



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA, CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE TECA

TANIA DE FÁTIMA DE DEUS ROSA

CUIABÁ - MT
2010

TANIA DE FÁTIMA DE DEUS ROSA

PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA, CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE
NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE TECA

Orientadora Prof. Dr^a: Walcylen Lacerda M. P. Scaramuzza

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, para obtenção do título de mestre.

CUIABÁ-MT

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

R788p Rosa, Tania de Fátima de Deus.
Produção de serrapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em
povoamentos de teca / Tania de Fátima de Deus Rosa. . – 2010.
vii, 57f. ; il. ; 30 cm. -- (inclui tabelas)

Orientadora: Walcylene Lacerda M. P. Scaramuzza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso.
Faculdade de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Florestais e Ambientais, 2010.

1. Decomposição. 2. Ciclagem. 3. Tectona grandis. I. Título.

CDU 630*16:581.5

Catalogação na fonte: Maurício Silva de Oliveira – Bibliotecário CRB-1/1860

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

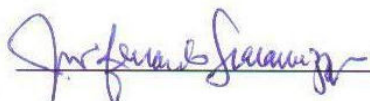
Título: Produção de serrapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca

Autor: Tania de Fátima de Deus Rosa

Orientadora: Prof. Dr^a: Walcylyene Lacerda M. P. Scaramuzza

Aprovada em 11 de junho de 2010.

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. José Fernando Scaramuzza

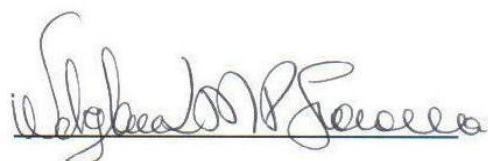
(Co-orientador – UFMT/FAMEV)



Prof. Dr^a. Oscarlina Lúcia dos Santos Weber



Prof. Dr^a. Maria Aparecida P. Pierangeli



Prof. Dr^a. Walcylyene L. M. P. Scaramuzza

(Orientadora – UFMT/FAMEV)

*A Deus, à minha família, e a todos
que de alguma forma ou momento
contribuíram para a realização deste
trabalho.*

Dedico.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	08
2 REVISÃO DE LITERATURA	09
2.1 O CULTIVO DA TECA.....	09
2.2 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA.....	11
2.3 CICLAGEM DE NUTRIENTES.....	13
2.4 TIPOS DE CICLAGEM DE NUTRIENTES.....	14
2.5 ADIÇÃO E RETIRADA DE NUTRIENTES.....	15
2.6 CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	18
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS.....	19
3.3 SERRAPILHEIRA DEPOSITADA E ACUMULADA.....	19
3.4 COLETA E PREPARO DA SERRAPILHEIRA.....	20
3.5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E DA TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA.....	21
3.6 EXTRAÇÕES E DETERMINAÇÕES DOS TEORES DE NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA.....	21
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA.....	23
4.2 TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA.....	29
4.3 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA.....	30

4.4 ACÚMULO DE NUTRIENTES.....	41
5 CONCLUSÕES.....	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

RESUMO

ROSA, TANIA DE FÁTIMA DE DEUS. **Produção de serrapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT. Orientadora: Prof. Dr. Walcyline Lacerda M. P. Scaramuzza.

O estudo da serrapilheira como parte da ciclagem de nutrientes é muito importante para conhecer os ecossistemas florestais. O presente estudo teve como objetivos estimar a produção, a taxa de decomposição, o tempo médio de renovação e decomposição da serrapilheira, a concentração e o acúmulo de nutrientes em povoamentos da espécie *Tectona grandis* Linn. f. (teca). O estudo foi realizado em povoamentos de teca localizados no município de Nossa Senhora do Livramento – MT. Para as coletas da serrapilheira, foi utilizada uma área de 1 (um) ha em cada talhão, onde foram colocados, aleatoriamente, 20 coletores de madeira suspensos e vazados, com área de 0,64 m². O material vegetal depositado nos coletores foi recolhido a cada 30 dias, durante 12 meses, e levado ao laboratório onde foi separado em folhas, ramos e miscelânea, que depois de secos foram pesados e moídos para posterior análise química. A serrapilheira produzida nos talhões com sete, seis e cinco anos de idade foi respectivamente 7.280, 6.739 e 6.271 kg ha⁻¹. As folhas representaram 86% do total de serrapilheira depositada, os ramos, 4%, e as miscelâneas, 10%. As constantes de decomposição da serrapilheira (K) nas árvores com cinco, seis e sete anos de idade foram, respectivamente, de 0,54, 0,60 e 0,58. Para que ocorresse a decomposição de 50% da serrapilheira, o tempo médio estimado foi de 1,28 anos (467 dias), 1,15 anos (419 dias) e 1,19 anos (434 dias) para as árvores com cinco, seis e sete anos, respectivamente. Para a decomposição de 95% da serrapilheira, o tempo médio estimado foi de 5,53 anos (2018 dias), 5,00 anos (1825 dias) e 5,14 anos (1876 dias) para a mesma sequência das idades. A quantidade de nutrientes depositada pela serrapilheira foi maior para as plantas com sete anos, seguida pelas de cinco e seis anos. A ordem de contribuição absoluta dos nutrientes e do seu acúmulo para as plantas foi igual em todas as idades: Ca>N>K>Mg>P>S.

Palavras-chave: decomposição, ciclagem, *Tectona grandis*.

ABSTRACT

ROSA, TANIA DE FÁTIMA DE DEUS. **Litter fall, nutrients concentration and accumulation in teak's stands.** 2010. Dissertation (MSc in Forestry and Environmental Sciences) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá - MT. Advisor: Prof. Dr. Walcyline Lacerda M. P. Scaramuzza.

The litter studies as part of nutrient cycling are very important to have knowledge of the forestry ecosystems. This study aimed to estimate the production, the decomposition rate, the average time of litter renewal and decomposition, and the concentration and nutrient contents in stands of *Tectona grandis* Linn. f. (Teak) species. Data were collected in an area located in the city of Nossa Senhora do Livramento - MT. For the litter collections, an area of 1 (one) ha was used in each block, where 20 suspended and leaked wood collectors with an area of 0,64 m² were placed randomly. The deposited plant material was collected every 30 days during 12 months and taken to the laboratory, where it was separated into leaves, branches, and miscellany, which after drying were weighed and ground for subsequent chemical analysis. Litters produced in plots with seven, six, and five years old were respectively 7280, 6739 and 6271 kg ha⁻¹. Leaves accounted for 86% of all deposited litter, the branches 4%, and miscellany 10%. The litter decomposition constants (K) in trees with five, six, and seven years old were respectively 0.54, 0.60, and 0.58. To occur the litter decomposition in 50%, the average estimated time was 1.28 years (467 days), 1.15 years (419 days), and 1.19 years (434 days) for trees with five, six, and seven years old, respectively. For the same ages sequence decomposition of 95%, the average estimated time was 5.53 years (2018 days), 5.00 years (1825 days), and 5.14 years (1876 days). The nutrients amount deposited by the litter was higher for plants with seven years old, followed by the ones with five and six years. The nutrients absolute contribution order and their accumulation for plants was the same in all ages, as follows: Ca > N > K > Mg > P > S.

