



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

PRODUÇÃO DE LITEIRA, CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE
DE NUTRIENTES EM FLORESTA NATIVA E CAPOEIRA

FABÍOLA CRISTINA SILVA FERNANDES

CUIABÁ - MT

2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

**PRODUÇÃO DE LITEIRA, CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE
DE NUTRIENTES EM FLORESTA NATIVA E CAPOEIRA**

FABÍOLA CRISTINA SILVA FERNANDES
Engenheira Agrônoma

Orientadora: WALCYLENE LACERDA MATOS PEREIRA SCARAMUZZA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade Federal de Mato Grosso,
para obtenção do título de Mestre em
Agricultura Tropical.

CUIABÁ - MT

2005

F363p FERNANDES, Fabíola Cristina Silva.
Produção de liteira, concentração e estoque de nutrientes
na floresta nativa e capoeira.
/Fabíola Cristina Silva Fernandes.
Cuiabá: a autora, 2005.
83 p. il. color.

Orientadora: Dra. Walcylene Lacerda Matos Pereira
Scaramuzza.

Dissertação. Universidade Federal de Mato Grosso.
Campus Cuiabá. Programa de Pós-graduação em
Agricultura Tropical.

1. Meio ambiente. 2. Ecossistemas. 3. Bio-
diversidade. 4. Decomposição. 5. Liteira. 6. Cicla-
gem de nutrientes. I. Título.

CDU 574.4:661.15(043.3)

*“Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida e viver com paixão,
perder com classe e vencer com ousadia,
pois o triunfo pertence a quem se atreve....
E a vida é muito para ser insignificante!”*

Charles Chaplin

*À minha mãe Ana Zuleide
por todo o seu amor,
coragem e persistência*

DEDICO

OFEREÇO

*A minha madrinha Odete de Arruda e Silva e
ao meu irmão José Carlos Fernandes Junior
pelo incentivo, carinho e compreensão.*

Agradecimentos

A Deus, por guiar meus passos, sempre indicando os melhores caminhos.

A minha mãe, pelo carinho e estímulo. Infinito amor!

A todos os meus familiares, pela amizade, incentivo e carinho.

A meu pai, José Carlos Fernandes, pela credibilidade e esperança depositada em mim.

A professora Dra. Walcyline Lacerda Mattos Pereira pela orientação, paciência, dedicação e aprendizado durante os anos de convivência.

Ao professor Dr. José Fernando Scaramuzza e professora Dra. Maria Cristina de Figueiredo Albuquerque pela confiança, pela formação profissional, pelo ombro amigo e estímulo.

A professora Sônia Lúcia Camargos pela colaboração durante a realização do trabalho, confiança e amizade.

Ao Dr. José Oscar Novelino pela participação na banca, sugestões e auxílio nas discussões.

A UFMT e seus servidores, em especial, Denise A. de Arruda Alves, Fátima Morbeck, Maria Minervina de Souza e Sidnéa Caldeira por todo apoio disponibilizado e oportunidade para tornar possível esse caminho longo e árduo do Mestrado.

A Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida.

Aos colegas da equipe de ciclagem de nutrientes do interesse com que acompanharam o projeto, pela colaboração e dedicação na coleta de dados e acompanhamento de trabalhos de campo, em especial, Alan Silva, Alessandro Pontes Gomes e Fabiana da Rocha.

Ao Engenheiro Agrônomo Orlando Sérgio Huçalo pelo fornecimento de informações sobre a área de estudo e amizade.

Ao proprietário da Fazenda Serra Verde, Mário Benedito Lamberti pela concessão da área experimental e apoio; aos funcionários pelo incansável auxílio.

A todos os servidores do Núcleo de Laboratório da Empaer em Várzea Grande, destacando-se o chefe dos laboratórios, o Sr Sérvulo G. Martins, por colocar a disposição dos equipamentos e reagentes, os técnicos do laboratório de nutrição animal, Boaventura Pinto da Fonseca e Licínio José de Oliveira pela colaboração durante as análises químicas.

A Francismary Miranda de Arruda pela ajuda nas análises químicas no Laboratório de Solos, da UFMT, amizade e apoio.

A todos os colegas de curso, em especial, Eleonora Bello, Jorge Hildebrant, Luiz Carlos Matos Rodrigues e Susiane Azevedo pelas trocas de idéias e grande espírito de coleguismo.

Aos amigos queridos, que, quando a saudade apertava e as dificuldades aumentavam, levantaram meu espírito com mensagens inspiradoras: Alexandra do Nascimento Araújo, Claudimar Dalpiaz, Karina Moreira Luz Bohrer e Luciano Silva.

As pessoas que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e tornaram essa experiência inesquecível!

ÍNDICE

	Páginas
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Ciclagem de Nutrientes.....	14
2.2 Tipos de Ciclagem de Nutrientes.....	16
2.3 Componentes da Biomassa.....	18
2.4 Deposição e Decomposição do Material Orgânico.....	19
2.5 Fatores que Afetam a Deposição do Material Orgânico.....	22
2.6 Adição e Retirada de Nutrientes.....	24
2.7 Concentração e Estoque de Nutrientes.....	25
2.8 Estoque de Nutrientes.....	27
2.9 Estudos de Ciclagem de Nutrientes nos Ecossistemas.....	28
2.9.1 Floresta Nativa.....	28
2.9.2 Capoeira.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Caracterização da Área Experimental.....	31
3.2 Sistemas Estudados.....	32
3.3 Liteira Depositada nos Coletores.....	34
3.4 Liteira Acumulada Sobre o Solo.....	34
3.5 Distribuição dos Coletores.....	35
3.6 Processamento do Material Orgânico.....	35
3.7 Estimativa da Produção de Liteira.....	36
3.8 Estimativa da Taxa de Decomposição da Liteira.....	36
3.9 Concentração e Estoque de Nutrientes na Liteira.....	37
3.10 Análises Químicas nas Frações.....	37
3.11 Análise Estatística.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Produção de Liteira.....	38
4.2 Sazonalidade na Produção de Liteira.....	44

4.3 Taxa de Decomposição da Ladeira.....	47
4.4 Concentração de Nutrientes na Ladeira.....	49
4.5 Estoque de Nutrientes na Floresta Nativa e Capoeira.....	59
5 CONCLUSÕES.....	66
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

PRODUÇÃO DE LITEIRA, CONCENTRAÇÃO E ESTOQUE DE NUTRIENTES EM FLORESTA NATIVA E CAPOEIRA.

RESUMO - A ciclagem de nutrientes é a principal responsável para o equilíbrio ecológico e a transferência de nutrientes entre plantas e solo, através da liteira, é de fundamental importância para avaliar o funcionamento dos ecossistemas. O objetivo do trabalho foi determinar a produção, a taxa de decomposição, a concentração e o estoque de nutrientes (nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre) na liteira em sistemas de floresta nativa e capoeira. Os dois sistemas foram estudados no período de setembro de 2003 a agosto de 2004, em área de reserva na Fazenda São José da Serra no município de Campo Verde-MT. Foram distribuídos, aleatoriamente, 20 coletores de 0,36 m² em área de um hectare em cada sistema. O material vegetal foi coletado mensalmente e levado ao laboratório para separação em frações: folhas, ramos e miscelânea, sendo posteriormente secado, pesado e moído para realização das análises químicas. A liteira produzida na floresta nativa foi de 9.038,34 kg ha⁻¹ e na capoeira de 6.363,56 kg ha⁻¹. As folhas, ramos e miscelânea contribuíram com 61,4%; 21,9% e 16,9%, e 59,9%; 23,7%, e 16,3% para floresta nativa e capoeira, respectivamente. O valor do coeficiente de decomposição (K) da liteira foi de 0,53 para a floresta nativa e 0,73 para a capoeira. O tempo necessário para a decomposição de 50% da liteira na floresta nativa foi 1,39 anos (507 dias) e 1,07 anos (390 dias) na capoeira; e o desaparecimento de 95% da liteira na floresta nativa foi de 6,03 anos (2.200 dias) e na capoeira e 4,63 anos (1.689 dias). As concentrações e estoques de nutrientes depositadas na liteira foram em valores absolutos, superiores na floresta nativa. A ordem de magnitude de concentração de nutrientes para os sistemas estudados foi distinta: N>K>Ca>S>P>Mg na floresta nativa e na capoeira: N>Ca>K>S>P>Mg, no entanto, para o estoque foram semelhantes: N>K>Ca>P=S>Mg.

Palavras-chaves: ecossistemas, decomposição, ciclagem de nutrientes

Litter production, concentration and supply nutrients in native forest and secondary vegetation

ABSTRACT – Nutrients cycling is the main responsible for the ecological balance and the nutrients transference between plants and soils, through litter, is of fundamental importance to evaluate the ecosystems functioning. The aim of the work was to determine the production, the decomposition tax, the concentration and the supply of nutrients (nitrogen, potassium, phosphorus, calcium, magnesium and sulphur) in litter of native forest and secondary vegetation. The two systems had been studied in the period of September 2003 and August 2004, in a reserve area of the São José da Serra farm in the Campo Verde-MT city council. 20 collectors of 0,36 m² had been distributed in an area of one hectare in each system, by a randomized design. The vegetal material was collected monthly and taken to the laboratory to be separated in fractions: leaves, branches and miscellany being later dried, weighed and worn out for chemical analyses. The litter produced in the native forest was 9.038,34 kg ha⁻¹ and the secondary vegetation was 6.363,56 kg ha⁻¹. The leaves, branches and miscellany had contributed with respectively, 61,4%; 21,9%; 16,9% for native forest and 59,9%; 23,7%; 16,3% for secondary vegetation. The value of the litter decomposition coefficient was 0,53 for native forest and 0,73 for the secondary vegetation. The necessary time for the disappearance of 50% of the litter was 1,39 years (507 days) in the native forest and 1,07 years (390 days) in the secondary vegetation; and the disappearance of 95% of the litter was 6,03 years (2.200 years) in the native forest and in the secondary vegetation was 4,63 years (1.689 days). The concentrations and supplies of nutrients deposited in the litter were bigger in the native forest. The magnitude order of nutrients concentrations for the studied systems was distinct: N>K>Ca>S>P>Mg in the native forest and N>Ca>K> S>P>Mg in the secondary vegetation, however the supplies were similar: N>K>Ca>P=S>Mg.

Word-keys: ecosystems, decomposition, nutrients cycling

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado constitui um dos maiores biomas do Brasil e abriga rico patrimônio de recursos naturais renováveis adaptados às condições climáticas, edáficas e ambientais que determinam sua existência. O desconhecimento sobre a sua composição, estrutura e dinâmica (tanto sazonal quanto sucessional) é ainda estimável, sendo a biodiversidade considerada a mais rica dentre as savanas do mundo.

A cobertura florestal que hoje compõem o Cerrado Matogrossense é constituída de vegetação secundária (capoeira e capoeirão), regeneradas após algum tipo de perturbação, de natureza antrópica que, além de romperem os processos de circulação de nutrientes entre a biosfera e a pedosfera são os principais responsáveis pela redução de biodiversidade e capacidade produtiva. O retorno de nutriente através da produção da liteira, decomposta por microrganismos do solo a taxas possíveis de serem aproveitados pelas plantas, sem riscos de serem perdidos por lixiviação e/ou erosão, assume um aspecto relevante .

A floresta, quando em equilíbrio, reduz ao mínimo a saída de nutrientes do ecossistema, através da interação do solo com a vegetação. No entanto, quando esta é deficiente em nutrientes, a liteira é de fundamental importância na movimentação de nutrientes. Desta forma, o solo mantém sempre o mesmo nível de fertilidade, ou até melhora suas características ao longo do tempo.

A liteira é composta de diversos componentes da estrutura da planta, ou seja, folhas, ramos, casca, frutos, entre outros. Este é um dos aspectos mais importantes nos estudos de ciclagem de nutrientes em diferentes graus de detalhes para vários tipos de ecossistemas, pois tornou essencial saber se os mesmos são ciclados rapidamente e reutilizados por muito tempo, ou se eles são lixiviados ou se tornam imobilizados como componente menos ativo no sistema.

O presente estudo teve como objetivo quantificar a produção, a taxa de decomposição, concentração e estoque de nutrientes na liteira depositada em coletores suspensos nos sistemas de floresta nativa e capoeira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ciclagem de Nutrientes

A produção agrícola e florestal depende principalmente do fornecimento adequado de luz, de água e de nutrientes. Os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas e animais passam do solo às plantas, das plantas aos animais e destes ao solo novamente; esta seqüência de transferências através de uma série de compartimentos constitui, de maneira bem simples, a ciclagem de nutrientes (Newbould, 1978).

Segundo Haag (1985), a ciclagem de nutrientes é uma seqüência de transferências através de uma série de compartimentos, tais como:

- a) o compartimento orgânico constituído de organismos vivos e seus restos;
- b) o de nutrientes disponíveis na solução do solo ou adsorvidos ao complexo argila-húmus;
- c) o de solo inorgânico e rochas; e
- d) o compartimento atmosférico composto inteiramente de gases, incluindo o ar do solo. Esse consta de várias fases: absorção, assimilação e armazenamento na biomassa em que nutrientes retornam ao solo com a manta orgânica ou pelas chuvas, acumulação e decomposição na superfície do solo e mineralização ficando, assim, disponível no meio edáfico para a vegetação.

Os mecanismos de transferência dentro dos compartimentos processam-se por meio da água (chuva, escoamento de tronco, lavagem de folhas, percolação e escoamento lateral) e através da matéria orgânica (produção de resíduos vegetais, decomposição e liberação de nutrientes). No entanto, a principal via de transferência de nutrientes para a sustentação de uma floresta é a liteira (Fassbender, 1985). Segundo Poggiani (1985) a taxa de transferência, entre os compartimentos, varia com as diferentes espécies de plantas e suas necessidades de nutrientes, com o tipo de solo, que pode apresentar diversas características físico-químicas e com inúmeros outros elementos que compõem o ecossistema como um todo.

Nas florestas tropicais, os elementos minerais, principalmente o potássio, o cálcio e o magnésio encontram-se estocados na biomassa da floresta e não no solo. A manutenção do estoque de nutrientes, bem como a produtividade de biomassa das florestas, está intimamente relacionada com o processo de ciclagem de nutrientes (König et al., 2002).

A ciclagem de minerais é a principal responsável pela exuberância da floresta Amazônica, mesmo em solos quimicamente pobres (Schubart, 1982). Essa se contrapõe à lixiviação do solo, pois representa um mecanismo de conservação no ecossistema; ao mesmo tempo, promove a produtividade biológica, mantendo o bom estado nutricional das plantas (Schubart et al., 1984).

A conservação do ambiente pode envolver mecanismos de armazenamento nos componentes bióticos ou para controle do movimento entre os componentes do sistema. As adaptações para conservação de nutrientes são importantes na interface liteira-solo-raízes, onde os elementos químicos podem ser facilmente perdidos na água do solo (Golley, 1983).

De acordo com as características fisiológicas de cada espécie, os mecanismos de absorção, acúmulo e ciclagem diferem nas quantidades dos elementos, onde cada organismo, com suas adaptações específicas desempenham papel importante. Assim sendo, transferências e perdas de nutrientes são também explicadas pelos organismos vivos que compõem os ecossistemas (Golley, 1980).

2.2 Tipos de Ciclagem de Nutrientes

De acordo com Schumacher (1992), o processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais pode ser caracterizado em três tipos:

a) Ciclo geoquímico

Este ciclo caracteriza-se pela entrada de elementos minerais oriundos da decomposição da rocha matriz, da fixação biológica de nitrogênio, adubações, das deposições de poeiras, gases e através de precipitações pluviométricas. A saída dos elementos minerais do ecossistema ocorre através da erosão, lixiviação e queima (volatilização). Todavia, no caso de florestas plantadas, geralmente o maior fluxo de nutrientes ocorre em função da exploração da biomassa arbórea, principalmente quando envolve a exportação de árvores inteiras.

b) Ciclo biogeoquímico

Tal ciclo ocorre mediante o processo em que a planta, pelo seu sistema radicular, retira os elementos minerais do solo para a produção da biomassa (folhas, flores, frutos, ramos, casca, madeira e raízes) e, posteriormente, devolve parte destes elementos por meio da queda de resíduos orgânicos (liteira), os quais, à medida que vão sendo mineralizados, novamente são absorvidos pelas raízes.

c) Ciclo bioquímico

Uma vez absorvidos, alguns destes elementos ficam em constante mobilização no interior da planta. Esse ciclo relaciona-se com as redistribuições dos elementos minerais na planta.

Através do ciclo bioquímico, árvores bem supridas de nutrientes, nos seus primeiros anos de crescimento, armazenam maior quantidade na biomassa e, conseqüentemente, assegura maior estoque disponível ao longo do tempo (Kolm e Poggiani, 2003).

Um fator importante na nutrição das plantas, particularmente das espécies florestais, é a redistribuição de nutrientes na árvore. A partir das folhas em processo de senescência, quando a estrutura das células se desintegra, a maioria dos elementos móveis é transportada dos tecidos senescentes para os tecidos novos (Haag, 1985). Segundo Mengel e Kirkby (1982) o ciclo biogeoquímico é de fundamental importância para nutrientes com alta mobilidade como nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio e de menor significado para aqueles que apresentam redistribuição limitada como cálcio, entre outros.

