6,8	4,7	2,4	4,3	6,1	6,2
MCA 4	4,3	11,0	12,0	9,1	5,6	22,8	7,3
MCA 5	4,8	2,4	1,9	3,9	2,0	3,8	1,3
MCA 6	20,1	1,3	11,4	3,8	9,8	11,3	10,4
Média	7,2	5,5	6,5	3,9	4,7	8,4	4,8
D.P.	6,6	3,8	4,2	2,7	2,8	8,0	3,8
C.V.							
(%)	92,5	70,3	64,9	68,9	60,4	94,9	79,2
Umidade do Solo							
	21/1/2005	21/2/2005	28/3/2005	23/5/2005	3/8/2005	23/9/2005	30/11/2005
MCS 7	5,8	5,5	4,3	8,1	2,8	2,3	1,9
MCS 8	2,9	7,7	3,0	2,1	5,2	7,7	3,4
MCS 9	3,6	3,7	4,5	2,3	4,4	6,7	5,2
MCS 10	6,1	8,4	3,5	3,3	5,5	9,4	2,1
MCS 11	5,2	3,5	4,3	4,5	4,1	4,7	0,5
MCS 12	11,5	2,4	5,6	8,2	2,0	9,3	12,8
Média	5,9	5,2	4,2	4,8	4,0	6,7	4,3
D.P.	3,0	2,4	0,9	2,8	1,4	2,8	4,4
C.V.							
(%)	51,8	46,9	21,8	58,7	33,9	41,7	103,2

Anexo nº 5 - Tabelas com os resultados das análises estatísticas (teste t) utilizadas na comparação dos dados de temperatura do ar, umidade do ar, umidade do solo e temperatura do solo, entre as categorias de moitas (MCA e MCS).

Temperatura do Ar

Grouping: CATEGORI (temperaturadoar.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean G_1:1	Mean G_2:2	t-value	Df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs	
C3	41,76667	42,75	-0,64676	10	0,53235	6	6	2,28619	2,939898	1,653635	0,594408	
C4	33,91667	33,61667	0,424311	10	0,680322	6	6	1,26082	1,187294	1,12769	0,898302	
C5	35,15	35,68333	-1,2661	10	0,234177	6	6	0,659545	0,793515	1,44751	0,694759	
C6	24,8	25,35	-1,04976	10	0,318534	6	6	0,774597	1,02323	1,745	0,556033	chuva
C7	34,31667	37,48333	-2,26467	10	0,046995	6	6	1,74289	2,948502	2,861955	0,273226	
C8	24,8	25,35	-1,04976	10	0,318534	6	6	0,774597	1,02323	1,745	0,556033	chuva
C9	39,33333	39,45	-0,08499	10	0,933946	6	6	2,527977	2,21698	1,300237	0,780297	
M Anual	33,44048	34,24048										

Umidade do Ar

Grouping: CATEGORI (umidadedoar.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean G_1:1	Mean G_2:2	t-value	Df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs	
C3	42,5	40,5	0,495377	10	0,631038	6	6	7,007139	6,978539	1,008214	0,993057	
C4	52,66667	54,5	-0,82869	10	0,426619	6	6	3,829708	3,834058	1,002273	0,998073	
C5	48,83333	47,5	0,804844	10	0,439626	6	6	1,602082	3,72827	5,415584	0,087352	
C6	93,5	94,66667	-0,44009	10	0,669234	6	6	4,722288	4,457204	1,122483	0,902196	chuva
C7	31,33333	28,83333	0,500612	10	0,627478	6	6	7,737355	9,474527	1,499443	0,667504	
C8	93,5	94,66667	-0,44009	10	0,669234	6	6	4,722288	4,457204	1,122483	0,902196	chuva
C9	30	31	-0,20732	10	0,839924	6	6	8,390471	8,318654	1,017341	0,985408	
M Anual	56,04762	55,95238										

Umidade do Solo

Grouping: CATEGORI (umidadedosolo.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean G_1:1	Mean G_2:2	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs	
C3	7,170934	5,861495	0,439542	10	0,669615	6	6	6,63517	3,037209	4,772597	0,111388	
C4	5,455286	5,182553	0,147127	10	0,885956	6	6	3,836512	2,428799	2,495113	0,338369	
C5	6,452531	4,195313	1,290719	10	0,225843	6	6	4,184993	0,914222	20,95492	0,004578	
C6	3,881988	4,754684	-0,55316	10	0,592305	6	6	2,673719	2,790215	1,08904	0,927708	chuva
C7	4,655523	3,990638	0,521721	10	0,613224	6	6	2,812396	1,354667	4,310106	0,134744	
C8	8,437583	6,697026	0,502568	10	0,62615	6	6	8,009535	2,795583	8,208612	0,037415	chuva
C9	4,786796	4,307451	0,201036	10	0,8447	6	6	3,789143	4,444516	1,375837	0,734794	
M Anual	5,834377	4,998451										

Temperatura do Solo

Grouping: CATEGORI (temperaturasolo.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean G_1:1	Mean G_2:2	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs	
C3	30,66667	33,5	-1,4236	10	0,185005	6	6	2,42212	4,230839	3,051136	0,246255	
C4	29,66667	32,33333	-2,05196	10	0,067288	6	6	0,516398	3,141125	37	0,001186	
C5	26,66667	28,66667	-3,07794	10	0,011682	6	6	0,816497	1,36626	2,8	0,282942	
C6	21	21		10		6	6	0	0			chuva
C7	25,83333	27,66667	-1,10778	10	0,293889	6	6	2,136976	3,444803	2,59854	0,318019	
C8	22	23,16667	-1,94145	10	0,080886	6	6	1,264911	0,752773	2,823529	0,279197	chuva
C9	28,33333	30,66667	-2,23607	10	0,049332	6	6	2,250926	1,21106	3,454545	0,199844	
M Anual	26,30952	28,14286										

Anexo nº 6 - Médias e desvio padrão do percentual de massa remanescente em MCA (n=6) e MCS (n=6) nos intervalos de tempo. Letras diferentes representam diferenças significativas entre as categorias de moitas (ANOVA, nested desing, $p < 0,05$).