Keywords: decomposition, cycling, *Tectona grandis*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país promissor para o desenvolvimento da atividade florestal, pois possui condições edafoclimáticas favoráveis ao estabelecimento de plantios com espécies de rápido crescimento e a adoção de tratos silviculturais adequados e intensos. A produção de madeira em florestas plantadas sob regime sustentável, a industrialização e a comercialização de produtos de origem florestal constituem fontes produtivas geradoras de trabalho e riquezas.

A teca, *Tectona grandis* Linn. f., é uma das espécies florestais mais plantadas em Mato Grosso, e seu cultivo vem aumentando devido ao valor comercial da madeira, principalmente no mercado internacional, e às condições ecológicas favoráveis ao seu crescimento no Estado.

As plantações florestais geralmente são estabelecidas em solos de baixa fertilidade, às vezes degradados ou subutilizados, e a sustentação das espécies depende da ciclagem de nutrientes, que se concentram na serrapilheira. A quantidade de nutrientes na serrapilheira depende da espécie, do local, da idade do povoamento, da quantidade das folhas, da mobilidade do nutriente, do tipo de solo, dentre outros fatores. A deposição da serrapilheira é uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes, e seu acúmulo é regulado pela quantidade do material que cai da parte aérea das plantas e por sua taxa de decomposição. A distribuição e o acúmulo de nutrientes nos diversos compartimentos da planta (folhas, ramos, casca, frutos, raízes etc.) e no solo, podem ser indicadores quanto à disponibilidade de nutrientes às plantas, refletindo na produtividade dos povoamentos.

Estudos sobre a dinâmica da ciclagem de nutrientes vêm sendo amplamente realizados em diversas formações florestais, entretanto, poucos estão relacionados à teca. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos estimar a produção, a taxa de decomposição, o tempo médio de renovação e decomposição da serrapilheira, a concentração e o acúmulo de nutrientes na serrapilheira de teca de diferentes idades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CULTIVO DA TECA

A espécie florestal *Tectona grandis* Linn. f., popularmente conhecida como teca, pertence à família Lamiaceae, anteriormente considerada pertencente à família Verbenaceae, é uma espécie exótica que se adaptou bem no Estado de Mato Grosso (CALDEIRA e OLIVEIRA, 2008), sendo originária da Índia, Tailândia, Laos, Birmânia, Camboja, Vietnã e Indonésia (LAMPRECHT, 1990).

Os primeiros plantios de teca no Brasil tiveram início no final da década de 60, pela empresa Cáceres Florestal S.A., no município de Cáceres, em Mato Grosso. A região, além de possuir condições climáticas favoráveis, o solo de melhor fertilidade e os tratamentos silviculturais adequados e intensos contribuíram para a redução do ciclo de produção de 80 anos, na região de origem da teca, para 25 anos na região de Cáceres. (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003).

Segundo Macedo et al. (1999), a madeira da teca é considerada nobre, de excelente qualidade, bastante valorizada pela sua beleza, durabilidade e resistência. Possui grande procura no mercado mundial, sendo muito utilizada na construção naval, em estruturas, em pisos, em chapas, em painéis, postes e dormentes, peças de usos nobres e móveis finos. Possui resistência à ação do sol, à água, inclusive à água do mar, frio, calor, sendo considerada uma madeira fácil de ser trabalhada (GOMES, 2002).

As folhas podem ter disposição oposta a verticilar em grupos de três, são coriáceas e medem de 30 a 60 cm de comprimento por 20 a 35 cm de largura. Os limbos são largos e elípticos, glabros na face superior e tomentosos na face inferior. Perde as folhas durante a estação seca por se tratar de uma espécie caducifólia (ANGELI e STAPE, 2003).

A floração da teca ocorre normalmente de junho a agosto, entretanto, em certas ocasiões e lugares, pode se iniciar desde maio ou prolongar-se até setembro (WEAVER, 1993). No Brasil, sua floração pode

ser observada entre os meses de dezembro a março (FLORESTECA, 2010).

Os frutos são do tipo drupa, cilíndricos, de cor marrom e possuem diâmetro de aproximadamente um cm, ocorrendo a primeira frutificação aos cinco ou seis anos de idade (ANGELI e STAPE, 2003).

Alguns fatores como a precipitação anual, solo, temperatura, luz, topografia e as estações do ano influenciam no desenvolvimento da teca. No Brasil, ela se desenvolve melhor nas regiões com temperaturas médias anuais acima de 24°C, regime pluviométrico com precipitações entre 1.200 mm e 2.500 mm, com período seco ideal de 3 a 5 meses de duração (EMBRAPA, 2004). A produtividade média situa-se entre 10 a 15 m³/ha/ano, valores maiores que o encontrado por Chaves e Fonseca (1991) de em média 9 a 10 m³/ha/ano, totalizando 250 a 350 m³ /ha ao longo de 25 anos em um regime com 4 desbastes. Aproximadamente 50 a 60% da produção total é colhida no corte final, com cerca de 150 e 230 m³/ha (EMBRAPA, 2004).

A teca prefere solos aluviais profundos e bem drenados, férteis, com alto teor de cálcio e pH entre 6.5 e 7.5 (FLORESTECA, 2010). Segundo Barroso et al. (2005), o desenvolvimento inicial das mudas de teca é afetado pela omissão de todos os macronutrientes, sendo os danos mais intensos e imediatos observados na ausência de nitrogênio e cálcio. Geralmente a fertilização com fósforo no plantio é recomendada e para favorecer o crescimento das plantas de teca é recomendado ainda, que na fertilização com fósforo sejam adicionadas pequenas doses de nitrogênio e de potássio (OLIVEIRA, 2003).

Devido ao fato de Mato Grosso apresentar condições ideais para o cultivo da teca, o Estado vem se destacando pela grande potencialidade para a implantação de plantios dessa espécie. Em um levantamento feito no Estado, Shimizu et al. (2007) encontraram um total de 145.498 ha de plantios florestais – em que 48.526 ha eram plantios de teca, seguidos pela seringueira com 44.896 ha e os eucaliptos com 37.932 ha.

Os principais mercados consumidores da madeira de teca são a Inglaterra, os Estados Unidos, a Holanda, a Dinamarca, a França, a

África do Sul e a China, além de alguns países do Oriente Médio. A cotação da madeira de teca no mercado internacional pode variar de US\$ 180,00 a US\$ 3.500,00 o metro cúbico, dependendo do seu diâmetro e da sua coloração (RIOS, 2007).