Em estudos comparativos de tecidos jovens e adultos em plantas, Evans (1979) verificou que nas folhas mais velhas houve um decréscimo nas concentrações de nitrogênio e potássio e aumento nas de ferro, boro, manganês e cálcio. Switzer e Nelson (1973) verificaram que até 40% do nitrogênio e do potássio são supridos pela reciclagem interna da árvore.

Pesquisas realizadas sobre a redistribuição de nutrientes em *Pinus* indicaram que para folhas produzidas no verão, 48% do nitrogênio, 86% de fósforo e 39% de potássio foram provenientes de folhas de estação anterior (Fife e Nambiar, 1982).

Sabe-se pouco sobre as exigências da vegetação de florestas tropicais, pois diferentes padrões de ciclagem são observados sobre solos de fertilidade contrastante onde as diversas espécies de árvores em um sítio apresentam diferentes concentrações de elementos em suas folhas e troncos. Essas diferenças, conforme Golley (1983) refletem o ambiente geoquímico do local de origem de cada espécie.

2.3 Componentes da Biomassa

Na produção de resíduos vegetais podem-se distinguir três componentes: produção de exsudatos pelas raízes, morte das próprias raízes e deposição do material orgânico aéreo (conhecido como liteira e sinônimo de serrapilheira; manta; folheto ou folhiço; sendo que todos esses eqüivalem ao termo inglês "litter" (Ferri, 1974)).

O material orgânico decíduo é constituído de várias frações como: folhas, ramos, caules, cascas, frutos, flores e outros fragmentos vegetais bem como restos e dejetos de animais (Muller, 1987). Para Bray e Gorham (1964) o mesmo divide-se em: 1) liteira fina – constituída de 60 a 80% de folhas e o restante de flores, frutos e sementes, inflorescências, gravetos finos e cascas e; 2) liteira grossa – formada por galhos e tronco.

Dentre os componentes da biomassa, a liteira reveste-se de grande importância em virtude de constituir o índice de produção; prover informações sobre a taxa de decomposição do material decíduo e fenologia da árvore; e determinar um importante caminho no ciclo de nutrientes minerais indicando um banco transitório entre eles (Proctor, 1983). No entanto, não somente constitui um banco transitório de nutriente e grande “fonte” desses para as florestas tropicais, e sim influencia no ambiente físico e químico do solo, interferindo na composição de espécies e na estrutura das comunidades vegetais (Facelli e Pickett, 1991).

Na floresta pluvial Amazônica, Klinge et al. (1975) encontraram uma fitomassa de $734,9 \text{ t ha}^{-1}$, distribuída da seguinte forma: 18,1 t de folhas, 202,4 t de ramos, 468,2 t de troncos e 46,2 t de lianas, epífitas e outras plantas parasitas. A variação entre espécies é outro fator importante quanto à alocação de nutrientes nas árvores. De acordo com Bray e Gorham (1964), as liteiras das diferentes florestas, em geral, são compostas de 60% a 80% por folhas; de 1% a 15% por frutos; de 12% a 15% por ramos e de 1 a 25% por cascas de árvores.

Em relação à área do cerrado deve ser assinalada a pesquisa efetuada por Peres et al. (1983), que consideraram comparativamente a produção de folheto em áreas de cerrado e de cerradão, próximo à Brasília, registrando, respectivamente, a deposição de 2.100 e $7.800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de folheto sendo que a maior produção ocorreu na estação seca.

Varjapedian e Pagano (1988), estudando a deposição de folheto na região do Guarujá - SP, na floresta pluvial atlântica, observaram que a fração folhas participou com maior porcentagem (63,6%). Nos diferentes sistemas estudados (agroecossistemas de cacau e regeneração natural) por Muller

(1987), a fração foliar constituía de 74 a 94 % da liteira total, sendo que essa se destacou entre as demais frações na importância de carrear nutrientes de volta ao solo.

As folhas por serem o principal compartimento de metabolismo dos vegetais representam o órgão que melhor demonstram as mudanças relativas ao suprimento de nutrientes, sendo, portanto, o compartimento arbóreo que melhor expressa o estado nutricional das plantas (Raij, 1991).

2.4 Deposição e Decomposição do Material Orgânico

A deposição e decomposição de liteira fazem parte de processos básicos dos ciclos biogeoquímicos, da produção e consumo da biomassa. Nas florestas tropicais, os nutrientes são rapidamente mineralizados e diretamente absorvidos pelas raízes superficiais das árvores sob condições de altas temperaturas e de chuvas intensas chegando ao chão da floresta em forma de liteira (Anderson e Spencer, 1991).

De acordo com Cole e Rapp (1980), a liteira é a principal via de transferência de carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio ao solo da floresta; o potássio é devolvido principalmente pela precipitação interna e o magnésio é variável entre diferentes florestas. Além de ser fonte de nutrientes, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora a estrutura do solo e é responsável, em grande parte, pela capacidade de troca de cátions. No entanto, cada planta exerce seu potencial particular ao absorver e utilizar os elementos do solo (Guerra e Cunha, 1996). Aliás, a quantidade de nutrientes na liteira depende da espécie, da capacidade de translocação do nutriente antes da senescência, do tipo de solo e da proporção de folhas em relação aos demais componentes (Schumacher, 1992).

O retorno de elementos através da deposição do material orgânico constitui a via mais importante do ciclo biogeoquímico. Esse ciclo juntamente com o bioquímico, permite que as árvores da floresta possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese reciclando os mesmos, especialmente em solos altamente intemperizados, onde a biomassa vegetal é o principal reservatório de nutrientes (Schumacher, 1992). De acordo com

Carpanezzi (1980), os dois fatores responsáveis pelos teores de nutrientes do material orgânico depositado no solo são as características de fertilidade química dos solos e as particularidades de nutrição mineral das espécies envolvidas.

É devido ao processo de decomposição da liteira que os macronutrientes e micronutrientes são novamente postos à disposição do sistema radicular das plantas em crescimento (Poggiani e Monteiro Junior, 1990). Hoogh e Dietrich (1979) relataram que a atividade biológica e o conteúdo de matéria orgânica do horizonte A determinam em grande parte a disponibilidade de nutrientes.

Os principais mecanismos responsáveis pela transferência de nutrientes da biomassa de espécies arbóreas para o solo são as lavagens da vegetação pela chuva, que extraem substâncias minerais e orgânicas das estruturas da parte aérea e a decomposição da biomassa morta, que inclui a liteira, troncos e galhos caídos e raízes mortas (Gonzalez e Gallardo, 1986). A lavagem foliar é considerada por Curlin (1970), após a deposição do material orgânico, o mais importante meio de retorno de nutrientes ao solo e, além disso, indicou baseado em informes de literatura, que os elementos mais susceptíveis à lavagem são, por ordem decrescente, potássio, cálcio, nitrogênio e fósforo. O arraste de nutrientes através do escoamento pelo tronco parece desempenhar papel importante nas condições químicas do solo das imediações do tronco (Lima, 1975).

No solo, o acúmulo de liteira é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. Quanto maior a quantidade desse material que cai e quanto menor sua velocidade de decomposição, maior será a camada de liteira (Kolm, 2001). Nesse contexto, é de grande importância entender os mecanismos que regulam esse processo dinâmico, no qual a entrada de material, através da deposição da liteira e a saída ou transformação, via decomposição acontecem quase simultaneamente (Correia e Andrade, 1999).

Para Poggiani (1985), a decomposição da liteira é um fenômeno, onde os tecidos mais facilmente atacados por fungos e bactérias tais como

celulose e hemicelulose desaparecem rapidamente, mas à medida que o ataque vai progredindo permanecem substâncias gradativamente mais resistentes à decomposição que, em alguns casos, podem demorar dezenas de anos para desaparecerem da liteira.

Olson (1963) utilizou a taxa constante de decomposição K , também como índice de reciclagem da matéria orgânica. Assumindo que a liteira se encontra no estado de equilíbrio dinâmico, foi demonstrado que os valores de K variam de um a quatro nas florestas tropicais, entre 0,20 e 0,25 nas florestas temperadas e abaixo de 0,05 nas florestas de clima frio. O tempo médio de renovação para a liteira em florestas tropicais é estimado por Brown e Lugo (1982) em aproximadamente um ano.

É possível que a estabilidade ecológica propiciada pelo ambiente natural favoreça a decomposição da liteira, visto que Fox et al. (1979) apontaram valores de K variando de 0,21 a 0,46 em florestas naturais de eucaliptos perturbadas pela passagem periódica do fogo.

De forma geral, o tempo necessário para que o solo florestal atinja o equilíbrio entre a deposição e a decomposição varia de dez anos, nas florestas tropicais de rápido crescimento, a mais de cem anos nas florestas de coníferas das regiões boreais (Novaes, 1987).

Estudando o acúmulo e a rapidez do desaparecimento do folheto da mata mesófila secundária da região de São Paulo, Meguro et al. (1979) relataram um tempo médio de nove a dez meses para a decomposição de 50% do folheto.

A decomposição de resíduos, segundo Mason (1980) passa por três processos básicos, os quais ocorrem simultaneamente. Estes são: 1) lixiviação, que inclui a perda de material solúvel do detrito pela ação da água da chuva; 2) intemperismo, que é a ruptura mecânica dos detritos devido a fatores físicos e 3) ação biológica, que resulta na fragmentação gradual e oxidação dos detritos por organismos vivos.

A regulação desta decomposição depende fundamentalmente da atuação da fauna edáfica, que se encontra inteiramente envolvida nos processos de fragmentação da liteira e estimulação da comunidade

microbiana do solo (Toledo e Serrão, 1982). Segundo Aber e Melilo (1991), o mecanismo de decomposição é regulado principalmente por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora (os macros e microrganismos), as características do material orgânico que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material) e as condições do ambiente.

Num ecossistema florestal a quantidade de nutrientes é determinada pela quantidade destes contidos nos diferentes compartimentos das árvores (folhas, ramos, casca e lenho etc), árvores vegetação do sub-bosque, liteira e solo. Cada compartimento de uma árvore apresenta diferentes concentrações de elementos químicos em seus tecidos, sendo observado, geralmente, um gradiente com a seguinte tendência: folha>casca>ramos>lenho (Schumacher, 1992).

2.5 Fatores que Afetam a Deposição do Material Orgânico

A deposição é afetada pelas condições climáticas, onde, a rápida decomposição da liteira nas regiões tropicais se deve, em grande parte, à manutenção da temperatura relativamente alta, sem flutuações marcantes, o que permite a atividade uniforme e intensa da biota do solo (Fournier e Castro 1973).

Nas florestas de regiões temperadas e frias, a chegada do outono é sempre o fenômeno que desencadeia o processo de derrubada total das folhas (Novaes, 1987). No Chile, Huber e Oyarzún (1982) estudaram as variações sazonais da deposição da liteira em uma floresta de *Pinus radiata* de 26 anos, e obtiveram uma média de deposição de $3,91 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sendo que as folhas contribuíram em 83,1 % para esse total. A queda das folhas, segundo os autores, é diretamente determinada pela velocidade máxima do vento, pouco relacionada com a precipitação pluviométrica e, aparentemente, sem nenhum controle biológico.

Nos dados apresentados por Golley et al. (1978), para produção de liteira em floresta tropical chuvosa, observou-se que há uma associação entre o período seco e a maior produção de liteira. De acordo com Muller (1987), a maior deposição de material orgânico, principalmente da fração foliar, ocorreu no período seco. Para Schumacher (1992), a periodicidade da

deposição varia entre espécies nas regiões tropicais e subtropicais, sendo que os fatores climáticos influenciaram significativamente.

De acordo com Poggiani et al. (1998), a formação da liteira segue uma sazonalidade em função das condições climáticas ao longo do ano. Da mesma forma a decomposição da liteira foi favorecida em períodos quentes e úmidos. Segundo Poggiani e Schumacher (2000) a forma e velocidade de ciclagem de nutrientes estão intimamente ligadas às condições climáticas e fenológicas.

Para Gama-Rodrigues (1997), os ecossistemas possuem variabilidade na produção, sendo de 34% na capoeira e 57,8% na floresta natural, isso porque a capoeira apresenta um folheto mais uniforme que a floresta natural, em relação a diâmetro e altura, havendo assim, poucas árvores tipicamente dominantes. A maior variação de folheto observada na floresta natural foi devida, provavelmente, à grande contribuição relativa das árvores dominantes (maior copa) existente neste ecossistema.

Segundo Bazilevich et al. (1971), a produtividade anual das florestas é diretamente dependente dos fatores climáticos. Estes autores salientam, ainda, que não se deve perder de vista um outro importante fator que afeta a produtividade vegetal que é a disponibilidade de nutrientes. Para Bray e Gorham (1964) as mais importantes fontes de variação ambiental são: a altitude, a face de exposição, a fertilidade e a umidade do solo. Além dos fatores água, nutrientes, luz e temperatura que afetam o crescimento das plantas.

Em condições ótimas de atividade biológica do solo, sendo estes suficientemente aquecidos, úmidos e arejados durante grande parte do ano, a decomposição deverá ocorrer satisfatoriamente, sem nenhum acúmulo de matéria orgânica. Todavia, quando a atividade biótica é inibida pelo frio, condições ácidas, umidade excessiva ou insuficiente e pouco arejamento, a liteira poderá acumular-se com maior intensidade (Spurr e Barnes, 1980).

2.6 Adição e Retirada de Nutrientes

Os fluxos de entrada e saída de nutrientes em florestas naturais, situadas em áreas não perturbadas, tendem a manter um balanço equilibrado, ou podem ocorrer perdas de pequenas quantidades de elementos químicos (Likens et al., 1977).

Em regiões tropicais e subtropicais, geralmente, supõe-se que o intemperismo dos minerais primários contribua pouco no fornecimento de nutrientes para o ecossistema, porque os solos estão fortemente intemperizados, ácidos e pobres. Sabe-se, que nas florestas pluviais tropicais os estoques básicos de nutrientes e, principalmente de fósforo e potássio, se restringem ao compartimento constituído pelos vegetais e, sobretudo, pelos troncos das árvores e sistemas subterrâneos (Golley et al., 1978).

A entrada de nutrientes externos na Floresta Atlântica é, em geral, muito pequena e a comunidade depende do solo e da biomassa como fontes de nutrientes, sendo esses continuamente e eficientemente reciclados, devido à ação dos microrganismos (Moraes et al., 1999).

Em florestas tropicais foi notada a fixação do nitrogênio através de microrganismos que vivem sobre as folhas das copas e, conseqüentemente, a água da chuva que atravessa o dossel torna-se enriquecida com este elemento (Grubb, 1995).

Na Amazônia, a exportação de nutrientes pela retirada de troncos, pela atividade madeireira, reduz ainda mais o estoque de nutrientes, resultando no declínio da fertilidade e redução do potencial de recuperação da vegetação (Fernandes, 1997). Em termos gerais, apenas pequena parte das perdas anuais das florestas tropicais é compensada com novas plantações (Steinlin, 1980).

De maneira geral, as quantidades de nutrientes depositadas sobre o solo de florestas plantadas são inferiores às quantidades depositadas em florestas naturais. Esse fato é explicado, além de outros fatores, pela menor exigência nutricional que caracterizou as espécies utilizadas para o

reflorestamento. Além disto, as florestas naturais se desenvolvem, geralmente, sobre solos com bons níveis de fertilidade (Novaes, 1987).

A floresta não perturbada, de forma geral, apresenta uma grande estabilidade, ou seja, os nutrientes introduzidos no ecossistema pela chuva e pelo intemperismo geológico estão em equilíbrio com os nutrientes perdidos para os rios e lençol freático (Vieira, 1998).

2.7 Concentração e Estoque de Nutrientes

O conhecimento da concentração de nutrientes existentes nos diferentes compartimentos da liteira é de fundamental importância para a manutenção, a médio e longo prazo, da produtividade de ecossistemas florestais (Neves, 1999). A esse respeito, Fageria e Carvalho (1982) mencionaram que o termo concentração independe do tamanho da amostra, enquanto que o termo estoque é diretamente ligado ao tamanho desta, ou seja, da quantidade de liteira produzida.

Nos trabalhos realizados na Amazônia foram observados que as variações existentes nas concentrações de nutrientes nas plantas variaram bastante em função do elemento, do tecido da planta, do tipo de solo, vegetação e da família das espécies monitoradas. Também, foram afetadas por fatores como idade das plantas e o estágio fisiológico das folhas. Resultados que foram confirmados por White (1960), quando ressaltou que os tecidos vegetais apresentam diferentes concentrações de nutrientes em função da idade da planta.

Nas plantas e nos órgãos mais velhos, com exceção do cálcio, frequentemente ocorre diminuição nas concentrações dos elementos, devido ao aumento relativo na produção do material estrutural (parede celular e lignina) e de compostos de reserva de matéria seca (Marschner, 1995). Outros fatores, tais como, variações sazonais são causadas, primeiramente por alterações na produção de liteira e, secundariamente por mudanças nas concentrações de nutrientes (Vibrans e Sevegnani, 2000).

Portanto, a redistribuição dos nutrientes é importante na nutrição de árvores, pois, embora, represente uma pequena parcela da biomassa total

da planta, a copa possui um elevado teor de elementos minerais, principalmente as folhas (Rodrigues et al., 2000).

As folhas, representando mais de 80% da liteira, constituem a fonte mais importante de nutrientes retornados ao solo. Há de se considerar também a reciclagem interna em que uma fração de nitrogênio, potássio e fósforo migram das folhas, antes da senescência, para as folhas em formação, frutos, etc. (Santana e Rosand, 1984).