% material remanescente						
MCA	Média	D.P.	MCS	Média	D.P.	Dias
T0	100	0	T0	100	0	0
T1	94,2	1,0	T1	94,2	1,0	15 dias
T2	89,9	0,3	T2	89,8	1,2	30 dias
T3	87,4	0,9	T3	86,9	1,4	60 dias
T4	84,2	1,1	T4	85,9	1,8	90 dias
T5	80,5 ^a	2,9	T5	84,8 ^b	1,0	120 dias
T6	81,5 ^a	1,0	T6	83,6 ^b	2,0	180 dias
T7	75,0 ^a	1,7	T7	80,0 ^b	1,3	250 dias
T8	73,6 ^a	1,7	T8	78,2 ^b	3,5	300 dias
T9	69,1 ^a	2,8	T9	74,2 ^b	1,6	367 dias

Anexo nº 7 - Valores médios, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.) do percentual de material remanescente de folhas de *C. hilariana* utilizadas em experimento de decomposição em MCA e MCS no PARNA Jurubatiba, RJ.

Dias	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas									
MCA 1	93,3	89,6	88,0	84,6	75,7	82,1	76,6	74,9	71,8
MCA 2	93,8	89,8	86,3	82,5	80,1	80,3	75,4	75,6	68,5
MCA 3	95,6	90,5	88,0	85,1	83,8	82,2	73,9	74,8	73,0
MCA 4	95,5	89,7	86,4	85,2	80,0	81,3	72,5	71,4	67,7
MCA 5	93,4	89,6	87,9	83,3	83,3	80,5	74,4	72,5	65,3
MCA 6	93,8	89,9	88,0	84,1	80,5	82,8	76,8	72,4	68,1
Média	94,2	89,9	87,4	84,2	80,5	81,5	75,0	73,6	69,1
DP	1,0	0,3	0,9	1,1	2,9	1,0	1,7	1,7	2,8
CV	1,1	0,4	1,0	1,3	3,6	1,2	2,2	2,3	4,1

Dias	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas									
MCS 7	93,0	90,3	87,9	85,9	85,9	82,7	78,5	73,6	75,7
MCS 8	94,6	90,6	86,1	87,5	83,3	84,9	79,8	81,7	72,8
MCS 9	95,7	89,4	87,3	85,4	85,4	80,4	80,3	75,6	73,2
MCS 10	94,1	90,8	86,8	87,9	85,3	85,4	82,0	80,6	72,7
MCS 11	94,6	90,4	88,5	82,9	84,8	85,5	80,7	81,4	76,4
MCS 12	93,2	87,5	84,6	85,6	83,9	82,9	78,5	76,2	74,2
Média	94,2	89,8	86,9	85,9	84,8	83,6	80,0	78,2	74,2
DP	1,0	1,2	1,4	1,8	1,0	2,0	1,3	3,5	1,6
CV	1,1	1,4	1,6	2,1	1,2	2,4	1,7	4,4	2,1

Anexo nº 8 - Tabelas com os resultados das análises estatísticas, *repeated*, teste de Tukey, *nested desing*, utilizadas na comparação dos dados de percentual de massa remanescente, concentração dos nutrientes e percentual remanescente dos nutrientes nas folhas de *C. hilariana* no PARNA Jurubatiba.

Repeated Measures (Three-Way ANOVA)

REPEATED
Summary of all Effects; design: (%remplanilhacorreta.sta)
1-CATEGORI, 2-MOITAS, 3-TEMPO

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	391,825	5	39,15429	10,0072	0,024999
2	5	8,642	24	35,57156	0,243	0,939286
3	8	1841,439	40	8,14906	225,9696	0
12	5	39,154	24	35,57156	1,1007	0,385875
13	8	51,756	40	7,12542	7,2636	0,000007
23	40	8,149	192	14,4527	0,5638	0,983287
123	40	7,125	192	14,4527	0,493	0,995303

Teste de Tukey

Tukey HSD test; variable Var.1
(%remplanilhacorreta.sta)
Probabilities for Post Hoc Tests
MAIN EFFECT: CATEGORI

			{1}	{2}
			81,96602	84,16541
MCA	{1}	0,003022
MCS	{2}	0,003022

Nested desing (Two-Way ANOVA)

Summary of all Effects; design:
(%remplanilhacorreta.sta) **C9**
1-CATEGORI, 2-MOITAS

	df	MS	df	MS	F	p-level
Effect	Effect	Error	Error			
1	1	234,9675	10	15,71389	14,95285	0,003125
2	10	15,7139	24	42,20212	0,37235	0,946865
12						

Anexo nº 9 - Valores de percentual de massa remanescente obtidos dos sacos de decomposição retirados das moitas adultas e senescentes nos nove intervalos de coletas.