No Brasil, o Valor Bruto da Produção Florestal derivado das florestas plantadas em 2008 foi de US\$ 28,8 bilhões, sendo 46% relativos à celulose e papel, 34% à indústria de processamento e 20% aos móveis de madeira. A arrecadação de impostos representou US\$ 4,5 bilhões, equivalentes a 0,83% de toda arrecadação tributária do país em 2008 (GARLIPP e FOELKEL, 2010).

2.2 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA

A serrapilheira é um dos principais componentes do ecossistema florestal, sendo constituída por folhas, ramos, cascas, flores, frutos, sementes, raízes e resíduos animais que se depositam na superfície do solo, sendo as folhas consideradas o seu principal componente (GOLLEY et al., 1978; DIAS e OLIVEIRA FILHO, 1997). Sua decomposição libera ao solo elementos minerais que as plantas utilizam, sendo essencial na ciclagem de nutrientes. A serrapilheira é a principal via de transferência de nutrientes das plantas ao solo em ecossistemas florestais, além de permitir a existência de grande variedade de nicho para a fauna e microrganismos através do material orgânico depositado (CARPANEZZI, 1980; CUNHA et al., 1993).

A maior parte da biomassa que retorna ao solo, tanto em ambiente natural como em florestas plantadas, a exemplo do eucalipto, do pinus e de outras espécies, é representada pelas folhas. Essa proporção cresce com a idade e depois é reduzida devido ao aumento da queda de outros componentes como galhos, cascas e frutos, porém, mesmo em idade mais avançada, as folhas continuam sendo a maior fonte de serrapilheira (MELO, 2006).

A produção de serrapilheira é afetada por fatores bióticos e abióticos, como o tipo de vegetação, latitude, altitude, precipitação, temperatura, relevo, disponibilidade hídrica, deciduidade, estágio sucessional, idade, características do solo etc. e, dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

Almeida (2005), avaliando um povoamento de teca, obteve variação na quantidade de serrapilheira ao longo do ano. Essas variações estiveram entre 0 t a 1,87 t ha⁻¹ para a teca com 0,5 ano e de 5,42 a 9,03 t ha⁻¹ para a teca com 5,5 anos com média de 6,7 t ha⁻¹ ano⁻¹. Kraenzel et al. (2002), em plantio de teca com 20 anos, obtiveram uma produção de serrapilheira de 7,9 t ha⁻¹, valor superior ao encontrado por Almeida (2005). Tal fato, segundo Almeida (2005), se deve à taxa de deposições dos resíduos, que se modifica com a fase de desenvolvimento da planta e com a densidade do plantio.

Na Amazônia central, a maior produção de serrapilheira fina ocorre no período menos chuvoso, que vai de junho a outubro, enquanto a maior parte da decomposição ocorre durante o período chuvoso (LUIZÃO e SCHUBART, 1987). Em estudo desenvolvido por Silva et al. (2009), a produção de serrapilheira apresentou variações sazonais com maior produção no período de seca e predomínio da fração foliar em ambos os períodos.

A análise da serrapilheira e da sua taxa de decomposição, é importante para compreensão da dinâmica e do funcionamento dos ecossistemas, constituindo um importante processo de transferência de nutrientes da planta para o solo (ANDRADE et al., 1999).

No Brasil, para os estudos sobre a decomposição da serrapilheira, geralmente, são utilizados dois métodos. No primeiro, quantidades definidas de serrapilheira são enclausuradas em saquinhos de tela de náilon "litter bags", que são deixados no campo por determinado período de tempo. No segundo, normalmente o mais utilizado, o peso da serrapilheira acumulada sobre o solo e sua queda anual são conhecidos, assim se pode calcular a constante anual de decomposição, expressa como K (OLSON, 1963; ATTIWILL, 1968). A

velocidade de sua decomposição dependerá das condições edafoclimáticas do ambiente, da qualidade da serrapilheira e da composição dos organismos decompositores e da serrapilheira (SARIYILDIZ et al., 2005; DENICH et al., 1986).

2.3 CICLAGEM DE NUTRIENTES

Segundo Melo (2006), o reflorestamento muitas vezes ocorre em solos de menor fertilidade, sendo os mais férteis reservados às atividades agropecuárias. O uso de fertilizantes ocorre, na maioria das vezes, na época do plantio, aplicado geralmente na cova, por isso os nutrientes exigidos na fase de crescimento são supridos pela reserva do solo e pela ciclagem do material orgânico.

Um dos grandes desafios da silvicultura é garantir a sustentabilidade produtiva dos sítios florestais. No Brasil, a rápida taxa de crescimento das florestas plantadas impõe elevada demanda sobre os recursos do solo, em especial água e nutrientes. E a exploração florestal, de todas as práticas silviculturais utilizadas, é a mais agressiva em termos de prejuízos ao sítio (BELLOTE et al., 2008). Para avaliar a sustentabilidade produtiva dos povoamentos, é necessário quantificar o fluxo de nutrientes nos processos envolvidos na sua ciclagem, comparando-o com a retirada promovida pelas explorações florestais e suas consequências sobre as reservas de nutrientes dos ecossistemas florestais (FERREIRA et al., 2001).

Segundo Figueiredo (2010), os sistemas florestais têm a vantagem de retirar nutrientes dos horizontes mais profundos dos solos e promover a ciclagem de nutrientes para os horizontes superficiais por meio da serrapilheira depositada na superfície do solo. E o maior percentual de nutrientes dos sistemas florestais ficam armazenados nas copas das árvores (folhas e ramos), que permanecem na área após a colheita.

A ciclagem de nutrientes corresponde às transferências de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os circunda, especialmente entre a vegetação e o solo. Pela ciclagem, pode-se inferir sobre os fluxos de nutrientes entre os diferentes componentes do ecossistema (GOLLEY, 1983; JORDAN, 1985). A maneira pela qual as árvores efetuam a ciclagem de nutrientes através da serrapilheira é um indicativo da estratégia de adaptação das diferentes espécies às limitações nutricionais dos diferentes sítios (FERREIRA et al., 2001).

Nos ecossistemas florestais, plantados ou naturais, a ciclagem de nutrientes tem sido amplamente estudada para se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nestes ambientes. Entretanto, de maior relevância do que a simples acumulação quantitativa é o processo de mineralização do material orgânico responsável pela liberação de nutrientes para o solo (SOUZA e DAVIDE, 2001).

2.4 TIPOS DE CICLAGEM DE NUTRIENTES

O processo de ciclagem de nutrientes pode se distinguir como ciclo geoquímico, referente às entradas e saídas de elementos minerais entre os ecossistemas; ciclo bioquímico, referente às transferências internas dos elementos minerais dentro dos vegetais; e, ciclo biogeoquímico, que constitui as relações entre o solo, a planta e a atmosfera (SWITZER e NELSON, 1972).