Golley (1980) mencionou que nas florestas de terra firme sobre Latossolo Amarelo, próximos de Manaus, o compartimento com as mais altas concentrações médias de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, manganês, cobre, boro, silício e cádmio foram às folhas. Nos galhos: cobre e zinco; nos troncos: alumínio, ferro, cobre, zinco, silício, níquel e cádmio e nas raízes: alumínio, ferro, níquel e cromo.

No tronco, onde a concentração de nutrientes é mais baixa que nas folhas pode-se dizer que o lenho do tronco de uma árvore adulta possui teor de fósforo 70 vezes inferior ao das folhas. Para o nitrogênio, magnésio e potássio, esta proporção seria, respectivamente, 16, 12 e 5 vezes inferior. O único elemento que se conserva no lenho com um teor aproximado ao das folhas é o cálcio, por ser um elemento fixo nos tecidos das árvores (Divigneaud e Smet, 1973). Portanto, o acúmulo de nutrientes no tronco estaria relacionado com a idade da planta, com as propriedades químicas do solo e principalmente com as características genéticas das árvores (Poggiani, 1985).

Ferraz (1995) citou que, de modo geral, as concentrações de nutrientes aumentam da base para o ápice das árvores, que os teores nos galhos grossos são iguais ou semelhantes aos do tronco e que nas folhas se localizam as maiores concentrações de nutrientes. No entanto, Cunha et al. (1993) relataram que a fração miscelânea apresentou altas concentrações de nitrogênio e fósforo devido à composição da mesma, incluindo vegetais não identificados, restos de insetos, cascas de árvores, excrementos de aves, flores, frutos, etc.

2.8 Estoque de Nutrientes

As quantidades de macronutrientes que retornam ao solo no ciclo anual de deposição de liteira são decorrentes da quantidade de material orgânico depositado e da concentração de nutrientes nesta. A remoção inadequada da biomassa florestal pode contribuir para o aumento da demanda de nutrientes pelo solo, por isso o conhecimento de liteira torna-se necessário não só para avaliar a ciclagem de nutrientes dentro do ecossistema, mas também para conhecer o estoque existente dos diferentes nutrientes minerais (Neves, 1999).

Ramakrishnan (1989) estudou a ciclagem de nutrientes na Índia e relatou a ocorrência de um rápido decréscimo no estoque de nutrientes no solo devido à grande absorção desses elementos pela vegetação secundária. Em estudo realizado em floresta secundária e floresta ombrófila densa, Vibrans e Sevegnani (2000) relataram que a floresta secundária tem maior demanda de nutrientes, por estar em fase de acúmulo de biomassa. Durante o período da pesquisa, o estoque de nitrogênio foi maior dentre os macronutrientes, que estaria associado às descargas elétricas e à ionização do nitrogênio atmosférico, que podem ocorrer nas freqüentes trovoadas de verão, comuns na região.

Toledo et al. (2002) encontraram, também, maior estoque de nitrogênio dentre os macronutrientes, em florestas secundárias na região de Pinheiral-RJ, sendo que a ordem de magnitude foi $N > Ca > K > Mg > P$. Resultados semelhantes foram encontrados por Schumacher et al. (2003) em um povoamento de acácia negra. No entanto, König et al. (2002) notaram uma outra ordem de magnitude no estoque de nutrientes com maior participação do cálcio: $Ca > N > K > Mg > P$.

De acordo com Custódio Filho (1994), o estoque de nutrientes em um trecho da floresta pluvial, acompanhou aproximadamente as oscilações da deposição de liteira, devolvendo anualmente: $N > Ca > K > Mg > S > P$.

Em pinheiros de 20 anos de idade, Switzer e Nelson (1972) verificaram que 60% das necessidades nutricionais das árvores em fósforo, 39% em nitrogênio, 22% em potássio, 24% em magnésio e 22% em enxofre

poderiam ser supridas pelo ciclo bioquímico. Para Rodrigues et al. (2000) a estimativa foi 43% de nitrogênio, 65% de fósforo e 76% de potássio, sendo que o magnésio e o enxofre variaram em função do estado fenológico e, com isso, não apresentaram padrão de estoque bem definido.

Delliti (1984) estudando a ciclagem de nutrientes em três ecossistemas verificou que a quantidade total de elementos transferida anualmente através da deposição da liteira foi da seguinte ordem ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$): na mata de galeria: N 107,4; P 4,7; K 29,3; Ca 51,6; Mg 17,2; no cerrado: N 42,6; P 2,0; K 9,5; Ca 19,6; Mg 5,8; e na plantação de *Pinus ellioti*: N 37,3; P 1,1; K 3,1; Ca 24,3 e Mg 5,2.

2.9 Estudos de Ciclagem de Nutrientes nos Ecossistemas

Em ambientes idênticos ou similares, a natureza dos ecossistemas pode constituir fontes de variação na deposição do material orgânico (Muller, 1987). Desse modo, cuidados especiais devem ser tomados nos ecossistemas tropicais para que a intervenção humana não altere de forma irreversível os ciclos biogeoquímicos e, conseqüentemente, o funcionamento e estrutura dos mesmos (Poggiani, 1996).

2.9.1 Floresta Nativa

As florestas tropicais em todo o mundo continuam ameaçadas pela degradação descontrolada e pela sua conversão para outros tipos de uso da terra, sob a influência da crescente demanda por produtos florestais, da expansão agrícola e do manejo inadequado dos recursos naturais existentes (Siminski et al., 2004).

Em média, nas florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade verificam-se depósitos de $7,5 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca na forma de resíduos orgânicos formadores da liteira, enquanto em solos de fertilidade média essa produção é de $10,5 \text{ t ha}^{-1}$ e em áreas montanhosas de $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ (Andrade, 1997). As florestas de folhosas, tanto de clima tropical como de clima temperado, depositam maior quantidade de liteira em relação às florestas de

coníferas, sendo que o conteúdo de nutrientes também é mais elevado (Cole e Happ, 1980).

Golley et al. (1978), estudando a ciclagem de nutrientes numa floresta tropical úmida, verificaram uma produção de 11.350 kg ha⁻¹ de liteira. No entanto, Delitti (1984), avaliando comparativamente a ciclagem de nutrientes numa floresta, num campo cerrado e numa plantação de *Pinus* (*Pinus elliotti* var. *elliotti*), com 16 anos de idade verificou que a produção anual da liteira foi mais elevada no pinheiral (7.065 kg ha⁻¹) que na floresta (6.687 kg ha⁻¹) e cerrado (3.210 kg ha⁻¹). Todavia, a transferência de nutrientes, via folhedo, foi mais elevada na floresta que no pinheiral em virtude da maior concentração de elementos no material vegetal.

Para Attiwill et al. (1978), a demanda de nutrientes em florestas de *Eucalyptus obliqua* aumenta ligeiramente com a idade das árvores, mas que uma proporção cada vez mais expressiva dessa demanda é suprida pelo próprio ciclo biológico que se torna mais importante à medida que a floresta atinge a maturidade.

Árvores de diferentes espécies localizadas no mesmo ambiente ou em condições semelhantes podem apresentar diferenças na concentração de nutrientes em suas estruturas verdes ou decíduas, como pode ser visto em Alban et al. (1978). Estudando as variações das concentrações de nutrientes em árvores de floresta secundária da Amazônia, Stark (1970) encontrou as seguintes médias para as folhas, ramos e miscelânea, respectivamente (µg g⁻¹): nitrogênio (33,88; 4,46; 12,1); fósforo (2,88; 250; 650); potássio (6,33; 2,58; 5,46); cálcio (9,42; 882; 10,0) e magnésio (1,72; 200; 1,50).

Em ecossistemas naturais, com maior diversidade de espécies, a decomposição diferenciada dos resíduos vegetais, retorna ao solo, de forma equilibrada, os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (Alvarenga et al., 1999). A deposição da liteira no solo da floresta constitui a maior fonte de retorno de nutrientes ao solo (Wilcke et al., 2002).

De acordo com Dubois (1996), a exuberância das florestas nativas decorre da conjugação de fatores climáticos favoráveis e biológicos. No entanto, sabe-se pouco sobre as exigências de nutrientes da vegetação de

florestas tropicais. As diferentes espécies de um ecossistema apresentam diferentes concentrações de elementos em suas folhas e troncos (Golley, 1983).

2.9.2 Capoeira

As capoeiras, em relação aos outros tipos de vegetação secundária, são as de maior importância. Fazem parte da vegetação secundária das florestas tropicais e são oriundas, principalmente do desmatamento. (Finegan, 1992). Estima-se que na América Latina 40% da cobertura florestal são de vegetação secundária, das quais 70% foram originadas do processo de colonização (agricultura e pecuária) com a abertura de novas fronteiras agrícolas (Ferreira e Oliveira, 2001).

Durante o início da sucessão secundária algumas espécies podem ter papel muito importante na conservação de nutrientes dentro do ecossistema, através da absorção e imobilização em sua biomassa e, conseqüentemente, redução das perdas pela lixiviação do solo (Cunha, 1997).

Dantas (1986) encontrou maior produção de liteira e conteúdo de nutrientes na capoeira quando comparado a uma floresta no estado do Pará. Do mesmo modo, Silva (1990) observou maior acúmulo de liteira na capoeira, no entanto, não encontrou diferenças para concentração de nutrientes entre floresta e capoeira na Bahia.

Em capoeiras de cinco e dez anos, Salomão (1994) constatou produção de liteira de 13,1 t ha⁻¹ e de 43,9 t ha⁻¹, respectivamente, e Kanashiro e Denich (1998) mencionaram produção de 94,5 t ha⁻¹ de liteira em capoeira com idade de dez anos. Portanto, há um número considerável de estudos sobre a produção de liteira, indicando quantidades médias anuais em torno de 6,43 t ha⁻¹, em sistemas agroflorestais; 6,52 t ha⁻¹ em capoeiras, e 8,90 t ha⁻¹, em floresta primária (Poggiani, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área Experimental

O estudo foi desenvolvido em área de reserva na Fazenda São José da Serra no município de Campo Verde–MT, em dois sistemas, o de floresta nativa e de capoeira, no período de setembro de 2003 a agosto de 2004. As coordenadas geográficas do local são 15'48"00" de latitude sul e 55'26"00" de longitude. O solo na área foi classificado segundo Embrapa (1997), como Latossolo Vermelho distrófico, textura franco areno argiloso.

O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual de 2.007,1 mm (Figura 1). Durante a execução do experimento as médias das temperaturas máxima e mínima variaram de 24,7°C a 19,6°C, respectivamente e a umidade relativa do ar ficou entre 57 a 89%.

A vegetação primária está restrita a poucos remanescentes representada pela Savana arbórea densa, sendo caracterizada por árvores de 25 e 30 m, com a presença de espécies decíduas (derrubam folhas durante o inverno mais frio e seco), com considerável ocorrência de epífitas e samambaias nos locais mais úmidos e grande quantidade de cipós (trepadeiras) (Bioma-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2004).

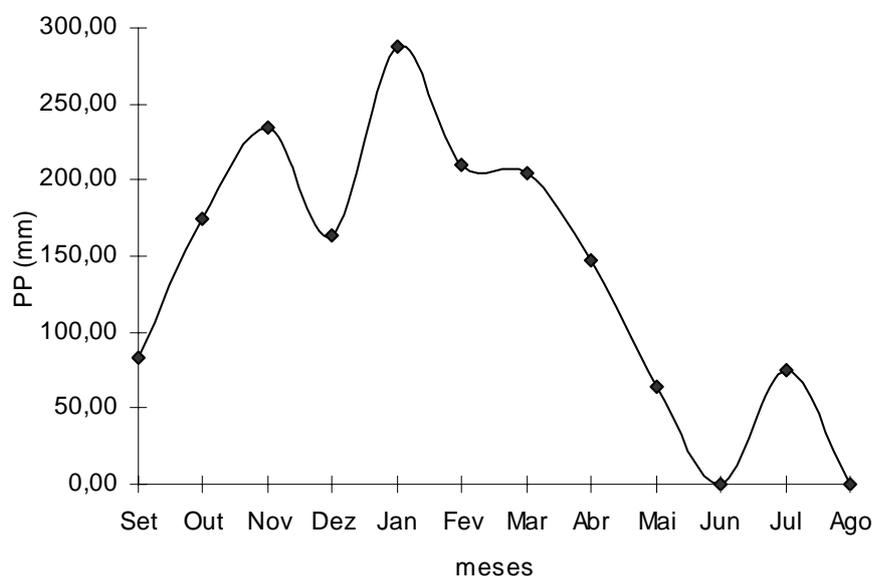


FIGURA 1. Precipitações pluviométricas na área de estudo

3.2 Sistemas Estudados

Os sistemas de floresta nativa e capoeira estão distantes de aproximadamente 800 m um do outro, seguindo pela estrada, situados à mesma posição de relevo suavemente ondulado, estando susceptíveis às mesmas perturbações (vento, fogo, efeito de bordadura, etc). Constatou-se o mesmo tipo de solo, para as duas áreas, fato que juntamente com outras características coincidentes, possibilitou a comparação entre os sistemas, sendo assim descritos:

a) Sistema de floresta nativa

A área de floresta nativa nunca fora manejada, apresentando dossel denso (Figura 2), contendo em sua composição florísticas as principais espécies: justa-conta (*Sclerolobium paniculatum* Vogel), canela (*Ocotea sifixiana*), pau-d'óleo (*Copaifera langisdorffii*), pombeiro (*Cytharexylum myrianthum* Chamíáo), carvoeiro (*Sclerobium paniculatum*),

sassafrá (*Ocotea pretosa*), pindaíba (*Xylopia aromatica*), tripa de galinha (*Dalechampia filicifolia*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), taquara (*Bambusa* sp), arranha gato (*Acácia paniculata*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aricá (*Physocalymma scaberrimum*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), pateiro (*Erythroxylum anguifugum*), cedro (*Cedrela fissili*).



FIGURA 2. Área sob floresta nativa

b) Sistema de capoeira

A área em estudo sofreu, acidentalmente, queima há 10 anos e, posteriormente, foi abandonada. Com o abandono essa área vem sendo, paulatinamente coberta por vegetação secundária(Figura 3). As espécies observadas foram: aricá (*Physocalymma scaberrimum*), pindaíba (*Xylopia aromatica*), murici (*Byrsonima verbacifolia*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), aroeirinha-do-cerrado (*Lithraea molleoides*), carvoeiro (*Sclerobium paniculatum*), capim-navalha (*Cortadelia selloriana*), carvão branco (*Diptychandra aurantiaca*), capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*), dentre outros.



FIGURA 3. Área sob capoeira

3.3 Liteira Depositada nos Coletores

A produção de liteira foi medida, mensalmente, mediante utilização de 20 coletores, de 0,36 m², sendo as laterais confeccionadas com madeira e o fundo de tela de nylon (sombrite) a 70% e (Figura 4). De modo a permitir o acúmulo de liteira e facilitar a drenagem da água através das malhas, a parte central era de forma côncava. As bandejas foram montadas suspensas a 30 cm de altura (para evitar interferências externas).

3.4 Liteira Acumulada Sobre o Solo

A coleta da liteira acumulada sobre o solo foi realizada colocando, aleatoriamente, sobre o piso dos diferentes sistemas 20 moldes vazados de madeira com 0,36 m² de área (Figura 4), situados próximos aos coletores suspensos. Com o auxílio de uma espátula, foram retiradas amostras, mensais, de liteira presente na área delimitada pelo molde.

3.5 Distribuição dos Coletores

Foi delimitado um hectare (10.000 m²) para a floresta nativa e um hectare para a capoeira, sendo que essas áreas foram subdivididas em 20 parcelas amostrais de 500 m², com o intuito de representar o sistema de floresta e de capoeira. Cada parcela recebeu, aleatoriamente, dois coletores (suspenso e molde vazado), totalizando 40 coletores por hectare.



FIGURA 4. Vista dos coletores de liteira no sistema de capoeira

3.6 Processamento do Material Orgânico

Os materiais orgânicos dos coletores suspensos e dos moldes vazados, após a transferência para sacos de algodão com identificação dos sistemas, da bandeja e data de coleta foram levados ao laboratório e submetidos a uma série de procedimentos a seguir:

a) Separação em frações

O material de cada bandeja e dos moldes vazados foi separado manualmente em três frações: folhas, ramos (ramos finos com menos de um centímetro de diâmetro) e miscelânea (englobando flores, frutos e casca).

b) Secagem, pesagem e moagem.

As frações foram levadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAMEV da Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, até peso constante. As amostras secas após pesagens foram moídas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos plásticos para posteriores análises químicas.

3.7 Estimativa da Produção de Ladeira

As frações folhas, ramos e miscelânea após a secagem foram pesadas, separadamente, e com os valores de massa seca estimou-se a deposição média mensal da ladeira por hectare. Desse modo, foi verificada a produção da ladeira depositada nos coletores e a acumulada sobre o solo.

A produção de ladeira acumulada sobre o solo foi determinada, somente, para o cálculo de estimativa de taxa de decomposição de ladeira.