Categoria	Moitas	15 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	180 dias	250 dias	300 dias	367 dias
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
MCA	1	93,2	92,1	84,3	80,7	85,8	85,9	81,4	73,0	72,4
MCA	1	94,1	88,8	90,9	87,4	65,6	80,5	71,7	74,5	69,7
MCA	1	92,6	88,1	88,9	85,8	100,3	79,8	76,8	77,3	73,3
MCA	2	92,7	88,5	88,0	85,4	84,4	84,8	76,0	75,1	66,5
MCA	2	93,2	88,7	86,0	78,1	81,4	77,3	74,2	75,1	68,9
MCA	2	95,5	92,1	84,9	84,1	74,4	78,9	76,0	76,7	70,0
MCA	3	93,7	89,5	104,5	83,2	86,1	74,0	72,2	70,1	67,3
MCA	3	95,3	92,3	87,9	94,2	84,3	87,5	78,0	80,0	79,2
MCA	3	97,8	89,5	88,2	78,0	81,0	85,0	71,6	74,4	72,4
MCA	4	95,3	88,6	88,1	86,8	78,1	84,2	79,6	74,1	72,4
MCA	4	94,5	90,5	85,6	85,1	84,2	79,4	67,5	72,5	61,2
MCA	4	96,6	90,0	85,4	83,7	77,6	80,1	70,4	67,6	69,5
MCA	5	92,9	88,9	88,6	82,5	83,1	79,5	76,8	73,3	66,3
MCA	5	93,4	91,5	89,1	84,3	86,2	80,7	83,5	79,1	75,6
MCA	5	93,8	88,4	86,1	83,2	80,5	81,3	63,0	65,2	54,0
MCA	6	94,5	90,6	87,3	82,8	86,4	86,6	79,1	72,4	74,4
MCA	6	92,4	90,0	89,4	85,2	76,0	80,2	75,7	66,4	54,5
MCA	6	94,6	89,3	87,4	84,3	79,0	81,6	75,7	78,6	75,3
Média		94,2	89,9	88,4	84,2	81,9	81,5	75,0	73,6	69,1
D.P.		1,5	1,4	4,4	3,6	7,0	3,5	5,0	4,2	6,8
C.V.		1,6	1,5	5,0	4,3	8,5	4,3	6,6	5,7	9,8

Continuação Anexo nº 9

		15 dias	30 dias	60 dias	90 dias	120 dias	180 dias	250 dias	300 dias	367 dias
MCS	1	93,1	92,2	87,3	88,9	88,0	80,7	80,2	71,9	78,0
MCS	1	94,0	91,0	87,6	82,2	85,0	82,5	75,2	75,4	68,8
MCS	1	92,1	87,6	88,8	86,6	84,7	84,9	80,2	73,5	80,3
MCS	2	95,5	89,9	85,0	84,8	83,0	83,4	78,2	84,9	68,2
MCS	2	94,1	91,6	87,3	89,2	85,8	85,6	84,3	80,3	76,8
MCS	2	94,0	90,2	86,1	88,4	81,3	85,9	76,8	79,8	73,6
MCS	3	96,2	89,1	86,7	84,2	86,2	80,4	82,7	80,1	78,5
MCS	3	96,8	89,9	91,0	87,0	87,2	77,5	82,2	81,0	68,4
MCS	3	94,2	89,2	84,3	85,0	82,9	83,5	76,2	65,5	72,6
MCS	4	93,2	90,0	87,3	86,8	87,5	86,0	83,4	79,2	74,7
MCS	4	94,1	90,7	86,4	88,9	82,6	85,8	80,3	78,7	69,9
MCS	4	95,0	91,9	86,8	88,0	85,9	84,5	82,2	83,7	73,4
MCS	5	94,5	92,2	87,8	80,4	84,0	85,6	80,5	84,4	70,3
MCS	5	94,2	89,4	88,8	86,7	84,3	85,5	80,5	79,2	79,9
MCS	5	95,2	89,7	88,8	81,5	86,1	85,3	81,2	80,5	78,9
MCS	6	91,9	86,8	84,3	84,7	83,2	81,2	74,6	76,8	65,5
MCS	6	94,5	88,3	84,9	85,2	85,0	81,4	78,0	74,6	78,0
MCS	6	93,2	87,5	84,6	87,0	83,4	86,1	82,9	77,2	79,2
Média		94,2	89,8	86,9	85,9	84,8	83,6	80,0	78,2	74,2
D.P.		1,3	1,6	1,8	2,6	1,9	2,5	2,9	4,8	4,8
C.V.		1,4	1,8	2,1	3,0	2,2	3,0	3,6	6,1	6,4

Anexo nº 10 – Precisão analítica das digestões de Ca, K, Mg e Na das folhas de *C. hilariana* do PARNA Jurubatiba. Valores de desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.) das duplicatas.