Além das entradas e saídas do ecossistema que ocorrem durante o ciclo geoquímico, é preciso compreender as transformações internas que acontecem nos ciclos biogeoquímicos (GUEDES, 2005). Sob condições de alta temperatura, chuvas intensas e solos distróficos, os nutrientes contidos na serrapilheira são rapidamente mineralizados e absorvidos pelas raízes superficiais das plantas, sem passar pela matriz do solo (ODUM, 1978; ANDERSON e SPENCER, 1991). Para Carpanezzi (1980), os principais meios de retorno de nutrientes da biomassa de espécies arbóreas ao solo ocorrem pela deposição de material orgânico

ou serrapilheira, lavagem por escoamento pelo tronco e das copas, da produção de exsudados pelas raízes e pela morte de raízes. O retorno de nutrientes pela deposição do material orgânico é a via mais importante do ciclo biogeoquímico (SCHUMACHER, 1992). É esta ciclagem contínua que permite grande produção de biomassa florestal, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes.

O ciclo bioquímico, com o movimento de translocação de nutrientes dos tecidos velhos para os tecidos novos da planta, é extremamente importante para os nutrientes de alta mobilidade, porém, é de menor importância para aqueles com redistribuição limitada (MENGEL e KIRKBY, 1982).

Segundo Reissmann e Wisniewski (2000), em sítios mais produtivos, a decomposição da serrapilheira é mais rápida, assim, em sítios pouco produtivos, a camada de serrapilheira acumulada é mais espessa. Entretanto, Bellote et al. (2008) descreveram que a deposição da serrapilheira nos diferentes tratamentos estudados não teve correlação com o crescimento das árvores. Com isso, afirmam, ainda que parcialmente, que a deposição de serrapilheira no solo não depende da quantidade de biomassa acumulada pelas árvores. Reissmann e Wisniewski (2000), a absorção de nutrientes diretamente da serrapilheira constitui um fluxo importante para atender à demanda nutricional das árvores.

2.5 ADIÇÃO E RETIRADA DE NUTRIENTES

No ecossistema florestal, as principais formas de entrada de nutrientes são a poeira, a chuva, o intemperismo das rochas, a serrapilheira, a fixação biológica de nitrogênio e a aplicação de fertilizantes. As perdas de nutrientes ocorrem pelos processos erosivos, pela volatilização, pela lixiviação, pelos processos de desnitrificação e pela colheita florestal (VITOUSEK e SANFORD, 1986; VITAL, 1996; POGGIANI e SCHUMACHER, 1997).

A quantidade de nutrientes exportados com a madeira retirada na colheita depende da idade das árvores. Segundo Andrae e Krapfenbauer (1983), as maiores concentrações de nutrientes estão nos locais com atividade metabólica mais intensa. Ao serem absorvidos pela planta, os nutrientes são translocados para os locais em fase de crescimento e, de acordo com sua mobilidade, são redistribuídos nesta mesma planta (ANDRAE e KRAPFENBAUER, 1983).

Considerando que, durante o período de rotação do plantio, as árvores utilizam os nutrientes disponíveis do solo, a permanência dos resíduos sobre o solo na colheita florestal é recomendada para qualquer sistema, pois propicia a permanência de parte significativa dos nutrientes extraídos durante o crescimento das árvores (SCHUMACHER et al., 2008). O cálcio, devido a sua pouca mobilidade interna nas plantas, como as de eucalipto, tende a concentrar-se em maior quantidade na casca, e em média 58% do cálcio absorvido é exportado pela colheita da casca (PEREIRA et al., 1984; REIS e BARROS, 1990; SANTANA et al., 2002). O cálcio e o potássio, por serem os nutrientes presentes em maior quantidade na casca e no lenho, são os elementos mais exportados na colheita florestal (SANTANA et al., 2002).

2.6 CONCENTRAÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES

A quantidade de nutrientes dentro de um ecossistema florestal é determinada pelo somatório dos diferentes compartimentos das árvores (folhas, ramos, casca, lenho, etc.), da vegetação do sub-bosque, da serrapilheira e do solo. Cada compartimento apresenta diferentes concentrações de elementos químicos, e geralmente se observa um gradiente com a seguinte tendência: folhas > casca > ramos > lenho (SCHUMACHER e POGGIANI, 1993).

Segundo Carpanezzi (1980), as árvores de espécies diferentes de um mesmo ecossistema ou com condições edáficas semelhantes

podem apresentar diferenças marcantes quanto à concentração de nutrientes em suas estruturas verdes ou decíduas.

Em estudo desenvolvido por Schumacher et al. (2008), as folhas apresentaram teores superiores de N, Ca e Mg, e a casca de P e K, indicando que esses compartimentos são os grandes responsáveis pelo acúmulo de elementos. Segundo Bellote (1990), o conteúdo dos nutrientes minerais nas folhas varia em função da idade e das estações do ano.

Nos primeiros anos de crescimento as árvores bem supridas de nutrientes, armazenam maior quantidade de nutrientes na biomassa, assegurando um maior estoque de nutrientes disponíveis através do ciclo bioquímico (KOLM e POGGIANI, 2003).

Segundo Waring e Schlesinger (1985) o armazenamento de nutrientes na vegetação sobre o solo, nas diferentes formações florestais, aumenta seguindo a ordem: florestas boreais < temperadas < tropicais. Entretanto, o conteúdo de nutrientes na serrapilheira aumenta na ordem inversa, sendo maior nas regiões boreais, devido a alguns fatores como a menor decomposição em condições frias, as altas latitudes etc. (WARING e SCHLESINGER, 1985).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi implantado em uma área pertencente à empresa Teca do Brasil Florestal LTDA., no município de Nossa Senhora do Livramento – MT, localizado na Mesorregião Centro Sul Matogrossense, microrregião Cuiabá (SEPLAN, 2002), cujas coordenadas geográficas são 16° 12' 04" de latitude sul e 56° 22' 42" de longitude.

Segundo a classificação Köppen o clima é do tipo AW, tropical, com estação seca de inverno. A precipitação média é de 1.300 mm ano⁻¹, a temperatura média anual de 25°C, com mínimas de 20°C e máximas de 32°C (CALDEIRA e OLIVEIRA, 2008). A precipitação anual na área da fazenda foi de 1.624 mm ano⁻¹ (Figura 1).