3.8 Estimativa da Taxa de Decomposição da Ladeira

Para estimar a taxa de decomposição de ladeira foi utilizado o método proposto por Olson (1963). Por este método, a taxa de decomposição (K) foi calculada utilizando os valores de produção anual de ladeira (L) e de seu acúmulo sobre o solo (X_{ss}).

$$K = L/X_{ss}$$

A partir do valor de K, foi calculado o tempo médio de renovação da quantidade de ladeira acumulada, estimado por $1/K$, e os tempos necessários para o desaparecimento de 50% ($t_{0,5}$) e 95% ($t_{0,05}$) da ladeira:

$$t_{0,5} = 0,693/K$$

$$t_{0,05} = 3/K$$

3.9 Concentração e Estoque de Nutrientes na Leiteira

As amostras do material vegetal coletado nas bandejas de cada talhão após pesagem foram moídas por frações e as alíquotas dessas amostras foram utilizadas para análise química dos nutrientes, onde determinou-se as concentrações. Com os valores das concentrações de cada nutriente analisado nas frações e os valores da produção de leiteira depositada foi estimado o estoque dos nutrientes.

3.10 Análises Químicas nas Frações

As determinações químicas dos nutrientes nas frações foram feitas pela técnica de digestão úmida com ácido sulfúrico, ácido nítrico e perclórico. O nitrogênio foi determinado utilizando-se o semi-micro-Kjeldahl. A leitura de fósforo e de enxofre foi realizada em fotocolorímetro, a de potássio em fotômetro de chama, e as de cálcio e magnésio em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo Embrapa (1999).

3.11 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a Análise de Variância e, nos casos de significância ($p < 0,05$), empregou-se teste Tukey 5% para as comparações das médias, utilizando-se o software SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de Liteira

Mediante a coleta de liteira oriunda dos sistemas analisados (floresta nativa e capoeira) foi possível avaliar a produção mensal nas diferentes frações. Observa-se que as médias dos valores anuais de produção de liteira para floresta nativa ($9.038,34 \text{ kg ha}^{-1}$) foram superiores ao encontrado na capoeira ($6.363,56 \text{ kg ha}^{-1}$) (Tabela 1).

Esses resultados concordam com Teixeira et al. (2001) que estudaram ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta nativa, capoeira e consórcio com plantas perenes e verificaram maior produção na floresta nativa.

Os valores diferenciados para a produção de liteira, entre os sistemas, possivelmente, deve-se ao fato de que as espécies arbóreas encontradas nesses sistemas têm comportamentos fenológicos distintos e, conseqüentemente, produção diferenciada. Por outro lado, foi possível observar que na capoeira mesmo estando em fase de regeneração natural há mais de dez anos, ainda não alcançou a produção obtida na floresta; o que ressalta a importância da preservação dos sistemas florestais.

Essa produção diferenciada pode ser justificada, também, por Miller (1995), quando comentou que na fase de desenvolvimento de um povoamento florestal, a maior parte da energia e dos nutrientes é alocada para a construção da biomassa foliar, sendo que essa biomassa aumenta até as copas das árvores fecharem o dossel do povoamento.

TABELA 1. Valores médios de produção de liteira nos sistemas floresta nativa e capoeira

Mês	Fração	Floresta Nativa	Capoeira
		kg ha ⁻¹	
Setembro	<i>Folhas</i>	355,69	242,92
	<i>Ramos</i>	468,47	181,81
	<i>Miscelânea</i>	223,19	64,86
Outubro	<i>Folhas</i>	626,67	235,69
	<i>Ramos</i>	362,64	114,17
	<i>Miscelânea</i>	234,03	105,97
Novembro	<i>Folhas</i>	405,41	189,03
	<i>Ramos</i>	124,87	152,78
	<i>Miscelânea</i>	98,34	168,06
Dezembro	<i>Folhas</i>	319,17	180,00
	<i>Ramos</i>	109,86	168,20
	<i>Miscelânea</i>	92,78	117,36
Janeiro	<i>Folhas</i>	512,18	254,49
	<i>Ramos</i>	119,10	457,85
	<i>Miscelânea</i>	180,31	138,49
Fevereiro	<i>Folhas</i>	311,15	156,36
	<i>Ramos</i>	130,74	32,98
	<i>Miscelânea</i>	72,29	191,83
Março	<i>Folhas</i>	341,25	188,54
	<i>Ramos</i>	65,79	57,07
	<i>Miscelânea</i>	66,63	51,40
Abril	<i>Folhas</i>	493,81	259,68
	<i>Ramos</i>	121,33	134,37
	<i>Miscelânea</i>	98,84	56,10
Maio	<i>Folhas</i>	337,50	156,46
	<i>Ramos</i>	49,88	11,12
	<i>Miscelânea</i>	65,38	24,42
Junho	<i>Folhas</i>	378,75	303,39
	<i>Ramos</i>	78,36	35,25
	<i>Miscelânea</i>	94,50	35,90
Julho	<i>Folhas</i>	996,08	931,74
	<i>Ramos</i>	230,93	92,59
	<i>Miscelânea</i>	203,80	55,71
Agosto	<i>Folhas</i>	473,36	717,04
	<i>Ramos</i>	90,27	70,85
	<i>Miscelânea</i>	104,92	29,05
Total		9.038,34	6.363,56

Brown e Lugo (1990) têm a mesma teoria para alocação dos recursos em florestas secundárias, ou seja, a produção de folhagem é priorizada até ocorrer o fechamento do dossel e só então, que o crescimento do povoamento em área basal e volume de madeira começam a ser expressivos.

A produção de liteira em floresta nativa verificada nesta pesquisa foi comparável às observadas por Arato (2003), quando estudou florestas estacionais semidecíduais que encontrou $8.700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de liteira e por Cunha (1997), que estudando três fases sucessionais de floresta estacional decidual, relatou a produção de $9.500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em floresta secundária.

Apesar da diferença entre a produção anual dos sistemas avaliados, esses resultados encontram-se com valores médios próximos daqueles obtidos por Morellato (1992) em floresta estacional semidecídua e Muller (1987) em capoeira que foi de $8.800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $7.206,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente; por König et al. (2002), em floresta estacional decidual, que observou produção de liteira de $9.200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e Cunha (1997), em área de capoeira com 13 anos, obteve produção de $5.700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

A produção de liteira na floresta detectada neste estudo correspondeu às observadas por Gama-Rodrigues (2002) que foi de $10.100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, por César (1991) de $8.800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e Gabriel (1997) de $7.900 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Brun et al. (1999) estudaram três fases sucessionais denominadas de capoeirão (27 anos), floresta secundária (50 anos) e floresta madura (mais de 100 anos), de uma floresta estacional decidual relatando produção de liteira de 6.500; 7.400 e $9.700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente.

Os resultados apresentados pela literatura e os observados nesta pesquisa, para produção de liteira na floresta e capoeira foram similares, ainda que tenham sido desenvolvidos em regiões distintas, ou seja, seguiram a mesma tendência com produção superior para o ambiente de floresta.

A deposição de liteira foi maior na estação mais seca (com destaque para os meses de setembro e outubro) tal acontecimento pode ser explicado

pela redução da precipitação, com isso, esses sistemas sofreram estresse hídrico, ocasionando maior queda de folhas e elevada produção de liteira nesse período. Do mesmo modo, ocorreu máxima produção no mês de julho, o que foi justificado pela flutuação climática, já que em junho não houve precipitação e em julho foi de 75,4 mm, ocasionando maior deposição de material vegetal. Conforme Luizão (1989), extensas chuvas (>40,0 mm) associadas a ventos após períodos com mais de cinco dias sem chuvas induz alta deposição de liteira, fato esse observado nesta pesquisa.

Bray e Gorham (1964) verificaram que os períodos de maior produção de liteira são frequentemente relacionados com a diminuição do fotoperíodo ou a períodos de déficit hídrico, que refletem uma estratégia de resistência a fatores de tensão ambiental, associado ao aproveitamento máximo dos recursos ambientais. Carpanezzi (1980) sugeriu que, independente das chuvas, há outros fatores ambientais e ou fisiológicos associados à caducifolia e cita como possíveis fatores ambientais, as variações estacionais de fotoperíodo e temperatura.

Teixeira et al. (2001), Dantas e Phillipson (1989) e Luizão (1989) igualmente, observaram deposição contínua de liteira durante todos os meses do ano, sendo que as maiores ocorreram na época de menor precipitação pluviométrica e as menores produções de liteira foram observadas no período de maior precipitação.

No sistema de floresta nativa a produção média de liteira do período seco correspondeu 41% da liteira produzida no ano para os meses de setembro e outubro, com maior participação das folhas. No entanto, para a capoeira foi de 43% da liteira produzida durante o período estudado, porém ocorreram três picos de deposição média de liteira: em julho e agosto (maior deposição de folhas) e em janeiro (maior deposição de ramos).

Custódio Filho (1994) concluiu que há relações perceptíveis, mas não estatisticamente comprováveis entre condições climáticas e a deposição de liteira ou suas frações, tanto para os valores máximos, como para os valores mínimos.

No período do estudo verificaram-se resultados significativamente diferentes para a produção de liteira, entre os sistemas, nos meses de setembro e outubro, sendo na floresta nativa as maiores deposições (Figura 5). Esse fato está associado à fenologia das espécies predominantes que compõe o sistema de floresta, como também, constatou-se que nesses meses foram derrubadas algumas árvores, pela ação do vento, o que pode ter contribuído com maior deposição nesse sistema. Os fenômenos fenológicos estão de certo modo ligados às condições climáticas específicas e, em geral, às épocas de maior queda de liteira coincidem com finais de períodos secos (Cunha, 1997).

A menor deposição de liteira foi observada nos meses de precipitações mais intensas (novembro a março), pois segundo Morellato (1995) existe uma boa relação da deposição de liteira com a precipitação nos períodos chuvosos, ocorrendo queda na produção com o aumento da precipitação.

No entanto, no mês de janeiro ocorreu elevada produção de liteira $811,59 \text{ kg ha}^{-1}$ na floresta e $850,83 \text{ kg ha}^{-1}$ na capoeira o que pode ser explicado por intensas chuvas (287,50 mm) ocorridas na região ocasionando, com isso, queda de material vegetal. Durante o período experimental esse mês foi o que apresentou maior precipitação pluviométrica.

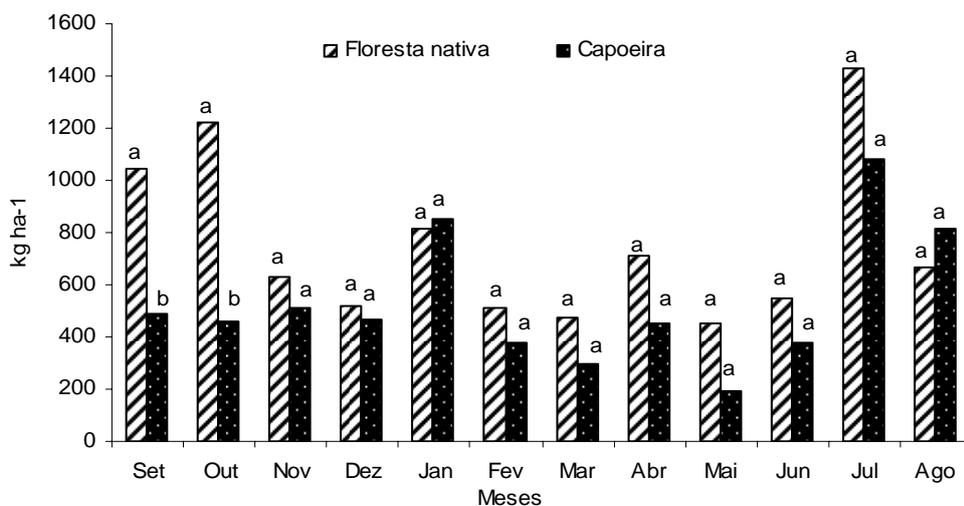


FIGURA 5. Produção média anual de liteira na floresta nativa e capoeira

Dos meses avaliados, observou-se que o mês de julho destacou-se por apresentar os maiores valores médios de folhas para ambos os sistemas, pois ocorreu da mesma forma, maior deposição de liteira. Da produção de liteira obtida no mês de julho, a porção folha correspondeu a 69,6% na floresta e de 86,3% na capoeira. Segundo Bray e Gorham (1964) a participação das folhas nas diferentes florestas situa-se entre 60% e 80% do material orgânico acumulado no solo.

Devido aos fortes ventos ocorridos na região, no mês de setembro, a deposição de ramos foi mais expressiva na floresta nativa, pois a derrubada de algumas árvores de maior porte possibilitou aberturas de clareiras e com isso, a queda dos ramos mortos. Herbohn e Congdon (1993), também, relataram que ventos fortes foram suficientes para remover grande proporção de ramos mortos retidos no dossel em uma floresta na Austrália. No entanto, Xiong e Nilson (1997) constataram picos de produção de ramos, somente, na estação chuvosa e relacionaram com a ação mecânica das chuvas.

A maior deposição de miscelânea foi alcançada em outubro na floresta nativa e em fevereiro na capoeira. Esse resultado foi justificado por Cunha et al. (1993), quando comentou que as diferentes espécies vegetais

componentes dos ecossistemas possuem flores, frutos e sementes, com massas diferentes e são, além disso, produzidas em distintas quantidades e épocas do ano. Para Proctor (1983), essa fração da liteira é a mais variável, tanto em quantidade como em sazonalidade.

4.2 Sazonalidade na Produção de Liteira

Considerando que a queda de liteira está relacionada com as variações climáticas, foram elaborados gráficos contendo a sazonalidade de produção das frações (folhas, ramos e miscelânea) no período de setembro 2003 a agosto de 2004 (Figura 6), onde observou-se que as frações apresentaram tendências diferentes quanto à variação estacional.

Nesta pesquisa o padrão de deposição de folhas foi semelhante ao da liteira total, com produção máxima no início da estação seca. Fato esse confirmado por Golley (1983) e Correa Neto et al. (2001), que observaram a queda de folhas na região tropical é contínua, mas apresenta deposição máxima na estação seca.

As maiores deposições da liteira e folhas na estação seca podem ser explicadas por Oliveira (1987), quando ressaltou que o déficit hídrico no solo tem grande relação com a produção de liteira, ou seja, a baixa disponibilidade de água no solo faz com que a planta ative seus mecanismos de economia de água, sendo que um desses é a eliminação de parte da folhagem.

A sazonalidade na produção de liteira foi mais acentuada na floresta nativa, principalmente, para a fração folhas. Tais resultados são concordantes com os relatados por Oliveira (1997) em florestas estacionais semideciduais e por König et al. (2002) que constataram em áreas de florestas tropicais estacionais maiores produção da fração folhas.

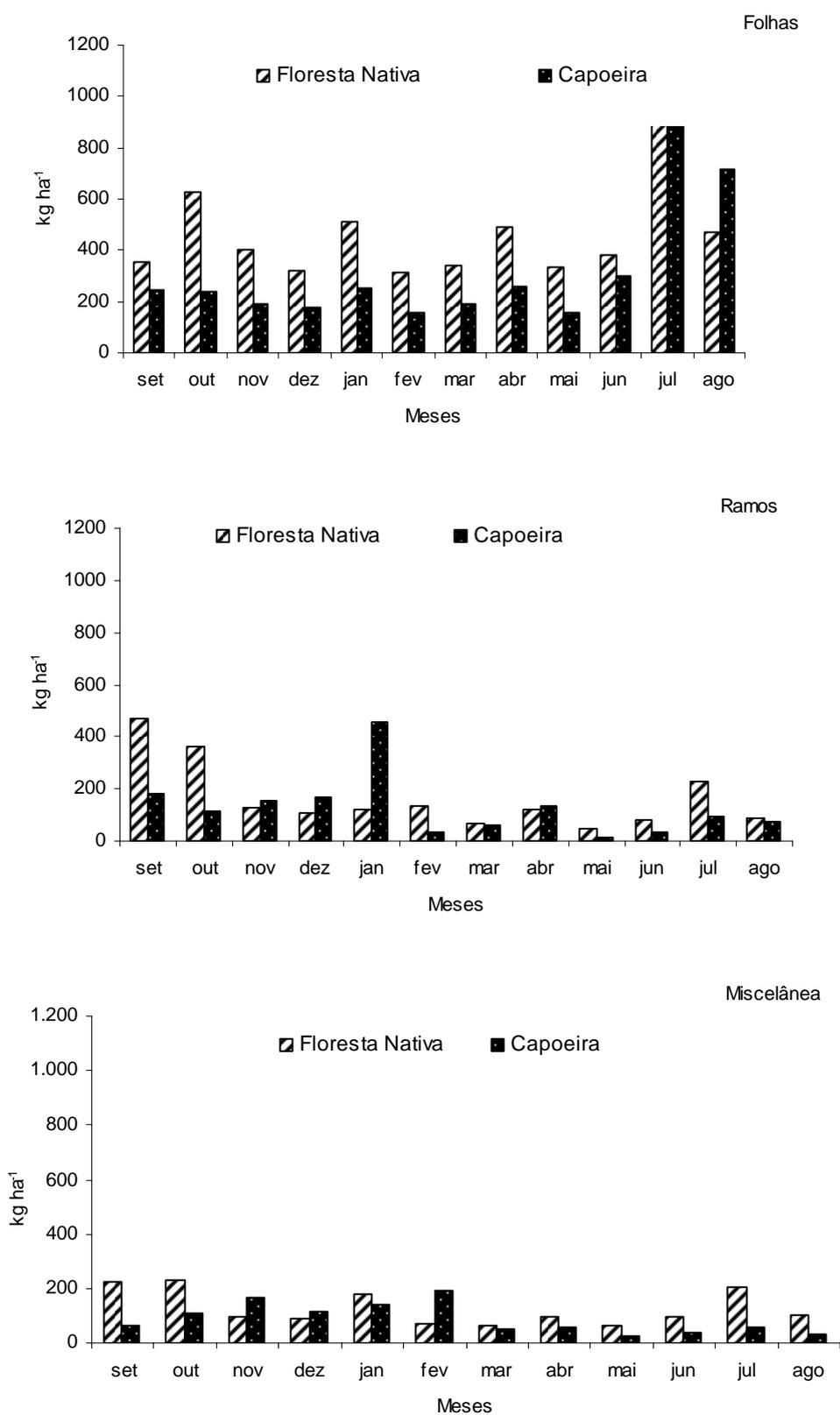


FIGURA 6. Valores médios de folhas, ramos e miscelânea obtidos pelos sistemas de floresta nativa e capoeira

Na floresta nativa e capoeira as folhas constituíram a fração mais expressiva, representando em média 61,4% e 59,9%, respectivamente, da liteira produzida durante a fase experimental. Esses resultados corroboram aos observados por Cunha et al. (1993), onde relataram que a produção de folhas foi responsável por 66% do total da liteira em floresta estacional decídua. Os valores estimados para essa fração, de diferentes florestas, são os mais comparados, tendo em vista ser mais constante e homogênea (Pagano, 1989). Por esta razão, que a fração folhas é, comumente, empregada para comparação de liteira em diferentes ecossistemas florestais (Cunha et al., 1993).