Réplicas	Ca		K		Mg		Na	
	D.P.	C.V	D.P.	C.V	D.P.	C.V	D.P.	C.V
1	0,01	0,04	0,003	0,48	0,001	0,04	0,001	0,04
2	0,59	7,83	0,002	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,17	18,65	0,05	3,28	0,10	4,24	0,14	3,63
4	1,14	10,14	0,01	1,58	0,21	6,66	0,09	4,41
5	0,01	0,07	0,02	2,13	0,11	5,06	0,08	3,14
6	0,02	0,21	0,03	4,68	0,12	4,42	0,08	6,66
7	0,53	5,72	0,01	1,76	0,11	4,39	0,01	0,18
8	1,67	17,69	0,02	4,63	0,001	0,04	0,27	15,96
9	0,01	0,11	0,02	1,25	0,20	6,32	0,13	7,45
10	0,56	7,95	0,001	0,08	0,05	2,31	0,17	5,51
11	0,01	0,11	0,01	1,92	0,05	2,10	0,17	6,39
12	0,01	0,11	0,003	0,40	0,04	1,80	0,04	4,23
13	0,01	0,07	0,001	0,08	0,04	1,79	0,04	8,62
14	1,63	27,71	0,01	1,32	0,19	8,79	1,20	63,55
15	0,05	0,48	0,001	0,04	0,01	0,48	0,12	11,12
16	0,01	0,14	0,02	3,41	0,14	5,84	0,09	4,21
17	1,00	11,77	0,02	0,69	0,22	6,30	0,03	2,28
18	0,55	6,81	0,01	1,46	0,06	1,90	1,23	39,36
19	0,51	6,91	0,01	1,68	0,49	20,11	0,20	11,03
20	1,03	9,68	0,01	3,15	0,19	5,96	0,07	7,52
21	0,01	0,10	0,08	3,67	0,05	2,19	0,04	2,84
22	0,04	0,51	0,02	1,80	0,05	2,11	0,07	6,07
23	0,51	6,40	0,002	0,45	0,02	1,19	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,01	1,26	0,12	4,82	0,24	11,95
25	0,03	0,35	0,07	3,58	0,04	1,85	0,03	1,64
26	0,82	9,94	0,01	1,09	0,04	2,48	0,04	3,36
27	0,00	0,00	0,003	0,51	0,05	2,60	0,13	15,04
28	0,00	0,00	0,06	7,75	0,00	0,00	0,00	0,00
29	1,72	15,29	0,02	2,64	0,04	1,77	0,46	19,31
30	0,01	0,07	0,03	3,27	0,04	2,29	0,09	8,61
31	0,03	0,24	0,01	3,33	0,01	0,24	0,08	8,30
32	0,00	0,07	0,02	1,57	0,04	2,67	0,18	7,99
33	0,42	6,36	0,004	0,74	0,09	5,51	0,00	0,00
34	0,41	5,18	0,004	0,95	0,09	3,36	0,09	12,83
35	0,00	0,00	0,01	1,72	0,00	0,00	0,09	9,61
36	0,82	8,68	0,05	3,28	0,04	1,82	0,09	51,86
37	0,40	5,46	0,004	0,47	0,01	0,38	0,14	9,72
38	0,85	10,45	0,01	1,32	0,05	2,74	0,09	15,30
39	0,01	0,14	0,01	1,68	0,04	1,67	0,001	0,14
40	0,40	6,05	0,001	0,08	0,18	8,92	0,09	43,92
41	0,44	6,53	0,02	1,57	0,05	1,74	0,18	10,62

Anexo nº 11 – Exatidão do método de digestão utilizado (% de recuperação) em relação a amostra de referência utilizada (folhas de *C. hilariana* do estudo de Silva, 2003, advindas das mesmas moitas do PARNA Jurubatiba utilizadas para o presente estudo) para os elementos Ca, K, Mg e Na. A tabela mostra a média, desvio padrão (D.P.) e coeficiente de variação (C.V.) dos valores encontrados (n=13).

	Ca (mg/g)		K (mg/g)		Mg (mg/g)		Na (mg/g)	
	Encontrado	Esperado	Encontrado	Esperado	Encontrado	Esperado	Encontrado	Esperado
Média	8,74	11,4	4,02	0,47	2,57	3,4	5,27	5,32
D.P.	1,71				0,33		0,47	
C.V.(%)	19,61				12,88		8,99	
Recuperação (%)	76,66%				75,65%		99,06%	

Anexo nº 12 – Valores médios, desvio padrão (D.P.), coeficiente de variação (C.V.) (n=6) da concentração (mg/g) de Ca, K, Mg e Na nas folhas de C. hilariana em decomposição em MCA e em MCS no PARNA Jurubatiba.

Ca (mg/g)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	12,46	13,61	7,95	8,77	11,03	10,62	7,79	9,70	11,21	9,20
MCA 2	12,46	14,66	10,18	8,23	10,51	9,09	8,40	8,63	13,16	8,54
MCA 3	12,46	14,67	9,06	8,50	8,99	10,45	9,12	10,33	12,24	9,60
MCA 4	12,46	7,67	9,33	8,24	9,18	9,20	8,23	9,32	12,12	9,40
MCA 5	12,46	11,10	9,62	9,25	8,73	7,99	9,46	10,62	11,75	8,58
MCA 6	12,46	7,68	8,06	10,00	8,55	8,49	9,41	9,58	10,65	9,59
Média	12,46	11,56	9,03	8,83	9,50	9,30	8,73	9,70	11,85	9,15
D.P.		3,28	0,88	0,69	1,02	1,05	0,69	0,71	0,87	0,48
C.V. (%)		28,39	9,74	7,81	10,74	11,25	7,93	7,34	7,36	5,25

Ca (mg/g)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	11,31	8,78	8,59	10,24	8,76	8,05	8,70	9,67	10,52	7,86
MCS 8	11,31	10,64	8,58	10,26	8,80	6,71	9,38	9,49	8,99	7,58
MCS 9	11,31	10,21	8,10	6,40	8,55	7,16	9,31	10,16	7,09	8,36
MCS 10	11,31	7,70	7,57	10,53	8,25	6,38	8,86	8,49	8,30	8,20
MCS 11	11,31	6,55	7,58	10,25	9,25	6,66	8,35	10,33	6,33	6,57
MCS 12	11,31	9,90	9,09	10,26	10,77	7,95	8,82	10,23	8,70	7,55
Média	11,31	8,97	8,25	9,66	9,06	7,15	8,90	9,73	8,32	7,69
D.P.		1,59	0,61	1,60	0,90	0,70	0,39	0,69	1,48	0,63
C.V. (%)		17,77	7,43	16,54	9,91	9,84	4,36	7,12	17,75	8,26