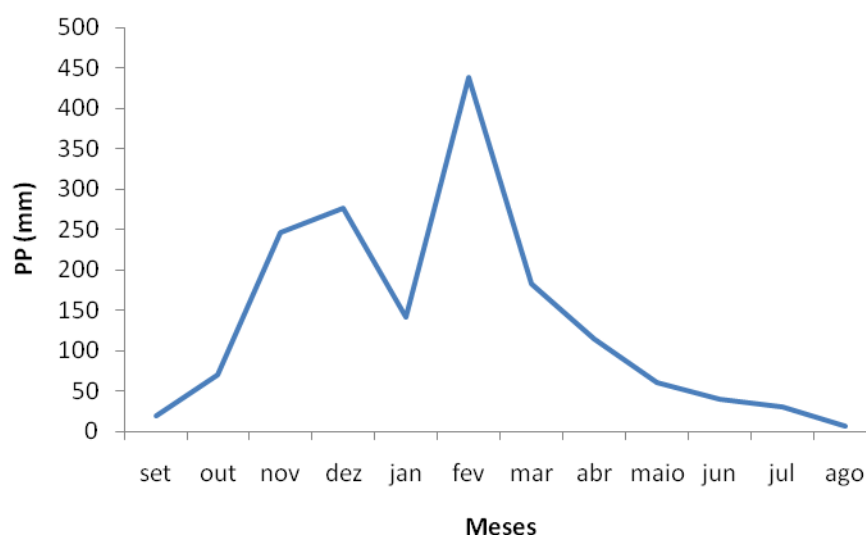


FIGURA 1 – Precipitação mensal na área de estudo durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009.

Os plantios de teca na propriedade foram iniciados no ano de 2000, tendo uma área de 3.573 ha ocupada por talhões de diversas idades e regime de rotação. O solo da área de estudo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo-Distrófico, de acordo Embrapa (2006). As análises granulométricas e químicas do solo foram feitas conforme Embrapa (1997), cujos resultados são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1 – GRANULOMETRIA E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NA PROFUNDIDADE DE 0 - 20 cm

Prof. cm	Areiag/kg.....	Silte	Argila	pH em H ₂ O	P ...mg/dm ³ ...	K	Cacmol _c /dm ³	Mg	Al	MO g/kg
0 - 20	416	117	467	4,9	2,4	122	0,5	0,5	0,8	13,4

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS

O experimento foi instalado em três talhões dos povoamentos de teca com idades de cinco, seis e sete anos, durante os meses de setembro de 2008 a agosto de 2009, com áreas de 27 ha; 33 ha e 24 ha, respectivamente. Os talhões de cinco e sete anos foram implantados com espaçamento entre as linhas e fileiras de 3 m x 3 m, e o talhão de seis anos foi implantado com espaçamento de 3 m x 2 m. Entretanto, foram realizados desbastes em todos os talhões e a densidade nos mesmos na implantação do experimento era de 666 árvores/hectare.

3.3 SERRAPILHEIRA DEPOSITADA E ACUMULADA

Em cada talhão utilizou-se uma área de um hectare (10.000 m²) onde 20 coletores suspensos e 20 moldes vazados foram dispostos aleatoriamente entre as linhas e fileiras de plantio. Ambos de madeira e com 0,64 m² de área, sendo o primeiro instalado a 30 cm de altura (Figura 2a), confeccionados com tela de nylon (sombrite 70%), e de forma

côncava para evitar perda de material e facilitar a drenagem. O segundo foi disposto sobre o solo (Figura 2b).

Os moldes vazados foram colocados próximos aos coletores suspensos, totalizando 40 coletores por hectare em cada povoamento, sendo mantida uma distância da bordadura de 20 m. A produção de serrapilheira foi medida pelo material depositado nos coletores suspensos, e a serrapilheira acumulada sobre o solo, medida pelo material acumulado nos moldes vazados.



FIGURA 2a – Coletor suspenso.



FIGURA 2b – Molde vazado.

3.4 COLETA E PREPARO DA SERRAPILHEIRA

A cada 30 dias, os conteúdos dos coletores suspensos e dos moldes vazados foram recolhidos e transferidos, separadamente, para sacos de TNT devidamente identificados e levados ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFMT. O material foi separado manualmente em três frações: folhas, ramos (menores que um centímetro de diâmetro) e miscelâneas (cascas, flores e frutos). Cada fração foi seca em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, até peso constante, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas em sacos plásticos para posterior análise dos nutrientes. As amostras

contidas nos moldes vazados foram utilizadas para estimar a serrapilheira acumulada sobre o solo, não sendo feita sua análise química.

3.5 ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E DA TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA

Com os valores obtidos de massa seca, estimou-se a produção por hectare da serrapilheira depositada nos coletores e a acumulada sobre o solo.

A taxa de decomposição foi estimada segundo o método proposto por Olson (1963), em que a taxa de decomposição (K) foi calculada utilizando os valores de produção anual de serrapilheira (L) e de seu acúmulo sobre o solo (X_{ss}).

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

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

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

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

3.6 EXTRAÇÕES E DETERMINAÇÕES DOS TEORES DE NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA

As amostras da serrapilheira depositada foram submetidas à digestão sulfúrica para extração do N, conforme Silva (1999), adaptado por Rodrigues e Cabral (2008), e para os demais elementos foi utilizada a digestão nítrico-perclórica (SILVA, 1999). O N foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl; o P por colorímetro; o K por fotometria de emissão de chama; o S por turbidimetria; e o Ca e o Mg por espectrofotometria de absorção atômica (SILVA, 1999).

O acúmulo de nutrientes foi estimado por meio das concentrações de cada nutriente contido nas frações e dos valores de produção da serrapilheira depositada.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados foram analisados estaticamente por meio da Análise de Variância e, em caso de significância ($p < 0,05$), foi utilizado o teste Tukey 5% para comparações das médias, que foram feitas pelo uso do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA

A Tabela 2 mostra os resultados referentes ao período de coleta, compreendido entre os meses de setembro de 2008 a agosto de 2009 para cada talhão dos povoamentos de teca.

Para os três talhões estudados, as médias dos valores anuais de produção de serrapilheira aumentaram com a idade. Os valores foram maiores no talhão com sete anos, que produziu 7.280 kg ha^{-1} , seguido pelos talhões com seis anos (6.739 kg ha^{-1}) e cinco anos (6.271 kg ha^{-1}) (Tabela 2). Estes valores foram maiores ao encontrado por Corrêa (2005), de 1.070 kg ha^{-1} , que avaliou a ciclagem de nutrientes da teca em um sistema agroflorestal, porém, próximos aos encontrados por Almeida (2005), de 6.700 kg ha^{-1} para um talhão de teca com cinco anos e cinco meses de idade.

Observa-se na Figura 3 que as árvores com seis e sete anos tiveram valores de produção próximos para todos os meses avaliados, demonstrando que os povoamentos, provavelmente, não atingiram a maturidade por apresentarem crescente produção de serrapilheira.

Schumacher et al. (2008), estudando a serrapilheira formada somente de acículas em um povoamento de *Pinus taeda* durante um período de três anos (quinto ao sétimo ano de idade), concluíram que a deposição de serrapilheira aumentou com o passar do tempo devido ao progressivo desenvolvimento das plantas.