Martins e Rodrigues (1999) observaram os maiores valores de produção da fração foliar de 75,8% da massa seca total na floresta estacional semidecidual. Em florestas semidecíduas do estado de São Paulo, foram encontrados percentuais de 62,03% (Pagano, 1989). A participação das folhas, segundo Cunha (1997) na liteira total na capoeira e na mata foi de aproximadamente 65% e 73%, respectivamente.

Diversos estudos em florestas sob diferentes condições climáticas têm demonstrado que os principais constituintes do material decíduo são as folhas, correspondendo em média a 70% do material depositado no solo (Schlitter et al. 1993; Britez, 1992; Morellato, 1992 e Barbosa, 2000).

Em ordem decrescente de contribuição seguida das folhas, aparecem à fração ramos que em setembro de 2003 alcançou produção máxima de 21,9% na floresta nativa e na capoeira 23,7%. Valor aproximado, ao encontrado para a floresta, foi verificado por König et al. (2002) de 19,3% . Nos estudos de Custódio Filho (1994), a fração ramos na floresta contribuiu com 16,1% da formação de liteira.

A fração miscelânea foi a que apresentou a menor participação relativa no peso total da liteira sendo de 16,7% e 16,4% para floresta nativa e capoeira, respectivamente. No entanto, esses resultados foram superiores ao observado por Cunha (1997) que encontrou 4,5% na capoeira e 10% na floresta. Segundo Bray e Gorham (1964) as florestas de diferentes zonas

macroecológicas são constituídas de 12 a 15% de ramos e de 1 a 15% de frutos.

A variação temporal da queda de miscelânea foi bastante irregular, não apresentando padrão sazonal bem definido principalmente, para a floresta nativa com maiores deposições entre os meses de setembro, outubro e julho e capoeira, com maior produção nos meses de novembro e fevereiro. Tal influência foi observada por Schumacher et al. (1994) em povoamentos puros de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*.

A queda de miscelânea, neste estudo, seguiu padrões diferentes das demais frações, sendo, provavelmente, influenciada por períodos de floração das espécies mais abundantes na área, as quais, por ocasião da derrubada de suas flores e frutos, incrementaram a fração miscelânea com material dessa ordem.

As estratificações do material decíduo, durante as diferentes estações do ano demonstraram que a unidade anatômica vegetal que mais contribuiu na formação da liteira foi a fração folha. Nesta pesquisa a deposição desse material seguiu a seguinte ordem de grandeza: folha > ramos > miscelânea. Essa ordem de produção foi semelhante aos resultados dos trabalhos relatados por Schumacher (1992) e Martins e Rodrigues (1999).

4.3 Taxa de Decomposição da Liteira

A constante de decomposição da liteira (K) nos sistemas de floresta nativa e capoeira foram, respectivamente, de 0,53 e 0,73 (Tabela 2). Esses valores são próximos aos encontrados em diferentes áreas florestais por Delitti (1984) de 0,58; Varjabedian e Pagano (1988) de 0,72 anos e Custódio Filho (1994) de 0,53.

TABELA 2. Taxas de decomposição (K), tempo médio de renovação da liteira (1/K) e tempos necessários para a decomposição de 50% (t 0,5) e 95% (t 0,05) da liteira

Sistemas	K	1/K	anos	
			t 0,5	t 0,05
Floresta Nativa	0,53	1,89	1,31	5,67
Capoeira	0,73	1,36	0,94	4,10

Segundo Olson (1963) as florestas tropicais são consideradas em estado de equilíbrio quando os valores de K situam-se na faixa de um a quatro. No entanto, os resultados deste estudo foram inferiores (0,53 e 0,73), indicando que os sistemas avaliados não atingiram, ainda, seu estado de equilíbrio dinâmico, ou seja, a taxa de deposição anual da liteira não foi equivalente a sua taxa de decomposição.

O tempo médio de renovação, pela fórmula 1/K para floresta nativa foi de 1,89 anos (689 dias) e para capoeira de 1,36 anos (496 dias). Esses valores apontam que na capoeira a renovação do material vegetal está ocorrendo mais rapidamente; e estão próximos ao estimado por Brown e Lugo (1982) em florestas tropicais, quando determinaram que o tempo médio para a renovação da liteira é de aproximadamente um ano.

O tempo médio estimado para que ocorra decomposição de 50% da liteira na floresta nativa foi determinado em 1,39 anos (507 dias); e na capoeira 1,07 anos (390 dias) e o tempo necessário para desaparecimento de 95% da liteira para floresta foi igual a 6,03 anos (2.200 dias) e para capoeira de 4,63 anos (1.689 dias). Esses resultados indicam rápida liberação e reaproveitamento de nutrientes por parte da vegetação no sistema de capoeira quando comparado ao da floresta. Para Jordan (1985), a rápida transformação da liteira produzida continuamente ao longo do ano, assegura uma continuidade do suprimento anual de nutrientes.

Os resultados observados nesta pesquisa são justificados por César (1993), quando relatou que as diferenças nas taxas de decomposição da liteira entre sistemas tropicais estão atribuídas a fatores bióticos e abióticos. Dentre os bióticos, destacam-se principalmente, as texturas das folhas e a

atividade microbiológica e, dentre os abióticos, ressaltam a ação direta da pluviosidade e temperatura, e indireta da umidade relativa e hora de insolação. No entanto, neste trabalho ressaltam-se apenas os fatores bióticos, pois os sistemas estudados estão sob as mesmas condições ambientais. Assim, sob as mesmas condições edafoclimáticas, a taxa de decomposição da liteira de diversas espécies florestais pode variar conforme a qualidade (teor de lignina, por exemplo) do substrato (Taylor et al., 1989).

Minderman (1968) estudou a degradação em florestas de diferentes compostos orgânicos que compõem a liteira e verificou que, enquanto certos componentes se degradam rapidamente, outros podem demorar dezenas de anos para desaparecer totalmente. Dentre as diferentes partes que constituem a liteira, as folhas podem ser consideradas como de rápida decomposição, além de constituir um material homogêneo que permite estabelecer critérios de comparação mais precisos entre as taxas de decomposição observadas nos diferentes ecossistemas florestais.

4.4 Concentração de Nutrientes da Liteira

As concentrações médias anuais dos nutrientes, nitrogênio e fósforo, contidos na liteira dos sistemas estudados variaram significativamente, quando avaliados por fração orgânica (Tabela 3).

Nas diferentes frações que constituem a liteira observou-se composições químicas distintas ao longo do ano. No entanto, nessas frações as concentrações de potássio, cálcio, magnésio e enxofre não diferiram estatisticamente entre os sistemas.

TABELA 3. Concentrações anuais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre para floresta nativa e capoeira

Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Folhas						
Floresta Nativa	16,08a	0,95a	5,29a	4,62a	0,54a	0,97a
Capoeira	10,72b	0,73b	4,20a	4,54a	0,53a	0,83a
Ramos						
Floresta Nativa	11,51a	0,84a	5,40a	4,79a	1,40a	0,96a
Capoeira	7,76b	0,64b	4,60a	4,48a	0,55a	0,79a
Miscelânea						
Floresta Nativa	17,33a	1,12a	5,28a	4,22a	0,42a	1,08a
Capoeira	13,80b	0,85b	4,57a	4,59a	0,48a	0,81a

Médias seguidas por letras iguais nas colunas dentro de cada fração, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

A fração folha, em quantidade absoluta, não teve contribuição expressiva em nutrientes, exceto para o nitrogênio. Contudo, foi a principal componente da liteira em produção. Nessa fração, somente, o nitrogênio e o fósforo diferiram entre os sistemas avaliados, sendo que na floresta observou-se maiores concentrações dos nutrientes. Entretanto, esses resultados foram diferentes dos obtidos por Cunha (1997) quando detectou maior concentração desses no sistema de capoeira.

Na fração ramos os nutrientes nitrogênio e fósforo diferiram entre os sistemas avaliados, igualmente à fração folha, verificou-se maiores concentrações. Também, Gama-Rodrigues e Barros (1997) observaram o enriquecimento desses nutrientes na floresta, o que foi atribuído a mineralização da liteira.

Na liteira, as maiores concentrações de nitrogênio, fósforo e enxofre foram observados na fração miscelânea, possivelmente, devido à composição da mesma, incluindo vegetais não identificados, casca de árvores, flores, etc. No entanto, apenas para o nitrogênio e fósforo foram detectadas diferenças significativas entre os sistemas, destacando-se a floresta nativa. Resultados semelhantes foram relatados por Cunha et al. (1993) e Teixeira et al. (2001).

A magnitude de transferência de nutrientes ao solo em função das frações na floresta nativa foi assim representada: para as folhas: N>K>Ca>S>P>Mg; ramos: N>K>Ca>Mg>S>P e miscelânea: N>K>Ca>P>S>Mg. Essa ordem foi diferenciada na capoeira para as folhas: N>Ca>K>S>P>Mg e ramos: N>K>Ca>S>P>Mg. As concentrações de nutrientes na liteira foram influenciadas pela composição florística. A magnitude de nutrientes nas frações foi de: miscelânea>folha>ramos. Conforme Veneklass (1991), a diferença na concentração de elementos minerais, nas diferentes frações, está baseada, em grande parte, na estrutura dos tecidos que predominam nos diferentes órgãos da planta.

A exportação de nutrientes é sempre proporcional à quantidade de biomassa exportada. Todavia, cada componente da árvore, possui diferentes concentrações de nutrientes em seus tecidos, havendo um gradiente que geralmente apresenta a seguinte seqüência: folha>casca>ramos>lenho (Poggiani, 1985).

Com base nas concentrações médias anuais dos nutrientes nos ambientes estudados (Figura 7), observou-se que a ciclagem através da liteira, se processou sem interrupção durante o ano, sendo que o nitrogênio apresentou maior contribuição para ambos os sistemas.

Observou-se, da mesma forma, que no período anual as concentrações médias de nutrientes foram maiores na floresta nativa que na capoeira, então, a ordem de contribuição absoluta dos nutrientes para a floresta nativa foi: N>K>Ca>S>P>Mg e na capoeira: N>Ca>K>S>P>Mg, confirmando ao citado por Carpanezzi (1980), quando ressaltou que as florestas tropicais apresentam taxas superiores em termos de deposição de nutrientes.

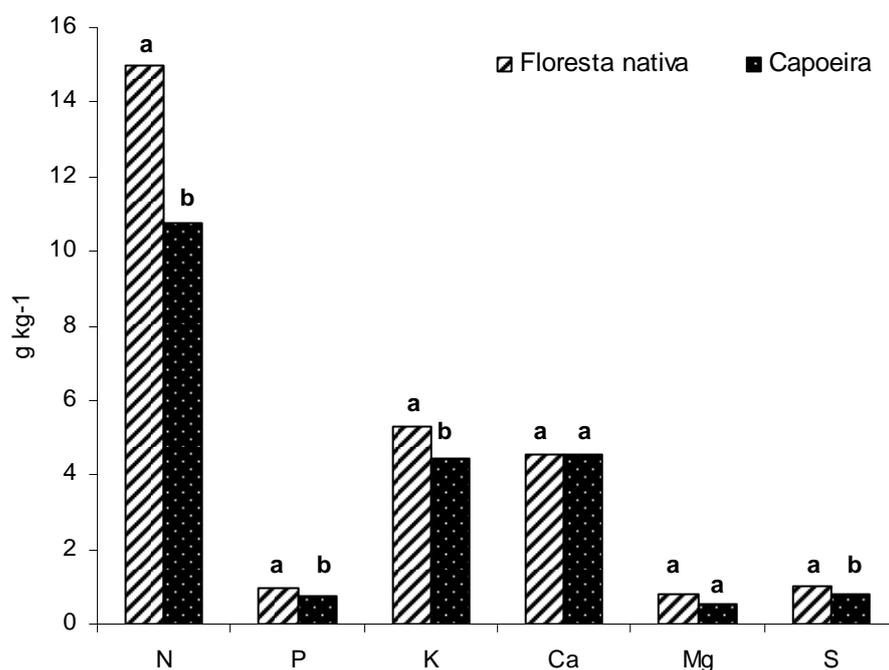


FIGURA 7. Concentração média anual de nutrientes na floresta nativa e capoeira

Os valores médios anuais das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre foram significativamente maiores na floresta nativa quando comparado com a capoeira, sendo que para o nitrogênio foi de 14,97 g kg⁻¹ para floresta e de 10,76 g kg⁻¹ para a capoeira; o fósforo foi 0,97 g kg⁻¹ na floresta e 0,74 g kg⁻¹ na capoeira; o potássio de 5,32 g kg⁻¹ na floresta e 4,76 g kg⁻¹ na capoeira e para o enxofre verificou-se 1,00 g kg⁻¹ na floresta e de 0,81 g kg⁻¹ na capoeira.

Os nutrientes cálcio e magnésio não apresentaram diferenças significativas em suas concentrações médias anuais entre os sistemas estudados. Porém, foram observadas concentrações de cálcio na floresta de 4,54 g kg⁻¹ e na capoeira de 4,53 g kg⁻¹, sendo que para o magnésio as concentrações foram de 0,79 g kg⁻¹ na floresta e de 0,53 g kg⁻¹ na capoeira.

Na Tabela 4, verifica-se as concentrações médias mensais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre nos sistemas estudados. As concentrações dos nutrientes nas diferentes frações da liteira variaram, conforme o elemento, em maior ou menor intensidade ao longo do tempo.

As quantidades de nutrientes transferidas anualmente através da deposição da liteira encontradas no presente estudo, para floresta nativa, foram comparáveis com outras obtidas em pesquisas por Gama-Rodrigues e Barros (2002).

O nitrogênio, fósforo e potássio foram os que apresentaram maiores variações temporais em suas concentrações na liteira, indiferentes ao tipo de fração ou sistema. No entanto, para o cálcio, magnésio e enxofre verificaram-se as menores variações entre os sistemas. A explicação possível, para que tal fato tenha ocorrido neste trabalho, seja a presença, na liteira, de material com grandes teores dos elementos provenientes de alguma espécie ou grupo de espécies. Estes resultados são análogos aos detectados por Konig et al. (2002).

As concentrações mais elevadas, entre os nutrientes, foram observadas no nitrogênio variando de 13,30 a 17,29 g kg⁻¹ na floresta nativa e de 8,93 a 11,82 g kg⁻¹ na capoeira. Para esse nutriente verificaram-se diferenças significativas entre os sistemas, se destacando com valores superiores em todos os meses na floresta, o que provavelmente deve-se ao fato da ocorrência de diferentes espécies que compõem os sistemas.

O potássio foi o segundo nutriente em concentração, sendo que seus valores oscilaram entre 2,58 a 7,30 g kg⁻¹ na floresta e de 1,56 a 6,14 g kg⁻¹ na capoeira. Porém, não foram encontradas diferenças significativas entre os sistemas nos meses de dezembro, fevereiro, abril e junho.