K (mg/g)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	1,35	0,99	1,03	0,58	0,51	0,73	0,93	0,84	0,82	0,53
MCA 2	1,35	1,00	1,09	0,70	0,70	1,05	0,99	0,74	0,90	0,78
MCA 3	1,35	0,90	1,44	0,39	0,99	0,76	0,77	0,68	0,55	0,58
MCA 4	1,35	1,04	0,99	0,47	0,67	0,76	0,54	0,75	0,66	0,57
MCA 5	1,35	0,81	1,11	0,93	0,52	1,15	0,92	0,69	0,65	0,83
MCA 6	1,35	1,18	1,18	0,77	0,88	0,57	0,54	0,42	0,72	0,58
Média	1,35	0,99	1,14	0,64	0,71	0,84	0,78	0,69	0,72	0,65
D.P.		0,13	0,16	0,20	0,19	0,22	0,20	0,14	0,13	0,13
C.V. (%)		12,74	14,14	31,58	26,80	26,15	25,65	20,62	17,70	19,48

K (mg/g)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	0,96	0,68	0,63	0,63	0,53	1,76	1,17	0,58	0,68	0,77
MCS 8	0,96	0,96	1,14	0,58	0,66	1,94	0,71	0,65	0,77	0,58
MCS 9	0,96	1,41	0,66	1,63	1,28	1,48	1,23	1,13	0,84	1,11
MCS 10	0,96	0,63	0,65	0,79	0,90	1,13	0,56	0,60	0,61	0,46
MCS 11	0,96	1,07	0,79	1,09	0,80	1,37	1,21	0,87	0,82	0,42
MCS 12	0,96	1,60	0,76	2,02	1,81	2,54	1,78	1,32	1,68	1,16
Média	0,96	1,06	0,77	1,12	1,00	1,70	1,11	0,86	0,90	0,75
D.P.		0,39	0,19	0,59	0,47	0,50	0,43	0,31	0,39	0,32
C.V. (%)		36,57	24,72	52,06	47,63	29,22	39,14	35,73	43,49	43,10

Continuação Anexo nº 12

Dias	Mg (mg/g)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	2,77	2,34	2,83	2,63	2,67	2,96	2,71	2,17	2,29	2,45
MCA 2	2,77	2,49	2,97	2,80	2,64	2,84	2,91	2,69	2,58	3,03
MCA 3	2,77	2,43	3,48	2,60	2,93	3,32	2,84	2,06	2,52	2,41
MCA 4	2,77	2,94	3,14	2,99	2,87	3,22	2,85	2,11	2,50	2,63
MCA 5	2,77	2,18	2,89	2,76	2,95	2,92	2,69	2,56	2,67	2,84
MCA 6	2,77	2,63	2,73	2,96	2,74	2,97	2,90	2,29	2,61	2,60
Média	2,77	2,50	3,01	2,79	2,80	3,04	2,82	2,31	2,53	2,66
D.P.		0,26	0,27	0,16	0,13	0,19	0,09	0,26	0,13	0,24
C.V. (%)		10,49	8,98	5,86	4,78	6,14	3,29	11,11	5,16	8,90

Dias	Mg (mg/g)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	2,14	1,81	2,32	2,32	2,75	2,52	2,67	1,68	2,05	1,87
MCS 8	2,14	1,93	2,35	2,55	2,33	2,47	2,32	1,71	1,79	2,42
MCS 9	2,14	2,11	2,09	2,14	2,22	2,58	2,38	2,10	1,59	1,74
MCS 10	2,14	1,89	1,60	2,10	2,28	2,47	1,91	1,58	1,61	1,68
MCS 11	2,14	2,22	1,68	2,34	2,17	2,66	2,21	1,56	1,63	2,05
MCS 12	2,14	2,36	2,40	3,88	3,61	3,41	2,66	2,52	3,02	3,47
Média	2,14	2,05	2,07	2,56	2,56	2,68	2,36	1,86	1,95	2,20
D.P.		0,21	0,35	0,67	0,55	0,36	0,29	0,38	0,55	0,68
C.V. (%)		10,28	17,04	26,17	21,68	13,43	12,29	20,40	28,40	30,67

Dias	Na (mg/g)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	3,36	2,75	2,00	1,98	1,70	1,21	2,05	1,31	1,00	0,80
MCA 2	3,36	2,53	1,96	2,04	0,83	2,44	1,14	0,80	1,01	1,01
MCA 3	3,36	2,38	1,96	1,15	1,38	1,51	1,43	1,20	0,73	0,63
MCA 4	3,36	3,54	2,07	1,88	0,59	1,96	1,18	1,74	1,52	0,76
MCA 5	3,36	1,91	1,40	1,96	1,35	1,27	1,66	1,46	1,53	1,29
MCA 6	3,36	2,98	2,52	2,04	0,83	1,45	0,85	0,86	1,26	0,61
Média	3,36	2,68	1,99	1,84	1,11	1,64	1,38	1,23	1,18	0,85
D.P.		0,56	0,36	0,34	0,42	0,47	0,43	0,36	0,32	0,26
C.V. (%)		20,80	18,02	18,60	38,13	28,69	30,87	29,18	27,23	30,72

Dias	Na (mg/g)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	4,35	3,10	2,65	2,04	0,81	2,30	1,84	1,19	0,95	0,98
MCS 8	4,35	2,87	3,18	1,62	1,11	2,65	1,47	1,08	1,30	0,53
MCS 9	4,35	3,10	1,64	3,09	1,54	2,12	2,29	1,66	1,55	0,75
MCS 10	4,35	1,66	2,43	2,16	1,67	2,16	1,14	1,20	1,13	0,23
MCS 11	4,35	3,63	2,61	2,93	1,03	2,89	1,65	1,94	2,29	0,64
MCS 12	4,35	4,45	2,88	3,18	1,55	3,57	2,34	1,96	2,01	1,64
Média	4,35	3,14	2,57	2,50	1,29	2,62	1,79	1,50	1,54	0,79
D.P.		0,92	0,52	0,65	0,52	0,56	0,47	0,40	0,52	0,48
C.V. (%)		29,33	20,26	25,83	40,43	21,25	26,11	26,37	33,71	61,05