TABELA 2 – PRODUÇÃO MÉDIA MENSAL DE SERRAPILHEIRA NOS TALHÕES DE TECA ESTUDADOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Fração	Idade (anos)		
		5	6	7
		kg ha ⁻¹		
Setembro 2008	Folhas	1338,02	2938,08	2757,57
	Ramos	14,87	24,87	29,85
	Miscelânea	114,98	110,22	127,31
Outubro 2008	Folhas	85,41	188,94	210,22
	Ramos	18,13	9,79	11,53
	Miscelânea	24,91	39,98	37,96
Novembro 2008	Folhas	38,34	30,55	25,75
	Ramos	17,63	12,27	40,30
	Miscelânea	47,27	34,41	27,78
Dezembro 2008	Folhas	177,63	50,94	46,40
	Ramos	18,96	13,98	18,22
	Miscelânea	45,50	15,44	23,87
Janeiro 2009	Folhas	264,24	154,47	151,95
	Ramos	19,54	18,96	22,27
	Miscelânea	16,83	11,84	13,16
Fevereiro 2009	Folhas	180,23	220,05	246,04
	Ramos	23,27	23,70	20,38
	Miscelânea	85,96	58,09	67,68
Março 2009	Folhas	274,20	153,57	250,30
	Ramos	99,09	23,89	35,63
	Miscelânea	133,26	102,95	90,14
Abril 2009	Folhas	170,11	173,07	328,95
	Ramos	11,52	20,05	33,18
	Miscelânea	71,34	72,95	66,23
Maio 2009	Folhas	219,73	236,73	301,84
	Ramos	23,31	6,75	9,88
	Miscelânea	37,61	19,40	20,96
Junho 2009	Folhas	384,83	314,73	433,74
	Ramos	8,05	8,80	9,61
	Miscelânea	29,14	19,43	14,33
Julho 2009	Folhas	219,94	264,54	263,31
	Ramos	4,28	5,50	6,54
	Miscelânea	26,06	9,91	12,60
Agosto 2009	Folhas	1932,63	1184,46	1374,80
	Ramos	69,95	51,02	44,38
	Miscelânea	172,84	115,09	105,59
Total		6.271,37	6.739,42	7.280,25

Em um estudo realizado por Poggiani (1985) para conhecer a ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações de *Pinus* e *Eucalyptus*, a espécie *Eucalyptus saligna* teve uma deposição média anual de folheto de 4.490 kg ha⁻¹ e a de *Pinus caribaea* de 8.373 kg ha⁻¹. Enquanto para Fernandes (2005), a serrapilheira produzida foi de 9.038 kg ha⁻¹ para o sistema de floresta nativa e 6.363 kg ha⁻¹ para a capoeira, Kolm e Poggiani (2003), avaliando um povoamento de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos no município de Bofete – SP, encontraram 10.220 kg ha⁻¹ de serrapilheira depositada na testemunha.

No presente estudo, a maior produção de serrapilheira ocorreu no final do período seco, nos meses de agosto e setembro (final do inverno e início da primavera), com menor deposição nos meses de novembro a março, início da época chuvosa (Figura 3). Nos talhões de teca, durante o período seco do ano, devido à dimensão e quantidade de suas folhas, ocorre a formação de uma espessa camada de material vegetal (Figuras 2a e 2b).

Dentre as diferenças encontradas, destaca-se a produção do mês de setembro por ter apresentado maior deposição média de serrapilheira (Figura 3). Segundo Schumacher (1992), a quantidade de material orgânico depositado ao longo de um ano está relacionada principalmente às condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais quentes e úmidas. As quantidades de folheto, depositadas mensalmente devem ser analisadas tendo em vista as variações das condições do ambiente, principalmente em relação à precipitação pluviométrica e temperatura (POGGIANI et al., 1987).

Em uma zona ripária, Vital et al. (2004) obtiveram uma produção de serrapilheira estimada em 10.646 kg ha⁻¹ano⁻¹, e a deposição de biomassa alcançou seu valor máximo em setembro, no final do período seco, seguida de um valor próximo em agosto e a menor deposição em junho, demonstrando as características sazonais das espécies.

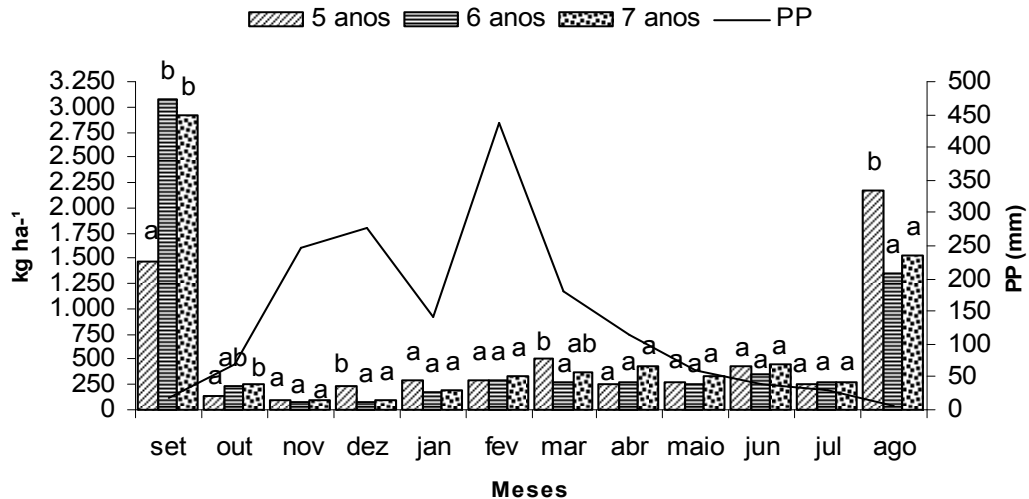


FIGURA 3 - Produção média mensal de serrapilheira de teca para os três talhões avaliados, e precipitação mensal durante o período de setembro de 2008 a agosto de 2009, no município de Nossa Senhora do Livramento – MT.

No mês de janeiro, Figura 3, a produção total de serrapilheira no talhão de cinco anos aumentou devido à prática da desrama neste talhão. No talhão com seis e sete anos, a desrama foi feita no mês subsequente, razão pela qual o material depositado aumentou isso indica que essa prática silvicultural interferiu na dinâmica natural de deposição de material vegetal.

Conforme pôde ser observado na Figura 3, as deposições mensais de serrapilheira para as três idades tiveram resultados semelhantes, sendo a maior queda de material na estação seca. Com a redução da precipitação, os povoamentos sofrem estresse hídrico, e esse fator, relacionado com a fisiologia da espécie, contribuiu para a elevada produção de serrapilheira nesse período.

A deposição de serrapilheira, dentre uma série de outros fatores, pode estar relacionada com as variações climáticas, como fotoperíodo, temperatura, estresse hídrico etc. Dessa forma, para melhor entender a sazonalidade da deposição foram elaborados gráficos representando a variação mensal das frações da serrapilheira (Figura 4).