Tabela 4. Concentração média mensal de nutrientes para os sistemas estudados

Mês	Sistema	g kg ⁻¹					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Setembro	Floresta nativa	14,52a	0,71a	2,76a	2,34a	0,77a	0,76a
	Capoeira	9,78b	1,10b	1,56b	1,90b	0,90a	0,74a
Outubro	Floresta nativa	15,21a	1,05a	5,36a	2,64a	0,97a	0,71a
	Capoeira	11,11b	0,75b	2,81b	2,16a	1,09a	0,59b
Novembro	Floresta nativa	16,63a	1,08a	5,40a	3,50a	0,95a	0,79a
	Capoeira	10,91b	0,68b	3,84b	3,36a	1,05a	0,75a
Dezembro	Floresta nativa	17,29a	1,02a	4,42a	4,35a	1,17a	1,05a
	Capoeira	10,87b	0,58b	3,89a	3,65a	0,97a	0,74b
Janeiro	Floresta nativa	16,77a	0,92a	5,35a	3,74a	0,19a	0,94a
	Capoeira	8,93b	0,73b	3,89b	4,52a	0,78b	0,70a
Fevereiro	Floresta nativa	15,92a	0,85a	5,79a	5,59a	0,19a	1,00a
	Capoeira	11,75b	0,81a	5,60a	5,07a	0,40a	0,76a
Março	Floresta nativa	15,52a	0,99a	6,20a	6,16a	0,33a	1,89a
	Capoeira	10,29b	0,61b	4,67b	5,09a	0,21a	0,75b
Abril	Floresta nativa	14,63a	0,76a	4,01a	4,54b	0,21a	0,87a
	Capoeira	9,85b	0,68a	4,12a	6,89a	0,21a	0,66a
Maio	Floresta nativa	15,67a	0,99a	7,30a	5,05b	0,28a	0,99a
	Capoeira	11,56b	0,75b	4,66b	7,42a	0,25a	0,92a
Junho	Floresta nativa	14,61a	1,02a	5,59a	5,54a	0,27a	1,03a
	Capoeira	11,82b	0,70b	5,41a	5,27a	0,29a	1,12a
Julho	Floresta nativa	13,69a	0,89a	4,77b	4,79a	0,23a	0,86a
	Capoeira	9,53b	0,69a	6,14a	5,17a	0,32a	0,67a
Agosto	Floresta nativa	13,30a	1,14a	2,58b	4,49a	0,23a	0,85a
	Capoeira	10,18b	1,23a	4,79a	3,16a	0,20a	1,17b

Médias seguidas por letras iguais nas colunas dentro de cada fração, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

O cálcio foi o terceiro nutriente em concentração na liteira, cujos valores, em ambos os sistemas variaram de 2,34 a 6,16 g kg⁻¹ na floresta e de 1,90 a 7,42 g kg⁻¹ na capoeira. Os valores médios anuais de

concentração diferiram significativamente, entre os sistemas, nos meses de setembro, abril e maio.

O magnésio e enxofre foram os nutrientes em menores concentrações, as quais se apresentaram estáveis durante o período de estudo, sendo o magnésio variando de 0,23 a 1,17 g kg⁻¹ na floresta e 0,20 a 1,09 g kg⁻¹ na capoeira e para o enxofre de 0,71 a 1,89 g kg⁻¹ na floresta e de 0,59 a 1,17 g kg⁻¹ na capoeira. Entre os sistemas foram verificadas diferenças significativas para o magnésio, apenas, no mês de janeiro, e para o enxofre, nos meses de outubro, dezembro, março e agosto.

Nota-se que a liteira influencia a dinâmica nutricional dos sistemas de forma sazonal, uma vez que as concentrações dos elementos variaram significativamente durante o ano, em função de sua quantidade (produção) e de sua qualidade (tipo de material vegetal das espécies o qual compõem os sistemas avaliados). Os resultados deste trabalho contradizem o mencionado por Leitão e Silva (2004), que encontraram maiores concentrações de nutrientes no período chuvoso em uma reserva biológica no estado de São Paulo.

De maneira geral, a quantidade de nutrientes depositada através da liteira na floresta foi maior que na capoeira e, com isso, no sentido de se proceder a uma análise individualizada nos sistemas e nas quantidades dos nutrientes armazenados nas folhas, ramos e miscelânea, na Tabela 5 verifica-se as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na floresta nativa.

O nitrogênio foi o elemento que apresentou as concentrações mais elevadas, entre todos os nutrientes estudados, variando de 9,69 g kg⁻¹ a 19,31 g kg⁻¹ nas folhas. Os valores foram sempre superiores, destacando-se o mês de dezembro nas frações folhas e ramos; e em maio na miscelânea.

TABELA 5. Concentração de nutrientes para cada fração e época de observação na floresta nativa

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
Setembro	Folhas	15,86	0,76	3,34	2,53	0,84	0,79
	Ramos	12,23	0,68	2,47	2,70	0,76	0,72
	Miscelânea	17,19	0,71	2,47	1,28	0,70	0,82
Outubro	Folhas	16,88	1,06	5,15	2,71	1,13	0,74
	Ramos	9,69	0,80	5,08	2,66	0,68	0,71
	Miscelânea	19,31	1,40	6,34	2,43	1,02	0,65
Novembro	Folhas	17,91	1,16	5,11	3,87	1,07	0,82
	Ramos	12,04	0,96	6,04	2,27	0,53	0,63
	Miscelânea	17,16	0,91	5,82	3,56	1,02	0,89
Dezembro	Folhas	18,27	1,02	4,32	4,49	1,20	1,15
	Ramos	14,17	1,18	4,88	4,27	1,20	0,80
	Miscelânea	17,65	0,85	4,22	3,99	1,04	1,02
Janeiro	Folhas	18,13	0,95	5,32	4,67	0,20	0,93
	Ramos	11,50	0,71	5,47	3,47	0,17	0,82
	Miscelânea	16,41	0,99	5,36	1,30	0,16	1,06
Fevereiro	Folhas	17,39	0,84	5,73	6,18	0,22	1,00
	Ramos	11,70	0,69	5,95	3,83	0,16	0,98
	Miscelânea	17,21	1,16	5,76	6,23	0,18	1,04
Março	Folhas	16,27	0,99	6,19	6,45	0,22	1,74
	Ramos	11,37	0,86	6,70	5,14	0,21	2,91
	Miscelânea	15,78	1,14	5,80	5,71	0,22	1,68
Abril	Folhas	15,54	0,78	3,86	4,75	0,22	0,91
	Ramos	10,77	0,65	4,37	4,03	0,22	0,72
	Miscelânea	14,84	0,79	4,34	4,13	0,18	0,83
Maio	Folhas	15,05	0,93	7,52	4,97	0,28	1,00
	Ramos	12,88	0,93	7,20	4,14	0,29	0,76
	Miscelânea	21,00	1,41	6,10	6,13	0,27	1,12
Junho	Folhas	14,78	0,92	5,74	5,10	0,28	0,99
	Ramos	10,08	0,73	4,50	9,10	0,26	0,76
	Miscelânea	17,73	1,59	5,90	4,38	0,25	1,42
Julho	Folhas	13,86	0,82	4,91	4,95	0,23	0,79
	Ramos	10,27	0,76	4,72	4,58	0,25	0,73
	Miscelânea	16,80	1,43	4,20	4,30	0,22	1,39
Agosto	Folhas	13,05	1,20	7,07	4,85	0,24	0,80
	Ramos	10,44	1,04	6,25	3,66	0,22	1,00
	Miscelânea	16,89	0,99	6,70	3,63	0,22	0,96

A concentração média na floresta ficou próximo do valor determinado por Kato (1995), que encontrou concentrações mais elevadas de nitrogênio entre todos os nutrientes estudados, destacando-se na floresta.

O potássio foi o segundo elemento em maior concentração na liteira, onde os valores oscilaram entre $3,34 \text{ g kg}^{-1}$ a $7,52 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas. Esses resultados confirmam aos verificados por Silva (1990) e Dantas e Phillipson (1989) que encontraram quantidade de potássio de $4,30 \text{ g kg}^{-1}$ e $3,30 \text{ g kg}^{-1}$ nas folhas, respectivamente.

O cálcio como terceiro elemento, apresentou valores de $1,28$ a $9,1 \text{ g kg}^{-1}$, com maior concentração em junho na fração ramos, fato que pode ser explicado pela flutuação climática, ocasionando maior deposição de material vegetal (Luizão, 1989).

O magnésio juntamente com o enxofre e o fósforo foram os elementos em menores concentrações. Os valores de magnésio variaram entre $0,16 \text{ g kg}^{-1}$ a $1,20 \text{ g kg}^{-1}$ destacando-se o mês de dezembro nas folhas, cuja concentração foi de $1,20 \text{ g kg}^{-1}$. O fósforo oscilou entre $0,68$ a $1,59 \text{ g kg}^{-1}$, apresentando maior concentração no mês de junho na fração miscelânea, com $1,59 \text{ g kg}^{-1}$. De acordo com Raji (1991), o fósforo é essencial para a formação de frutos e sementes. Para o nutriente enxofre os valores variaram entre $0,65 \text{ g kg}^{-1}$ e $2,91 \text{ g kg}^{-1}$, com maior concentração nos ramos no mês de março de $2,91 \text{ g kg}^{-1}$.

As concentrações médias mensais dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na liteira da capoeira estão apresentados na Tabela 6.

O nitrogênio foi o elemento que se destacou com maiores concentrações entre todos os nutrientes, variando de $4,20 \text{ g kg}^{-1}$ a $16,33 \text{ g kg}^{-1}$. Nas frações analisadas, observaram-se os maiores teores desse nutriente em dezembro para a fração folhas com $11,64 \text{ g kg}^{-1}$; em junho para a fração ramos com $10,50 \text{ g kg}^{-1}$ e em agosto para a fração miscelânea com $16,33 \text{ g kg}^{-1}$, sendo essa a que contribuiu com quantidade superior depositada. Schumacher et al. (2003), igualmente, encontrou o teor de N mais elevado na fração miscelânea.

O segundo elemento foi o potássio com maiores concentrações nos ramos em julho, com $7,42 \text{ g kg}^{-1}$, seguido da fração miscelânea com $7,31 \text{ g kg}^{-1}$ em maio e $6,00 \text{ g kg}^{-1}$ na fração folhas.

Tabela 6. Concentração de nutrientes para cada fração e época de observação na capoeira

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
Setembro	Folhas	10,44	1,26	1,65	2,57	0,86	0,78
	Ramos	7,75	1,05	1,35	2,57	0,99	0,65
	Miscelânea	13,00	0,62	1,81	1,88	0,83	0,87
Outubro	Folhas	11,49	0,73	2,94	2,50	1,18	0,73
	Ramos	6,17	0,50	2,13	1,38	0,87	0,31
	Miscelânea	15,60	1,05	3,26	2,25	1,13	0,59
Novembro	Folhas	11,28	0,69	3,56	3,18	0,99	0,67
	Ramos	7,44	0,49	4,28	4,11	1,23	0,73
	Miscelânea	13,65	0,83	3,76	2,88	0,96	0,85
Dezembro	Folhas	11,64	0,58	4,04	3,68	0,94	0,84
	Ramos	7,71	0,46	3,75	3,83	1,06	0,62
	Miscelânea	14,22	0,76	3,84	3,34	0,87	0,76
Janeiro	Folhas	10,78	0,79	3,85	4,31	0,72	0,79
	Ramos	7,06	0,65	3,86	4,86	0,78	0,64
	Miscelânea	11,72	0,86	4,07	3,77	0,86	0,76
Fevereiro	Folhas	10,87	0,73	5,66	5,40	0,21	0,81
	Ramos	7,56	0,56	5,80	4,86	0,19	0,56
	Miscelânea	13,18	0,91	5,52	4,83	0,59	0,75
Março	Folhas	10,17	0,61	4,55	5,16	0,22	0,79
	Ramos	8,56	0,51	5,07	4,79	0,19	0,63
	Miscelânea	12,64	0,73	4,69	5,16	0,19	0,76
Abril	Folhas	10,18	0,65	4,19	7,17	0,22	0,72
	Ramos	7,39	0,72	4,10	6,91	0,21	0,55
	Miscelânea	14,23	0,73	3,86	5,51	0,19	0,64
Maio	Folhas	11,48	0,74	4,27	7,17	0,25	0,89
	Ramos	4,20	0,70	4,25	3,54	0,19	1,26
	Miscelânea	15,40	0,84	7,31	10,81	0,24	0,92
Junho	Folhas	11,55	0,62	4,98	5,27	0,28	1,07
	Ramos	10,50	0,68	7,25	5,65	0,36	1,67
	Miscelânea	15,40	1,43	7,21	4,94	0,28	1,04
Julho	Folhas	9,65	0,69	6,01	5,02	0,25	0,67
	Ramos	8,40	0,67	7,42	6,62	0,28	0,65
	Miscelânea	9,48	0,69	6,18	5,24	0,26	0,67
Agosto	Folhas	10,08	1,27	4,76	3,09	0,20	1,19
	Ramos	8,70	1,05	5,68	3,63	0,21	0,82
	Miscelânea	16,33	0,62	3,33	3,74	0,15	1,54

As menores contribuições de nutrientes foram do fósforo, magnésio e enxofre. No entanto, a maior concentração do fósforo foi de 1,43 g kg⁻¹ para a fração miscelânea em junho; em agosto de 1,27 g kg⁻¹ para a fração folhas e 1,05 g kg⁻¹ para os ramos. A maior concentração de magnésio foi de

1,23 g kg⁻¹ nos ramos em novembro, seguido da fração folhas com 1,18 g kg⁻¹ e miscelânea 1,13 g kg⁻¹, ambos, em outubro. Teixeira et al. (2001) observaram para os nutrientes, cálcio e magnésio menores concentrações na liteira no sistema capoeira.

Segundo Schumacher et al. (2003), a absorção dos nutrientes pelas árvores é influenciada pela espécie, pela cobertura florestal e pelas condições de solo e clima. A maior parte dos nutrientes absorvidos é devolvida para o piso florestal, onde quantidades relativamente pequenas são retidas no acréscimo anual da biomassa arbórea.

4.5 Estoque de Nutrientes na Floresta Nativa e Capoeira

Os nutrientes absorvidos pelas plantas podem ser devolvidos ao solo pela deposição da liteira ou transferidos internamente, permanecendo na árvore por períodos mais prolongados. A quantidade de nutrientes que retornaram pela deposição da liteira nos sistemas estudados é apresentada na Tabela 7.

Dentre as frações da liteira, as folhas apresentaram um comportamento significativo na floresta nativa em relação à capoeira contribuindo para a transferência de nutrientes ao solo. Conforme Pagano e Durigan (2000), esse padrão se repete para outros trabalhos de pesquisa em diferentes ecossistemas (floresta estacional semidecidual, mata ciliar, cerrado).

Os maiores estoques foram para os nutrientes, nitrogênio (6,81 kg ha⁻¹), potássio (2,29 kg ha⁻¹) e cálcio (1,97 kg ha⁻¹), na floresta nativa. No entanto, quando comparado com a floresta, a contribuição das folhas foi menor para a capoeira com 3,18 kg ha⁻¹, 1,40 kg ha⁻¹ e 1,34 kg ha⁻¹ para nitrogênio, potássio e cálcio, respectivamente.

A fração ramos, em valores absolutos foi a de maior importância na transferência de nitrogênio (1,76 kg ha⁻¹), potássio (0,72 kg ha⁻¹), cálcio (0,56 kg ha⁻¹), magnésio (0,08 kg ha⁻¹) e enxofre (0,13 kg ha⁻¹) na floresta nativa.

Tabela 7. Estoque de nutrientes na floresta nativa e capoeira

Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
Folhas						
Floresta						
Nativa	6,81a	0,41a	2,29a	1,97a	0,22a	0,40a
Capoeira	3,18b	0,25b	1,40b	1,34b	0,13b	0,26b
Ramos						
Floresta						
Nativa	1,76a	0,12a	0,72a	0,56a	0,08a	0,13a
Capoeira	0,72a	0,06a	0,38a	0,40a	0,07a	0,06a
Miscelânea						
Floresta						
Nativa	2,06a	0,13a	0,59a	0,43a	0,06a	0,12a
Capoeira	1,07a	0,07a	0,34a	0,31a	0,05a	0,06a

Médias seguidas por letras iguais nas colunas dentro de cada fração, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

A importância da miscelânea no retorno de nutrientes ao solo pela deposição da liteira foi maior que nos ramos, em valores absolutos, para nitrogênio e fósforo. As maiores quantidades devolvidas ao solo foram do nitrogênio com 2,06 kg ha⁻¹ e fósforo com 0,13 kg ha⁻¹ na floresta nativa.

Portanto, a magnitude para o estoque de nutrientes nas três frações analisadas foi: folhas > miscelânea > ramos, para nitrogênio e fósforo e, folhas > ramos > miscelânea para potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

As distribuições mensais dos estoques de nutrientes na liteira acompanharam, em geral, a quantidade da liteira produzida, destacando-se os meses de outubro de 2003 e julho de 2004 para a floresta nativa e, julho e agosto de 2004 para a capoeira. Houve sempre ocorrência de maior estoque de todos os nutrientes na floresta (Tabela 8).

O maior estoque mensal de nitrogênio foi no mês de julho para as folhas com 13,81 kg ha⁻¹; 5,73 kg ha⁻¹, em setembro, para os ramos e 4,52 kg ha⁻¹, em outubro, para a miscelânea. Com relação à entrada de nitrogênio, o suprimento de quase toda a quantidade do elemento nos ecossistemas florestais deriva dos processos de fixação simbiótica e não simbiótica (Neves, 2003).