Continuação Anexo nº 12

Dias	C (%)						
	0	30	90	180	250	300	367
Moitas							
MCA 1	46,27	43,4	46,18	47,36	46,57	41,04	39,95
MCA 2	46,27	40,77	48,43	47,78	47,22	42,95	40,36
MCA 3	46,27	46,07	43,12	37,61	44,29	43,98	37,64
MCA 4	46,27	46,55	40,71	51,82	31,60	41,44	43,01
MCA 5	46,27	46,52	47,37	47,24	44,37	43,33	39,99
MCA 6	46,27	45,23	38,42	46,10	45,48	44,34	37,65
Média	46,27	44,76	44,04	46,32	43,26	42,85	39,77
D.P.	0	2,28	3,96	4,70	5,83	1,34	2,00
C.V. (%)	0	5,10	9,00	10,14	13,47	3,13	5,02
Dias	C (%)						
	0	30	90	180	250	300	367
Moitas							
MCS 7	44,8	41,76	44,55	46,37	47,04	40,44	45,22
MCS 8	44,8	46,86	41,24	49,70	44,61	45,47	42,18
MCS 9	44,8	34,08	43,62	47,77	48,06	44,68	43,28
MCS 10	44,8	41,78	41,11	47,03	44,54	45,82	38,81
MCS 11	44,8	44,15	47,28	46,10	47,46	43,26	41,93
MCS 12	44,8	46,39	45,96	44,78	47,05	42,59	37,87
Média	44,8	42,50	43,96	46,96	46,46	43,71	41,55
D.P.	0	4,67	2,49	1,67	1,51	2,03	2,76
C.V. (%)	0	10,98	5,66	3,56	3,24	4,65	6,64

Anexo nº 13 - Médias e desvio padrão das concentrações dos nutrientes nas folhas de *C. hilariana* utilizadas no experimento de decomposição nas moitas de *Clusia* no PARNA Jurubatiba (MCA=6, MCS=6). Letras diferentes representam diferenças significativas entre as categorias de moitas (ANOVA, *nested desing*, $p < 0,05$).

C (%)							
Intervalos de Coletas	0	30 chuvosa	90 chuvosa	180 seca	250 seca	300 seca	367 chuvosa
MCA	46,27±3,60	44,80±2,30	44±4,0	46,32±4,7	43,26±5,8	42,85±1,3	39,77±2,0
MCS	44,80±3,50	42,50±4,7	43,96±2,5	47±1,7	46,5±1,5	43,7±2,0	41,5±2,8

Ca (mg/g)										
Intervalos de Coletas	0	15 Início chuvosa	30 chuvosa	60 chuvosa	90 chuvosa	120 Final chuvosa	180 seca	250 seca	300 seca	367 chuvosa
MCA	12,46±2,33	11,56 ^a ±3,28	9,03±0,88	8,83±0,69	9,50±1,02	9,30 ^a ±1,05	8,73±0,70	9,70±0,71	11,85 ^a ±0,87	9,15 ^a ±0,48
MCS	11,31±2,29	8,97 ^b ±1,60	8,25±0,61	9,66±1,60	9,06±0,90	7,15 ^b ±0,70	8,90±0,39	9,73±0,69	8,32 ^b ±1,48	7,69 ^b ±0,63

K (mg/g)										
Intervalos de Coletas	0	15 Início chuvosa	30 chuvosa	60 chuvosa	90 chuvosa	120 Final chuvosa	180 seca	250 seca	300 seca	367 chuvosa
MCA	1,35±0,25	0,99±0,13	1,14 ^a ±0,16	0,64 ^a ±0,20	0,71±0,19	0,84 ^a ±0,22	0,78 ^a ±0,20	0,69±0,14	0,72 ^a ±0,13	0,65±0,13
MCS	0,96±0,14	1,06±0,39	0,77 ^b ±0,19	1,12 ^b ±0,59	1,00±0,47	1,70 ^b ±0,50	1,11 ^b ±0,43	0,86±0,31	0,90 ^b ±0,39	0,75±0,32

Mg (mg/g)										
Intervalos de Coletas	0	15 Início chuvosa	30 chuvosa	60 chuvosa	90 chuvosa	120 Final chuvosa	180 seca	250 seca	300 seca	367 chuvosa
MCA	2,77 ^a ±0,27	2,50 ^a ±0,26	3,01 ^a ±0,27	2,79 ^a ±0,16	2,80 ^a ±0,13	3,04 ^a ±0,19	2,82 ^a ±0,09	2,31 ^a ±0,26	2,53 ^a ±0,13	2,66 ^a ±0,24
MCS	2,14 ^b ±0,26	2,05 ^b ±0,21	2,07 ^b ±0,35	2,56 ^b ±0,67	2,56 ^b ±0,56	2,68 ^b ±0,36	2,36 ^b ±0,29	1,86 ^b ±0,38	1,95 ^b ±0,55	2,20 ^b ±0,68

Na (mg/g)										
Intervalos de Coletas	0	15 Início chuvosa	30 chuvosa	60 chuvosa	90 chuvosa	120 Final chuvosa	180 seca	250 seca	300 seca	367 chuvosa
MCA	3,36±0,47	2,68±0,56	1,99 ^a ±0,36	1,84 ^a ±0,34	1,11±0,43	1,64 ^a ±0,47	1,38±0,43	1,23±0,36	1,18 ^a ±0,32	0,85±0,26
MCS	4,35±0,41	3,14±0,92	2,57 ^b ±0,52	2,50 ^b ±0,65	1,29±0,52	2,62 ^b ±0,56	1,79±0,47	1,50±0,40	1,54 ^b ±0,52	0,79±0,48

Anexo nº 14- Tabelas com os resultados das análises estatísticas (teste t) utilizadas na comparação das médias anuais de temperatura do ar, temperatura do solo, umidade do ar e umidade do solo, entre as categorias de moitas (MCA e MCS).