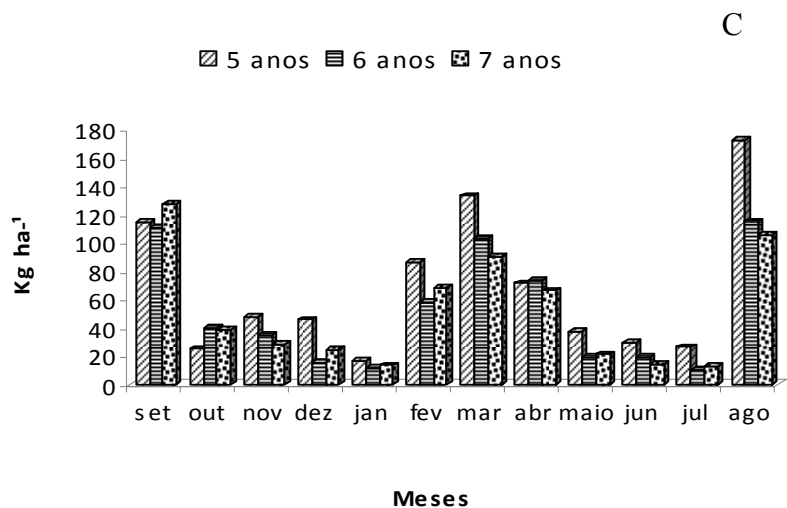
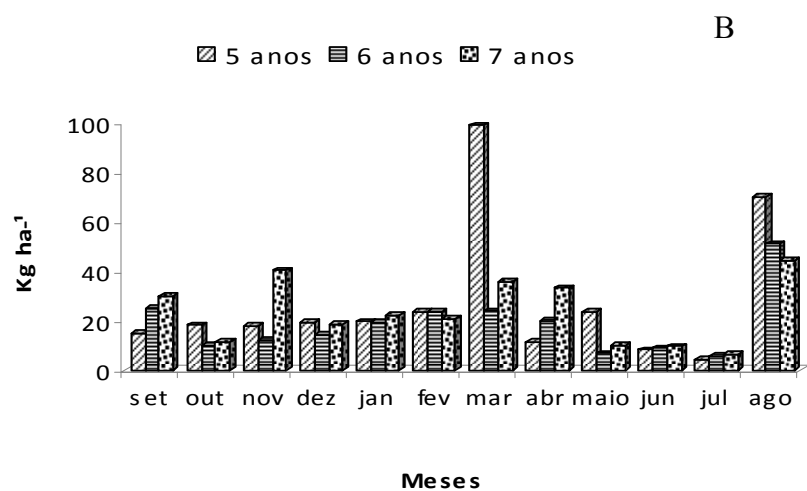
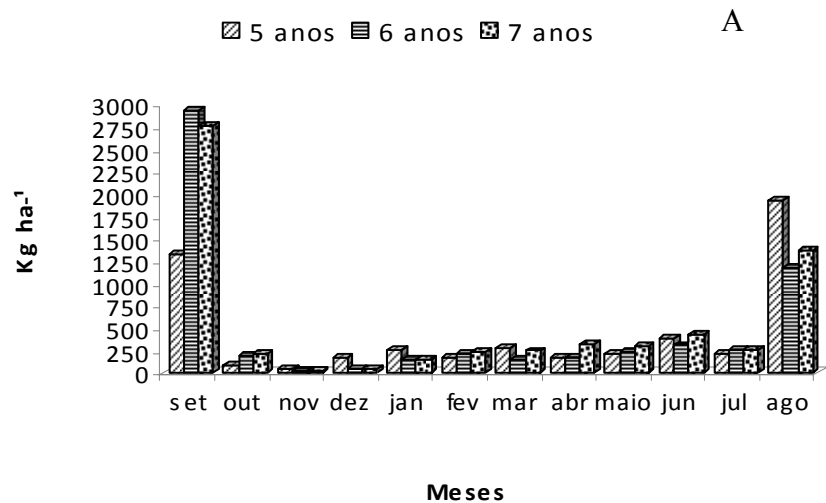


FIGURA 4 – Valores médios de produção de folhas (A), ramos (B) e miscelâneas (C) da serrapilheira de teca, em talhões no município de Nossa Senhora do Livramento – MT.

As folhas representaram 86% do total de serrapilheira depositada, com o total de 17.586 kg ha⁻¹ com maior período de deposição nos meses mais secos, por ser a teca uma espécie caducifólia (Figura 4). Após esse período e com o início das chuvas, ocorreu uma deposição mínima desse material nos talhões.

Na deposição da serrapilheira de duas espécies plantadas na Amazônia, *Ceiba pentandra* e de *Virola surinamensis*, a maior deposição de folhas para a primeira espécie ocorreu no período de junho até setembro, atingindo o máximo em julho. Para a espécie *Virola*, a maior deposição ocorreu durante os meses de agosto a outubro (NEVES et al., 2001).

Os ramos da teca representaram 4% do total de serrapilheira depositada. Fatores que contribuem para esse pequeno valor é que grande parte desse material é provenientes de pequenos ramos que sustentam as flores e frutos da árvore e neste estudo foram consideradas as frações menores que um centímetro de diâmetro. Atribuiu-se a maior deposição de ramos no mês de março à alta precipitação no mês anterior e aos ramos formados para a sustentação dos frutos da teca, que se encontravam em desenvolvimento.

Enquanto as miscelâneas representaram 10% do total de serrapilheira, as menores deposições desse material ocorreram no período inicial de floração da teca, meses de dezembro e janeiro, com aumento da quantidade nos meses subsequentes devido à formação dos seus frutos (drupas).

Parron et al. (2004), estudando um sistema de mata de galeria no Bioma Cerrado, verificaram que a produção de serrapilheira ocorreu durante toda a estação seca, entre junho e setembro. Encontraram uma produção anual média para as três comunidades estudadas de 6.760 kg ha⁻¹. Segundo Kato (1995), em plantios de Castanheira - do - Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), a maior produção ocorreu durante a estação seca do ano, em setembro, com produção anual de serrapilheira de 7,04 t ha⁻¹ em castanheiras de dez anos de idade plantadas em linhas de enriquecimento na floresta, de 1,28 t ha⁻¹ no plantio de dez anos e de

0,67 t ha⁻¹ no plantio de cinco anos, ambos plantios de castanheira sobre pastagens degradadas.

Em talhões de eucaliptos plantados no Estado de São Paulo, Schumacher (1992) observou os valores anuais de deposição de folheto para *E. camaldulensis* (7.200 kg ha⁻¹), tendo a maior deposição ocorrido na primavera e outono, e a menor nos meses de verão; para *E. grandis* a deposição de folheto foi de 3.138 kg ha⁻¹, com maior deposição no verão; e para *E. torelliana*, foi de 5.858 kg ha⁻¹, com máxima deposição na primavera, ao final da estação seca.