Tabela 8. Estoque de nutrientes em cada fração da liteira (kg ha^{-1}) na floresta nativa

Mês	Fração	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha^{-1}							
Setembro	Folhas	5,64	0,27	1,19	0,90	0,30	0,28
	Ramos	5,73	0,32	1,16	1,26	0,36	0,34
	Miscelânea	3,84	0,16	0,55	0,29	0,16	0,18
Outubro	Folhas	10,58	0,66	3,23	1,70	0,71	0,46
	Ramos	3,51	0,29	1,84	0,96	0,25	0,26
	Miscelânea	4,52	0,33	1,48	0,57	0,24	0,15
Novembro	Folhas	7,26	0,47	2,07	1,57	0,43	0,33
	Ramos	1,50	0,12	0,75	0,28	0,07	0,08
	Miscelânea	1,69	0,09	0,57	0,35	0,10	0,09
Dezembro	Folhas	5,83	0,33	1,38	1,43	0,38	0,37
	Ramos	1,56	0,13	0,54	0,47	0,13	0,09
	Miscelânea	1,64	0,08	0,39	0,37	0,10	0,09
Janeiro	Folhas	3,10	0,16	0,91	0,80	0,03	0,16
	Ramos	0,46	0,03	0,22	0,14	0,01	0,03
	Miscelânea	0,99	0,06	0,32	0,31	0,01	0,06
Fevereiro	Folhas	5,41	0,26	1,78	1,92	0,07	0,31
	Ramos	1,53	0,09	0,78	0,50	0,02	0,13
	Miscelânea	1,24	0,08	0,42	0,45	0,01	0,08
Março	Folhas	5,55	0,34	2,11	2,20	0,08	0,59
	Ramos	0,75	0,06	0,44	0,34	0,01	0,19
	Miscelânea	1,05	0,08	0,39	0,38	0,01	0,11
Abril	Folhas	7,67	0,39	1,91	2,35	0,11	0,45
	Ramos	1,31	0,08	0,53	0,49	0,03	0,09
	Miscelânea	1,47	0,08	0,43	0,41	0,02	0,08
Maio	Folhas	5,08	0,31	2,54	1,68	0,09	0,34
	Ramos	0,64	0,05	0,36	0,21	0,01	0,04
	Miscelânea	1,37	0,09	0,40	0,40	0,02	0,07
Junho	Folhas	5,60	0,35	2,17	1,93	0,11	0,37
	Ramos	0,79	0,06	0,35	0,72	0,02	0,06
	Miscelânea	1,68	0,15	0,56	0,41	0,02	0,13
Julho	Folhas	13,81	0,82	4,89	4,93	0,23	0,79
	Ramos	2,37	0,18	1,09	1,06	0,06	0,17
	Miscelânea	3,42	0,29	0,86	0,88	0,04	0,28
Agosto	Folhas	6,18	0,57	3,35	2,30	0,11	0,38
	Ramos	0,94	0,09	0,56	0,33	0,02	0,09
	Miscelânea	1,77	0,10	0,70	0,38	0,02	0,10

Observou-se que o estoque de potássio foi maior nas folhas com $4,89 \text{ kg ha}^{-1}$ em julho. De acordo com Khatounian (2001), quando uma folha entra em senescência seu teor de água ainda é elevado de modo que ao cair, a folha leva consigo o potássio dissolvido na água. Em outubro foi verificado para os ramos e miscelânea valores de $1,84$ e $1,48 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente.

O cálcio alcançou o maior estoque em julho, sendo de $4,93 \text{ kg ha}^{-1}$ nas folhas; $1,26 \text{ kg ha}^{-1}$ nos ramos e $0,88 \text{ kg ha}^{-1}$ na miscelânea. Segundo Marschner (1995), a elevação de cálcio com a idade das folhas pode ser explicada principalmente, pelo aumento na produção de material estrutural e composto de reserva e pela baixa mobilidade desse elemento na planta.

Segundo Larcher (2000), o sítio de acumulação de enxofre é nas folhas, sendo encontrado nesse estudo maior estoque de $0,79 \text{ kg ha}^{-1}$ nessa fração, em julho, na floresta nativa.

O magnésio contribuiu com $0,71 \text{ kg ha}^{-1}$ nas folhas, em outubro; $0,36 \text{ kg ha}^{-1}$ nos ramos, em setembro e $0,24 \text{ kg ha}^{-1}$ na miscelânea, em outubro. O menor estoque de magnésio no estoque da liteira, da mesma forma, foi relatada por Fassbender (1985) e Muller (1987).

Os menores valores absolutos foram detectados para o fósforo com $0,66 \text{ kg ha}^{-1}$ nas folhas em outubro; $0,33 \text{ kg ha}^{-1}$ na miscelânea em outubro e $0,32 \text{ kg ha}^{-1}$ nos ramos em setembro.

A eficiência de utilização dos nutrientes na floresta nativa neste experimento foi menor em relação aos estudos observados em florestas por Poggiani e Monteiro Jr (1990) e Schlitter et al. (1993).

Há grande importância de se avaliar a quantidade de nutrientes retornados através da liteira, em ecossistemas florestais em fase de regeneração como o sistema considerado nesse estudo (capoeira), pois a continuidade desse processo de recuperação depende do fluxo contínuo de nutrientes depositados na superfície do solo. Na Tabela 9 observa-se a quantidade de nutrientes devolvidos ao solo pela capoeira através da deposição na liteira.

Tabela 9. Estoque de nutrientes em cada fração da liteira (kg ha^{-1}) na capoeira

Mês	Fração	N	P	K	Ca kg ha^{-1}	Mg	S
Setembro	Folhas	2,54	0,31	0,40	0,62	0,21	0,19
	Ramos	1,41	0,19	0,25	0,47	0,18	0,12
	Miscelânea	0,84	0,04	0,12	0,12	0,05	0,06
Outubro	Folhas	2,71	0,17	0,69	0,59	0,28	0,17
	Ramos	0,70	0,06	0,24	0,16	0,10	0,04
	Miscelânea	1,65	0,11	0,35	0,24	0,12	0,06
Novembro	Folhas	2,13	0,13	0,67	0,60	0,19	0,13
	Ramos	1,14	0,07	0,65	0,63	0,19	0,11
	Miscelânea	2,29	0,14	0,63	0,48	0,16	0,14
Dezembro	Folhas	2,10	0,10	0,73	0,66	0,17	0,15
	Ramos	1,30	0,08	0,63	0,64	0,18	0,10
	Miscelânea	1,67	0,09	0,45	0,39	0,10	0,09
Janeiro	Folhas	0,91	0,07	0,33	0,37	0,06	0,07
	Ramos	0,61	0,06	0,33	0,42	0,07	0,06
	Miscelânea	0,54	0,04	0,19	0,17	0,04	0,04
Fevereiro	Folhas	1,70	0,11	0,88	0,84	0,03	0,13
	Ramos	0,25	0,02	0,19	0,16	0,01	0,02
	Miscelânea	2,53	0,17	1,06	0,93	0,11	0,14
Março	Folhas	1,92	0,12	0,86	0,97	0,04	0,15
	Ramos	0,49	0,03	0,29	0,27	0,01	0,04
	Miscelânea	0,65	0,04	0,24	0,27	0,01	0,04
Abril	Folhas	2,64	0,17	1,09	1,86	0,06	0,19
	Ramos	0,99	0,10	0,55	0,93	0,03	0,07
	Miscelânea	0,80	0,04	0,22	0,31	0,01	0,04
Maio	Folhas	1,80	0,12	0,67	1,12	0,04	0,14
	Ramos	0,05	0,01	0,05	0,04	0,01	0,01
	Miscelânea	0,38	0,02	0,18	0,26	0,01	0,02
Junho	Folhas	3,49	0,19	1,51	1,60	0,08	0,32
	Ramos	0,37	0,02	0,26	0,20	0,01	0,06
	Miscelânea	0,55	0,05	0,26	0,18	0,01	0,04
Julho	Folhas	8,99	0,64	5,59	4,68	0,23	0,62
	Ramos	0,78	0,06	0,69	0,61	0,03	0,06
	Miscelânea	0,53	0,04	0,34	0,29	0,01	0,04
Agosto	Folhas	7,23	0,91	3,41	2,22	0,14	0,85
	Ramos	0,62	0,07	0,40	0,26	0,01	0,06
	Miscelânea	0,47	0,02	0,10	0,11	0,01	0,04

As quantidades absolutas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre transferidos ao solo foram encontrados em maior contribuição na floresta nativa. Os estoques de nutrientes avaliados neste

estudo estão abaixo dos valores relatados por Cunha et al. (1993), no entanto, foram semelhantes aos apresentados por Neves (2003).

Os maiores estoques foram de nitrogênio, potássio e cálcio com $8,99 \text{ kg ha}^{-1}$, $5,59 \text{ kg ha}^{-1}$ e $4,68 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, para o mês de julho na fração folha. A maior contribuição para os ramos foi de nitrogênio com $1,41 \text{ kg ha}^{-1}$ e a menor de enxofre, com $0,12 \text{ kg ha}^{-1}$, no mês de setembro.

Para a fração miscelânea os maiores estoques foram para o nitrogênio com $2,53 \text{ kg ha}^{-1}$; potássio com $1,06 \text{ kg ha}^{-1}$ e cálcio com $0,93 \text{ kg ha}^{-1}$, ambos em fevereiro. Os menores foram para fósforo com $0,17 \text{ kg ha}^{-1}$ em fevereiro, magnésio com $0,16 \text{ kg ha}^{-1}$ e enxofre com $0,14 \text{ kg ha}^{-1}$, no mês de novembro.

Comparando-se as transferências de nutrientes encontradas na capoeira com aquelas ocorridas na floresta, observou-se que são similares as quantidades absolutas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre transferidos, anualmente, através da deposição da liteira. Essa semelhança foi, devido à relativa proximidade das áreas e a analogia das condições ambientais, incluindo relevo e o tipo de solo predominante nos dois sistemas.

O estoque de N, P, K, Ca, Mg e S na liteira, depositada anualmente nos coletores, foram estatisticamente diferentes entre os sistemas avaliados (Figura 8), sendo que para a floresta foram observados os maiores valores.

O nitrogênio foi o único nutriente estocado em quantidades maiores em todos os meses de estudo, sendo que seu estoque anual foi de $3,54 \text{ kg ha}^{-1}$ na floresta nativa e de $1,66 \text{ kg ha}^{-1}$ na capoeira.

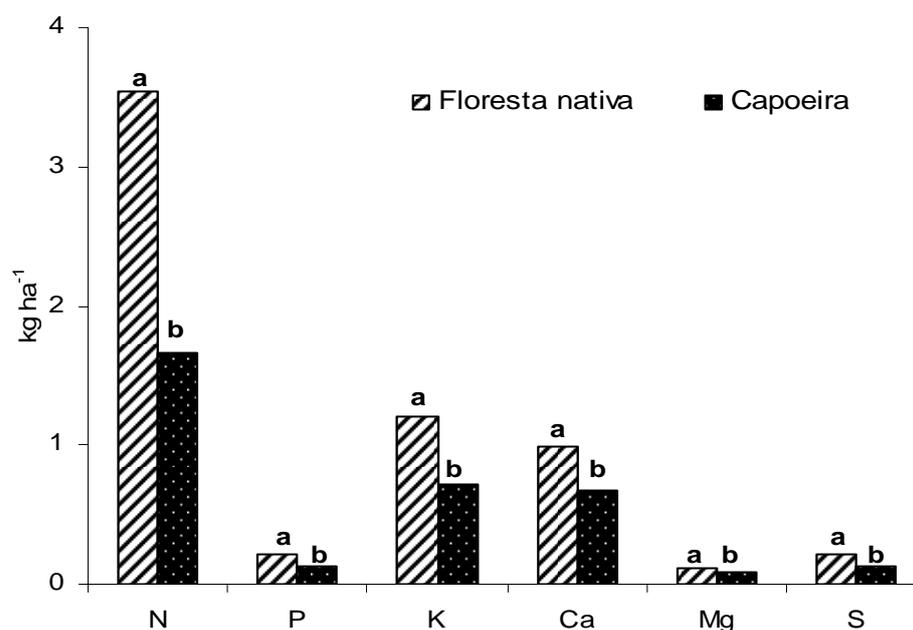


Figura 8. Estoque médio anual de nutrientes na floresta nativa e capoeira

Em valores absolutos os estoques de fósforo e enxofre foram semelhantes para os sistemas, sendo 0,22 kg ha⁻¹ na floresta nativa e 0,13 kg ha⁻¹ na capoeira.

Os elementos nitrogênio, potássio e cálcio foram os que apresentaram maiores participações no estoque de nutrientes através da liteira, representando os três juntos, cerca de 90% do total dos nutrientes avaliados.

Logo a seguir, vem o enxofre e fósforo com 3,7% para cada nutriente e o magnésio com 2,6%. No entanto, Teixeira et al. (2001) registraram maiores participações dos elementos na floresta nativa em torno de 89% para nitrogênio e cálcio, 5% para magnésio e 3% para fósforo.

A magnitude de estoque de nutrientes para os dois sistemas foi de N > K > Ca > P = S > Mg. É importante ressaltar o valor do estoque na realimentação do solo pelos nutrientes reciclados através da liteira; nessa, os nutrientes estão mais retidos e dificilmente são perdidos por lixiviação que os armazenados no solo (Borém e Ramos, 2002).

5 CONCLUSÕES

1. A maior deposição de liteira foi na floresta nativa com $9.038,34 \text{ kg ha}^{-1}$ e na capoeira com $6.363,56 \text{ kg ha}^{-1}$;
2. O coeficiente de decomposição da liteira (K) nos sistemas de floresta nativa e capoeira foram 0,53 e 0,73; e o tempo médio de renovação, de 1,89 anos (689 dias) e 1,36 anos (496 dias), respectivamente;
3. O tempo médio para que ocorra decomposição de 50% na floresta nativa foi de 1,39 anos (507 dias) e na capoeira de 1,07 anos (390 dias). E o tempo necessário para desaparecimento de 95% na floresta nativa de 6,03 anos (2.200 dias) e para a capoeira de 4,63 anos (1.689 dias);
4. Em ambos os sistemas, a miscelânea constituiu a fração mais expressiva na concentração de nutrientes; sendo que para o estoque as folhas representaram contribuição superior;

5. A ordem de magnitude da concentração de nutrientes foi distinta, sendo $N > K > Ca > S > P > Mg$ na floresta nativa e na capoeira: $N > Ca > K > S > P > Mg$.

6. No estoque, a magnitude para os dois sistemas foi semelhante: $N > K > Ca > P = S > Mg$.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D. e MELILO, J.M. **Terrestrial ecosystems**. Reinhart e Winston, Inc. Orlando, FL. USA, 1991. 428p.

ALBAN, D.H.; PERALA, D.A.; SCHLAEGEL, B.E. Biomass and nutrient distribution in aspen, pine and spruce on the same soil type in Minnesota. **Canadian Journal Forest Research**, v.8, p. 290-299, 1978.

ALVARENGA, M.I.N.; SIQUEIRA, J.O.; DAVIDE, A.C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos do cerrado com diferentes usos. **Ciências Agrotécnicas**, v.23, nº 3, p. 617-625, 1999.

ANDERSON, J.M.; SPENCER, T. Carbon, nutrient and water of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance. **MAB Digest**, Paris: UNESCO, 1991. 7p.

ANDRADE, A.G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 1997. 166p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1997.

ARATO, H.D.; MARTINS, S.V. FERRARI, S.H. de S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.27, p. 715-721, 2003.

ATTWILL, P.M; GUTHRIE, H.B. e LEUNING, R. Nutrient cycling in a Eucalyptus oblique forest: Litter production and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v. 26, p. 79-91, 1978.

BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da Serrapilheira em Estágios Sucessionais de Floresta Atlântica** (Reserva Biológica da Poços das Antas). 2000. 202p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2000.

BASILEVICH, N.I.; DROZDOV, A.; RODIN, L.E. World forest productivity, its basic regularities and relationship with climatic factors. In: DUVIGNEAUD, P. **Productivity of forest ecosystems**, Paris: UNESCO, p. 345-353, 1971.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serrapilheira de um fragmento da Mata Atlântica. **Revista Cerne**, v.8, nº 2, p. 44-61. 2002.

BRAGA, J.M. **Curso de Fertilidade e Manejo do Solo**. Módulo 8 – Potássio. ABEAS, 1996. 62p.

BRAY, R.J.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecological Research**, v.2, p. 101-157, 1964.

BRITEZ, R.M. Deposição estacional de serrapilheira e macronutrients em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, PR. In: Congresso Nacional sobre essências nativas, 2. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, p. 766-772, 1992.

BROWN, S e LUGO, A.E. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotropica**, Fairfax, v 3, p: 161-187, 1982.

BROWN, S e LUGO, A.E. Tropical secondary forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.6, p. 1-32, 1990.

BRUN, E.J.; VACCARO, S.; SCHUMACHER, M.V. Produção de serrapilheira e devolução de nutrientes em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS. In: Simpósio sobre fertilização e nutrição florestal, Piracicaba, SP. **Anais...Piracicaba: IPEF – ESALQ/USP**, 1999. p. 348-364.

CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutriente em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior de São Paulo**. 1980.107p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1980.

CESAR, O. Produção de serrapilheira na mata mesófila semi decídua da fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 4, p. 671-681, 1991.

CÉSAR, O. Produção de serrapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 53, n. 4, p. 671 – 681, 1993.

COLE, P.W.; RAPP, M. Elemental cycling florestial ecosystems. In: Reichle D.E. (Ed.) **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge, England: Cambridge University Press, p. 341-409. 1980.

CORRÊA NETO, T. de A.; PEREIRA, M.G., CORREA, M.E. F. et al. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, v. 8, p. 70-75, 2001.

CORREIA, M.E.; ANDRADE, A.G.D. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G.A.E.C., F.A.O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, RS: Gênese, 1999. p. 209-214.

CUNHA, G.C.; GRENDENE, L.A.; DURLO, M.A. et al. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serrapilheira. **Ciência Florestal**, v. 3, p. 35-64, 1993.

CUNHA, G.C.; POGGIANI, F.; GRENDENE, L.A. Ciclagem de nutrientes através da queda de serrapilheira em florestas secundárias com diferentes idades no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3, 1996, Brasília, DF. **Resumos...**Brasília, DF: UnB/ Sociedade de Ecologia do Brasil, p.77.1996.