Temperatura do Ar

Grouping: CATEGORI (temparmediaanual.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs
COLETAS	36,89667	37,79667	-0,40752	8	0,694313	5	5	3,472819	3,510904	1,022053	0,983641

Temperatura do Solo

Grouping: CATEGORI (tempsolomediaanual.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs
COLETAS	28,23333	30,56667	-1,65083	8	0,137379	5	5	2,012461	2,436984	1,466392	0,719732

Umidade do Ar

Grouping: CATEGORI (umidarmediaanual.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean	Mean	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs
COLETAS	41,06667	40,46667	0,090172	8	0,930367	5	5	10,17527	10,85536	1,138143	0,903222

Continuação Anexo nº 14

Umidade do Solo

Grouping: CATEGORI (umidsolomeadiaanual.sta)

Group 1: G_1:1

Group 2: G_2:2

	Mean G_1:1	Mean G_2:2	t-value	df	p	Valid N G_1:1	Valid N G_2:2	Std.Dev. G_1:1	Std.Dev. G_2:2	F-ratio variancs	p variancs
COLETAS	5,704214	4,70749	1,660254	8	0,135443	5	5	1,085659	0,789564	1,890655	0,552453

Anexo nº 15 Valores médios, desvio padrão (D.P.), coeficiente de variação (C.V.) (n=6) do percentual remanescente de C, Ca, K, Mg e Na nas folhas de C. hilariana em decomposição em MCA e em MCS no PARNA Jurubatiba.

		C (% remanescente)								
Dias	0	30	90	180	250	300	367			
Moitas										
MCA 1	100	79,6	87,0	84,3	75,6	62,1	58,9			
MCA 2	100	65,6	83,2	75,4	75,0	71,3	61,2			
MCA 3	100	91,9	78,7	67,8	71,5	74,2	59,8			
MCA 4	100	94,8	76,5	93,0	51,1	65,5	63,6			
MCA 5	100	88,4	80,7	78,5	68,5	66,5	56,0			
MCA 6	100	79,7	68,0	79,7	74,2	70,1	53,0			
Média	100	83,3	79,0	79,8	69,3	68,3	58,7			
D.P.	0	10,7	6,5	8,5	9,3	4,4	3,8			
C.V. (%)	0	12,81	8,23	10,62	13,40	6,46	6,46			
		C (% remanescente)								
Dias	0	30	90	180	250	300	367			
Moitas										
MCS 7	100	79,7	82,6	77,1	74,2	63,9	67,7			
MCS 8	100	85,7	72,0	82,3	71,3	72,5	61,0			
MCS 9	100	63,3	74,4	81,1	77,4	73,6	67,7			
MCS 10	100	79,2	76,0	81,1	78,3	78,6	57,0			
MCS 11	100	80,0	81,4	82,9	79,2	71,2	61,6			
MCS 12	100	77,9	78,6	76,7	71,2	67,8	59,3			
Média	100	77,6	77,5	80,2	75,2	71,3	62,4			
D.P.	0	7,5	4,1	2,6	3,5	5,0	4,4			
C.V. (%)	0	9,69	5,33	3,30	4,70	7,07	7,05			
		Ca (% remanescente)								
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	100	105,3	53,8	58,9	77,1	66,8	51,8	58,2	63,2	50,7
MCA 2	100	107,1	60,9	55,1	67,1	59,4	49,0	51,1	81,5	48,0
MCA 3	100	116,6	66,7	66,3	60,5	72,5	60,5	62,1	76,8	56,7
MCA 4	100	60,0	70,6	58,6	64,0	60,4	55,0	56,0	71,2	50,6
MCA 5	100	83,8	68,0	61,9	55,0	53,3	58,2	59,6	66,8	43,4
MCA 6	100	54,5	53,0	64,2	56,0	55,4	60,4	57,9	62,5	50,0
Média	100	87,9	62,2	60,9	63,3	61,3	55,8	57,5	70,3	49,9
D.P.	0	26,1	7,5	4,1	8,2	7,2	4,7	3,7	7,6	4,3
C.V. (%)	0	29,7	12,1	6,7	13,0	11,7	8,5	6,5	10,8	8,7
		Ca (% remanescente)								
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	100	71,3	70,8	81,1	69,7	63,1	61,9	65,4	71,4	50,2
MCS 8	100	83,0	67,4	75,7	66,0	48,6	66,5	65,4	61,7	46,9
MCS 9	100	83,1	64,6	50,3	62,3	55,7	68,3	70,3	49,4	55,8
MCS 10	100	65,8	61,9	80,4	65,7	47,4	65,7	64,3	61,3	51,8
MCS 11	100	48,5	59,0	78,7	68,6	48,8	64,4	74,0	44,9	41,3
MCS 12	100	78,5	65,6	76,6	79,1	54,3	64,9	66,5	59,5	50,6
Média	100	71,7	64,9	73,8	68,6	53,0	65,3	67,6	58,0	49,4
D.P.	0	13,2	4,1	11,7	5,8	6,0	2,2	3,7	9,5	4,9
C.V. (%)	0	18,5	6,4	15,8	8,4	11,3	3,3	5,5	16,4	9,9

K (% remanescente)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	100	79,1	74,5	41,1	37,0	49,1	62,7	53,2	46,5	29,9
MCA 2	100	77,1	67,4	49,6	47,2	71,6	58,7	45,4	56,9	43,8
MCA 3	100	73,7	109,7	31,5	70,9	53,8	52,0	42,0	35,3	34,8
MCA 4	100	82,8	76,8	34,4	48,8	51,8	37,0	45,6	40,2	32,8
MCA 5	100	63,9	80,8	65,1	35,0	78,1	57,4	39,4	37,8	44,8
MCA 6	100	87,5	79,7	51,5	59,7	38,0	36,1	26,5	43,8	31,4
Média	100	77,3	81,5	45,5	49,8	57,1	50,7	42,0	43,4	36,3
D.P.	0	8,1	14,6	12,4	13,7	15,0	11,5	8,9	7,7	6,5
C.V. (%)	0	10,5	18,0	27,3	27,5	26,2	22,6	21,2	17,8	17,8

K (% remanescente)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	100	58,5	53,8	51,3	44,7	145,8	85,7	41,7	48,6	52,0
MCS 8	100	79,4	94,2	44,9	52,0	149,2	53,4	46,6	55,8	38,1
MCS 9	100	120,9	55,6	135,1	98,0	121,4	95,4	81,7	62,5	82,4
MCS 10	100	57,3	55,1	63,4	73,1	88,5	43,2	47,1	47,8	30,2
MCS 11	100	90,5	64,7	88,4	62,5	105,9	100,8	66,0	60,6	27,9
MCS 12	100	133,9	57,4	158,7	139,3	182,6	136,8	90,9	121,0	81,0
Média	100	90,1	63,5	90,3	78,3	132,2	85,9	62,3	66,0	51,9
D.P.	0	31,8	15,6	46,9	35,2	33,9	34,0	20,5	27,6	24,5
C.V. (%)	0	35,3	24,5	51,9	45,0	25,6	39,6	33,0	41,8	47,2

Mg (% remanescente)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	100	81,6	87,2	79,7	83,9	84,8	81,0	58,6	57,6	60,1
MCA 2	100	82,7	79,8	84,3	75,7	83,2	76,5	71,1	71,9	76,3
MCA 3	100	86,5	115,9	91,3	89,3	103,0	84,6	55,4	71,2	63,7
MCA 4	100	103,5	106,9	95,7	90,1	94,8	85,7	56,5	66,0	65,0
MCA 5	100	74,2	92,3	83,0	84,1	86,9	74,7	64,3	68,4	64,3
MCA 6	100	83,8	80,5	85,7	80,7	87,4	83,6	62,2	68,7	60,9
Média	100	85,4	93,8	86,6	84,0	90,0	81,0	61,3	67,3	65,1
D.P.	0	9,8	14,7	5,9	5,4	7,5	4,5	5,8	5,2	5,8
C.V. (%)	0	11,5	15,7	6,8	6,4	8,3	5,6	9,5	7,8	9,0

Mg (% remanescente)										
Dias	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	100	72,1	93,3	89,2	106,3	96,8	93,5	55,7	68,0	58,9
MCS 8	100	73,6	90,1	92,4	85,2	87,5	80,6	57,1	59,8	74,1
MCS 9	100	84,1	82,1	82,2	79,8	98,4	85,5	70,7	53,4	56,4
MCS 10	100	78,8	63,4	78,2	88,4	89,6	69,0	57,7	57,7	51,7
MCS 11	100	89,5	63,8	87,9	78,5	95,0	83,6	54,5	56,5	63,0
MCS 12	100	91,3	84,4	141,3	129,6	113,7	95,2	80,0	101,1	113,3
Média	100	81,5	79,5	95,2	94,6	96,8	84,6	62,6	66,1	69,6
D.P.	0	8,1	13,0	23,2	19,8	9,3	9,5	10,3	17,9	22,7
C.V. (%)	0	9,9	16,3	24,3	21,0	9,6	11,3	16,5	27,0	32,7

Dias	Na (% remanescente)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCA 1	100	79,6	50,1	49,0	44,0	29,5	49,8	30,1	20,4	16,2
MCA 2	100	69,8	43,6	53,0	20,6	58,8	23,9	17,8	22,9	20,0
MCA 3	100	70,3	53,6	33,2	35,3	38,0	37,0	26,5	17,2	13,5
MCA 4	100	103,2	58,0	49,4	15,4	48,3	29,2	37,8	32,7	15,5
MCA 5	100	53,7	36,7	48,7	33,7	31,2	37,0	30,6	32,4	25,2
MCA 6	100	78,5	61,0	49,2	19,8	35,1	20,0	19,7	27,2	12,2
Média	100	75,9	50,5	47,1	28,1	40,1	32,8	27,1	25,5	17,1
D.P.	0	16,3	9,1	7,0	11,2	11,3	10,8	7,4	6,4	4,8
C.V. (%)	0	21,5	18,0	14,8	39,6	28,2	32,8	27,5	25,1	27,9

Dias	Na (% remanescente)									
	0	15	30	60	90	120	180	250	300	367
Moitas										
MCS 7	100	58,2	49,9	37,0	15,1	41,9	29,5	18,7	14,8	14,5
MCS 8	100	51,7	57,6	28,0	19,2	44,6	24,2	17,0	20,6	7,7
MCS 9	100	58,2	30,5	56,0	26,3	38,2	38,9	26,2	25,9	11,6
MCS 10	100	33,2	46,0	38,0	30,0	36,9	19,4	20,4	19,9	3,2
MCS 11	100	68,9	46,8	52,0	17,5	48,7	30,0	32,0	37,4	9,6
MCS 12	100	81,4	48,1	54,7	26,3	56,4	39,6	29,6	31,7	25,9
Média	100	58,6	46,5	44,3	22,4	44,5	30,3	24,0	25,1	12,1
D.P.	0	16,2	8,9	11,5	5,9	7,2	8,0	6,2	8,3	7,8
C.V. (%)	0	27,7	19,1	26,0	26,5	16,3	26,4	25,7	33,3	64,2

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.