CUNHA, G.C. da. **Aspectos da ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma floresta estacional do Rio Grande do Sul**. Piracicaba, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1997.

CURLIN, J.W. Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization. In: YOUNGBERG, C.T.; DAVEY, C.B. Ed: **Tree growth and forest soils**. Oregon. Oregon state University Press, 1970. p. 313-326.

CUSTÓDIO FILHO, A. **Produção e decomposição de serrapilheira em um trecho da floresta pluvial atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil)**. 1994. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1994.

DANTAS, M. Produção de "litter" e seu conteúdo de nutrientes em floresta primária e capoeira da Amazônia Oriental. In: **Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental**. Documentos, 40, Embrapa – CPATU/GTZ, Belém, PA, 1986.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall e litter nutrient content in primary e secondary Amazonian "terra firme" rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.5, p. 27-36, 1989.

DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos de ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus ellioti* Englm. Var. *ellioti* (Mogi-Guaçu, SP)**. 1984. 298p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

DIVIGNEAUD, P.; DENAYER de SMET, S. Biological cycling of minerals in temperate deciduous forests. In: Reichle D.E.D. (Ed.) **Analyses of temperate Forest Ecosystem**. New York: Springer-Verlay, 1973. p.199-225.

DUBOIS, J.C.L. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAF, 1996. 228p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2.ed. 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Informática Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Org: SILVA, F.C. Brasília: Embrapa. 1999. 370p.

EVANS, J. The effects of leaf position and leaf age in foliar analysis of *Gmelina arborea*. **Plant soil**, The Hague, v. 4, p. 547-552, 1979.

FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v.57, p.1-32, 1991.

FAGERIA, N.K.; CARVALHO, J.P. Influence of aluminium in nutrient solutions on chemical composition in upland rice cultivars. **Plant and Soil**, v. 69, p. 31-44, 1982.

FASSBENDER, H.W. Ciclos de matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. In: Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, Ilhéus, Bahia, Brasil, 1984. **Anais**. Ed. por Percy Cabala-Rosand, Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985. p. 203-230.

FERNANDES, M. M. O valor dos simples: elementos para uma estratégia de valorização de plantas silvestres com propriedades medicinais e aromáticas, entre outras. UTAD, Vila Real, Portugal: **Estudos Transmontanos e Durienses**, v. 7, p. 267-298, 1997.

FERRAZ, J. Nutrientes na fitomassa: distribuição, estoques e exportação via corte seletivo de madeira. In: Projeto Bionte. **Workshop**, Manaus, 1995. 10p.

FERREIRA, M. do.S.G.; OLIVEIRA, L.C. de **Potencial produtivo e implicações para o manejo de capoeiras em áreas de agricultura tradicional no nordeste paraense**. Comunicado Técnico, nº 56, Embrapa, p. 1-6, 2001.

FERRI, M.G. **Ecologia, temas e problemas brasileiros**. Belo Horizonte, Ed. Itatiaia e Ed. Da Universidade de São Paulo, 1974. 188p.

FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal 1**. 2ªed. São Paulo:EPU, 1985. 362p.

FIFE, D.N.; Nambiar, E.K.S. Accumulation and retranslocation of mineral nutrients in developing needles in relation to seasonal growth of young radiata pine tree. **Annals of Botany**, v.50, p. 817-829, 1982.

FINEGAN, B. The management potential of neotropical secondary low and rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 47, p. 295-321, 1992.

FOURNIER, L.A.; CASTRO, C. de. Producción descomposición del mantillo em um bosque secundário húmedo de premontano. **Revista Biologica Tropical**. v.21, p. 59-67, 1973.

FOX, B.J.; FOX, M.D. e MCKAY, G.M. Litter acumulation after fire in a *Eucalyptus* Forest. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v 27, p. 157-165, 1979.

GABRIEL, J.L.C. **Florística, fitossociologia de espécies lenhosas e aspectos da ciclagem de nutrientes em floresta mesófila semidecídua nos municípios de Anhembi e Bofete, SP**. 1997. 195p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1997.

GAMA-RODRIGUES, A.C.dos. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solo de tabuleiro da Bahia, Brasil**. 1997. 107p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

GAMA-RODRIGUES, A.C.dos; BARROS, N.F.de. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no Sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, p.193-207, 2002.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. São Paulo. EPU/Ed. da USP. 1978. 256p.

GOLLEY, F.B. Biogeochemistry of tropical forests: 1. The frequency distribution and mean concentration of selected elements in a forest near Manaus, Brasil. **Tropical Ecology**, v. 21, p. 59-70, 1980.

GOLLEY, F.B. Nutrient cycling and nutrient conservations. In: Golley, F.B. **Tropical rain forest ecosystem: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, p. 137-156. 1983.

GONZALEZ, M.I.M. e GALLARDO, J.F. El efecto hojarasca: una revision. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, p. 1130-1157, 1986.

GRUBB, P.J. Mineral nutrition and soil fertility in tropical rain Forest. In: LUGO, A.E. (Ed) **Tropical forests: management and ecology**. New York, Springer- Verlag, 1995. p. 308-342.

GUERRA, A.J.J.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1996. 372p.

HAAG, P.H. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas, SP. Fundação Cargill, 1985. 144p.

HERBOHN, J.L.; CONGDON, R.A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest II – Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, p. 365-380, 1993.

HOOGH, R.J. de; DIETRICH, A.B. Avaliação de sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em povoamentos artificiais. **Brasil Florestal**, Brasília, v.10, n.37, p.19-71, 1979.

HUBER, J.A. e OYARZÚN, C.C. Producción de hojarasca y sus relaciones com fatores meteorológicos en um bosque de *Pinus radiata*. **Bosque**, v.5, p.1-11, 1982.

IBGE: Geociências (Mapas). Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2005.

JORDAN, C.F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na bacia Amazônica. In: Simpósio sobre reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos, Ilhéus, Bahia, Brasil, 1984. **Anais**. Ed. por Percy Cabala-Rosand, Ilhéus, CEPLAC/SBCS, 1985. p. 187-202.

KANASHIRO, M; DENICH, M. **Possibilidade de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia Brasileira.** Brasília: MCT/CNPq, 1998. 157p.

KATO, A.K. **Dinâmica da entrada de nutrientes via liteira em plantios de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em ecossistemas de pastagens degradadas e de floresta primária.** 1995. 180p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Amazonas, 1995.

KHATOUNIAN, C.A.A. **A reconstrução ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecológica, p.188-192. 2001

KLINGE, H.; RODRIGUES, W.A.; BRUNIG, E. et al. Biomass and structure in a Central Amazonian Rain Forest. In: GOLLEY, F.B.; MEDINA, E. **Tropical ecological systems; trends in terrestrial and aquatic research.** Berlin, Springer-Verlag, 1975. p. 115-121.

KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex *Maiden* manejadas através de desbastes progressivos.** 2001. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

KOLM, L ; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, nº63, p. 79-93, 2003.

KONIG, F.G.; BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V. et al. Devolução de nutrientes via serrapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual no município de Santa Maria, RS. **Revista Brasil Florestal**, v. 74, p. 45-52, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos. Ed. Rima Artes es Textos, 2000. 531p.

LEITÃO, A.C.; SILVA, O.A. da. Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. **Rodriguésia**, v. 55, nº 84, p. 127-136. 2004.

LIMA, W. de P. **Estudo de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de *Eucalyptus* e *Pinus***. 1975. 111p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1975.

LIKENS, G.E.; BORMANN, F.H.; PIERCE, S.E. et al. Nutrient cycling. **Biogeochemistry of a forested ecosystem**. New York, Springer-Verlag, 1977. 159p.

LUIZÃO, F.J. Litter production and mineral element input to the forest floor in a Central Amazonian Forest. **Geojournal**, v. 19, p. 407-417. 1989.

LUIZÃO, F. Balanço de nutrientes na Floresta Amazônica. Disponível em <www.usra.edu/cose/topics/nutrientes/nutrientes.html>. Acesso em 12/04/2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, p.405-412, 1999.

MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1980. 63p.

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária, São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 7, p. 11-31, 1979.

MENGEL, K.C.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1982. 655p.

MILLER, H.G. The influence of stand development on nutrient demand, growth and allocation. **Plant and soil**, v. 168, p. 225-232. 1995.

MINDERMAN, G. Addition, decomposition and acumulation of organic matter in forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v.56, p. 355-362, 1968.

MORAES, R.M.; DELITI, W.B.C.; VUONO, Y.S. Litterfall na litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, p. 9-16, 1999.

MULLER, A.A. **Produção de liteira e retorno de fósforo, potássio, cálcio e magnésio ao solo em agroecossistemas de cacau e em regeneração natural**. 1987. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Amazonas, Manaus, AM, 1987.

MORELLATO, P.C. Sazonalidade e dinâmica de ecossistemas florestais na Serra do Japi. E In: MORELLATO, L.P.C. (Ed.) **História Natural do Japi – ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP, 1992. p. 98-109.

MORELLATO, P.C. **As estações do ano na floresta. In: ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra** (L.P.C. Morellato; H.F. Leitão Filho, eds.). Editora da UNICAMP, Campinas, p,37-41, 1995.

NEVES, E.J.M. **Biomassa e acúmulo de nutrientes nos diferentes compartimentos de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn e *Virola surinamensis* (Rol.) Warb plantadas na Amazônia Ocidental Brasileira**. 1999. 134p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 1999.

NEVES, E.J.M. Ciclagem de nutrientes em algumas espécies florestais da Amazônia. Disponível em <www.ciclojearbolesamazonia.com.br>. Acesso em 10/04/03.

NEWBOULD, P. Principles of nutrient cycling. In: Frissel, M.J. (ed.). Cycling of mineral nutrients in agricultural ecosystems. Developments in agricultural and managed-forest ecology, v.3. **Elsevier Scientific Publishing Company**. Amsterdam, 1978.

NOVAES, R.F. de F. **Estudo comparativo da ciclagem de nutrientes em povoamentos puros e mistos de *Pinus caribaea* mor. Var. *hondurensis* bar. et. golf e *Liquidambar styraciflua* L.** 1987. 145p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1987.

NUNEZ, J.B.H. **Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense, Brasil.** 1995. 185p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 1995.

OLIVEIRA, R.R. **Produção e decomposição da serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 1987. 107p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, RJ, 1987.

OLIVEIRA, R.E. **Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba – SP: silvigênese e ciclagem de nutrientes.** 1997. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1997.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.21, p.322-331, 1963.

PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.49, p. 633-639, 1989.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: **Matas ciliares: conservação e recuperação** (RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F., eds). Editora da USP/Fapesp, São Paulo, SP, 2000. p. 109-123.

PERES, J.R.R.; SUETH, A.R.; VARGAS, M.A.T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of Brazilian “cerrados”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, nº 9, p. 1037-1043, 1983.

POGGIANI, F. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **Série Técnica. IPEF**, Piracicaba, SP, nº 24, p. 37-39, 1983.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações Silviculturais.** 1985. 211p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1985.

POGGIANI, F. Produção de biomassa e balanço nutricional em plantações de eucaliptos e pinheiros. Implicações silviculturais. **Série Técnica. IPEF**, Piracicaba, 1986. 20p.

POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. S. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba (estado de São Paulo). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: 1990. p. 596-602.

POGGIANI, F. Modelos de revegetação em áreas degradadas. Plantios homogêneos. In: VI Simpósio IPEF, São Pedro, **Anais...**, 1996. p. 17-20.

POGGIANI, F.; STOPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M. Indicadores de sustentabilidade das florestas. **Série Técnica. IPEF**, Piracicaba, v.12, p.33-44, 1998.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, cap. 10, 2000. p. 287-308,

PROCTOR, J. Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. In: SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C.; CHADWICK, A.C. **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Special publications series of British Ecological Society. III Decomposition and nutrient cycling. 1983. p. 267-273.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, SP. Ed. Agronômica Ceres, POTAFOS, 1991. 343p.

RAMAKRISHNAN, P.S. Nutrient cycling in forest fallows in north eastern India. In: PROCTOR, J. **Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems**. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications, 1989. p. 337-352.

RODRIGUES, M.R.L.; NEVES, C.S.V.J.; SANTOS, A.R.dos et al. Concentração e redistribuição de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* e *Pinus oocarpa*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.21, p. 61-66, 2000.

RODRIGUES, R.R.; FIGUEIREDO, H.de F.L. **Matas ciliares: Conservação e recuperação**. 2^oed. São Paulo, SP. Editora da Universidade de São Paulo: FAPESP, p. 109-123. 2001.

SALOMÃO, R, de P. **Estimativa de biomassa e avaliação do estoque de carbono da vegetação de florestas primárias e secundárias de diversas idades (capoeiras) na Amazônia Oriental, município de Peixe-Boi, Pará**. 1994. 55p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 1994.

SANTANA, M.B.M; ROSAND, P.C. Reciclagem de nutrientes em uma plantação de cacau sombreada com eritrina. In: **International Cocoa Research Conference**, 9 Lomé, 1984, 11p.

SCHUBART, H.O.R. Fundamentos ecológicos para o manejo florestal da Amazônia. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, nº 16, p. 713-731, 1982.

SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, W. e LUIZÃO, F.J. Uma floresta sobre solos pobres. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, RJ, nº 10, p. 26-32, 1984.

SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ USP, Piracicaba, SP, 1992.

SCHUMACHER, M.V. e POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes e povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell., plantados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, p. 21-34, 1993.

SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J.W. **Transferências de nutrientes das copas para o solo através da deposição de folheto em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*, plantados em Anhembi, SP.** IPEF, Piracicaba, v. 47, p. 56-61, 1994.

SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; RODRIGUES, L.M. et al. Retorno de nutrientes via deposição de serrapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 27, nº 6, p. 1-13. 2003.

SCHLITTLER, F.H.M.; MARINIS, G.; CESAR, O. Produção de serrapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema, SP. **Naturalia**, v.18, p. 135-148, 1993.

SILVA, L.F. Interação solo-vegetação em floresta primária e capoeira do ecossistema de tabuleiro do sudeste da Bahia. **Agrotropica**, v.2, nº 2, p. 96-104, 1990.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M.S. dos et al. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro do Alcântara, litoral de Santa Catarina, SC: estrutura e diversidade, **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v.14, p.21-33, 2004.

SPURR, S.H.; BARNES, B.V. **Forest ecology**. 3ª ed. New York: Ronald Press, 1980. 571p.

STARK, N.M. The nutrient content of plant and soils from Brazil and Surinam. **Biotropica**, v.2, n.1, p. 51-60. 1970.

STEINLIN, H. J. Vigilancia de los bosques tropicais. **Unasyuva**, p. 2-8, 1980.

SWITZER, G.L.; NELSON, L.E. Nutrient Accumulation and cycling in loblolly pine: First 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 143-147, 1972.

SWITZER, G.L.; NELSON, L.E. Maintenance of productivity under short rotations. In: FAO-IUFRO International Symp. Forest Fertilization. **Anais**, Paris. 1973.

TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D; PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, v. 70, p. 97-104. 1989.

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F.de. **Balanço de nutrientes em capoeiras, agroecossistemas e pastagem no nordeste do Pará.** Boletim de Pesquisa nº 10, Embrapa, Belém, PA, 1999. 24p.

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F.de; MARTINS, P.F.da S. Ciclagem de nutrientes através da liteira em floresta, capoeira e consórcios com plantas perenes. **Ciências Agrárias**, Belém, v.36, p. 19-27, 2001.

TOLEDO, J.M. e SERRÃO, C.A.S. Pasture and animal production in Amazônia. In: Hecth, S.B. (Ed.). **Amazonia: investigación sobre agricultura y uso de tierras.** Cali: CAT, 1982. p. 281-309.

TOLEDO, L.de O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G. Produção de serrapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região do Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, v.2, nº 2, p. 9-16, 2002.

VARJABEDIAN, R. e PAGANO, S.N. Produção e decomposição de folheto em trecho de Mata Atlântica da encosta do município do Guarujá, SP. **Acta Botânica Brasílica**, v.1, p. 243-250, 1988.

VENEKLAAS, E.J. Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colômbia. **Journal of Tropical Ecology**, v.7, p. 319-336, 1991.

VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L. Deposição de nutrientes através da queda de serrapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau-SC. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v.2, p. 41-55, 2000.

VIEIRA, S.A. **Efeito das plantações florestais (*Eucalyptus* sp.) sobre a dinâmica de nutrientes em região do cerrado do estado de São Paulo.** 1998. 73p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1998.

VILLELA, D. M.; PROCTOR, J. Litterfall mass, chemistry, and nutrient retranslocation in a monodominant forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. **Biotropica**, v. 31, p.198-211, 1999.

VINHA, S. G. da; PEREIRA, R.C. Produção de folheto e sua sazonalidade em 10 espécies arbóreas nativas no sul da Bahia. **Revista Theobroma**, v.13, p. 327-341, 1983.

VITOUSEK, P.M.; SANFORD, JR., R.L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.17, p. 137-167, 1986.

WHITE, R.O. **Crop production and environment**. London, Faber and Faber. 1960. 392p.

WILCKE, W.; YASIN, S.; ABRAMOWSKI, U. et al. Nutrient storage and turnover in organic layers under tropical montane rain forest in Ecuador. **European Journal of Soil Science**, v.53, p. 15-27, 2002.

XIONG, S.; NILSSON, C. Dynamics of leaf litter accumulation and its effects on riparian vegetation: a review. **The Botanical Review**, v.63, p. 240-264, 1997.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)