4.2 TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA SERRAPILHEIRA

As constantes de decomposição da serrapilheira (K) nos talhões com cinco, seis e sete anos de idade foram, respectivamente, de 0,54; 0,60 e 0,58 (Tabela 3). Esses valores foram menores aqueles relatados por Vital et al. (2004) e Oliveira (1997), que encontraram taxas de 1,71 e 1,9 para uma área de Floresta Estacional Semidecidual. Porém, foram maiores que aqueles encontrados por Corrêa (2005), de 0,15, em plantas de teca com seis anos e de 0,31 para a espécie *Schizolobium amazonicum* (bandarra). Esses valores demonstram que, em média, para essas idades, 57% da serrapilheira acumulada sobre o solo se decompõe anualmente.

Segundo Waring e Schlesinger (1985), as taxas de decomposição da serrapilheira são consideradas rápidas se existir pouco acúmulo na superfície do solo e os coeficientes de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico (K) forem maiores que 1,0. Para Olson (1963), essa condição é atingida quando os valores de K se situam entre 1,0 e 4,0. Os valores de K encontrados neste estudo foram menores que referidos por esses autores, indicando que a teca apresenta uma lenta taxa de decomposição.

TABELA 3 – TAXAS DE DECOMPOSIÇÃO (K), TEMPO MÉDIO DE RENOVAÇÃO DA SERRAPILHEIRA (1/K) E TEMPOS NECESSÁRIOS PARA A DECOMPOSIÇÃO DE 50% (T 0,5) E 95% (T 0,05) DA SERRAPILHEIRA DE TECA

IDADE	K	1/K	T 0,5	T 0,05
(anos)				
5 ANOS	0,54	1,84	1,28	5,53
6 ANOS	0,60	1,67	1,15	5,00
7 ANOS	0,58	1,71	1,19	5,14

O tempo médio de renovação da serrapilheira nos talhões com cinco, seis e sete anos foi de 1,84 anos (671 dias); de 1,67 anos (609 dias) e de 1,71 anos (624 dias), respectivamente.

Para a decomposição de 50% da serrapilheira o tempo médio estimado foi de 1,28 anos (467 dias); de 1,15 anos (419 dias) e de 1,19 anos (434 dias) para as árvores com cinco, seis e sete anos, respectivamente. Para o desaparecimento de 95% da serrapilheira foi de 5,53 anos (2.018 dias); de 5,00 anos (1.825 dias) e de 5,14 anos (1.876 dias) para a mesma sequência de idades. A lenta taxa de decomposição do material produzido por essa espécie se deve, em parte, à alta taxa de deposição das folhas.

4.3 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA

As concentrações médias anuais dos nutrientes contidos nas frações de folhas e ramos variaram significativamente para o cálcio e o magnésio. Os teores de enxofre diferiram somente para os ramos. Os teores de nutrientes na fração miscelânea não diferiram entre as idades avaliadas (Tabela 4).

TABELA 4 – CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, POTÁSSIO, CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE NOS TALHÕES DE TECA ESTUDADOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

FRAÇÕES	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg^{-1}						
Folhas						
5 anos	13,22a	1,55a	5,36a	19,60a	8,03b	0,88a
6 anos	11,85a	1,42a	4,80a	25,12ab	4,85a	0,85a
7 anos	12,51a	1,55a	4,44a	29,31b	4,95a	0,79a
Ramos						
5 anos	11,97a	0,28a	7,70a	9,92a	3,56b	0,90ab
6 anos	11,44a	0,25a	7,12a	10,75ab	2,30a	0,96b
7 anos	12,46a	0,24a	6,69a	11,77b	2,37a	0,75a
Miscelânea						
5 anos	11,20a	2,02a	7,12a	7,30a	3,58a	1,00a
6 anos	11,32a	2,01a	7,00a	8,77a	2,92a	1,07a
7 anos	11,79a	2,13a	6,50a	9,67a	2,84a	0,99a

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

Na fração folha, as maiores concentrações de nutrientes foram obtidas no talhão com cinco anos, com exceção do cálcio, que foi maior no talhão com sete anos, significativamente maior em relação às demais idades. Para esse elemento verificou-se, que as concentrações para todas as frações aumentaram com a idade.

O cálcio influencia o crescimento e o desenvolvimento das plantas, está envolvido em processos como divisão celular, fotossíntese, movimentos citoplasmáticos, etc. (MALAVOLTA et al., 1997). Segundo Dias et al. (2002), o cálcio é um elemento considerado imóvel na planta, o que faz com que ele fique armazenado em forma de cristais na folha, permanecendo nela na sua senescência. Dessa forma, este elemento é absorvido de maiores profundidades e devolvido, via serrapilheira (SHUMACHER et al., 2008).

Para os ramos, as maiores concentrações de nutrientes variaram entre as idades. As concentrações de nitrogênio e de cálcio foram maiores nos talhões com sete anos; as concentrações de fósforo, de potássio e de magnésio, aos cinco anos; e a concentração de enxofre foi maior aos seis anos. Para as miscelâneas, os valores encontrados dos nutrientes foram

próximos entre as idades. Entretanto, quando comparada com as demais frações da serrapilheira, as concentrações de fósforo e de enxofre foram maiores.

A ordem de magnitude na transferência de nutrientes pela serrapilheira ao solo em função das frações nos talhões com cinco, seis e sete anos ficou representada: para as folhas $\text{Ca} > \text{N} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P} > \text{S}$; ramos $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$; e miscelânea $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$. Essa magnitude de nutrientes nas frações correspondeu a folhas > ramos > miscelânea.

A ciclagem através da serrapilheira ocorreu sem interrupção durante o ano, e o cálcio foi o nutriente que teve os maiores valores médios para todas as idades (Figura 5).

A quantidade de nutrientes depositado pela serrapilheira foi maior para as plantas com sete anos, seguida pelas de cinco e seis anos, respectivamente. A ordem de contribuição absoluta dos nutrientes para as plantas foi igual em todas as idades: $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$.

Segundo Vieira e Schumacher (2010), em um povoamento de *Pinus taeda*, em Cambará do Sul - RS, dentre os macronutrientes estudados, o Ca e o N foram os que apresentaram maiores teores médios na serrapilheira, com $7,88 \text{ g kg}^{-1}$ e $5,28 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, seguidos, em ordem decrescente, por $\text{Mg} > \text{K} > \text{S} > \text{P}$.

Os povoamentos mais jovens tendem a produzir serrapilheira mais rica em nutrientes do que povoamentos maduros, principalmente em fósforo. Essa afirmativa foi verificada, em parte, neste estudo, pois a maior concentração do fósforo foi ligeiramente maior nas árvores com cinco anos (BROWN e LUGO, 1990).

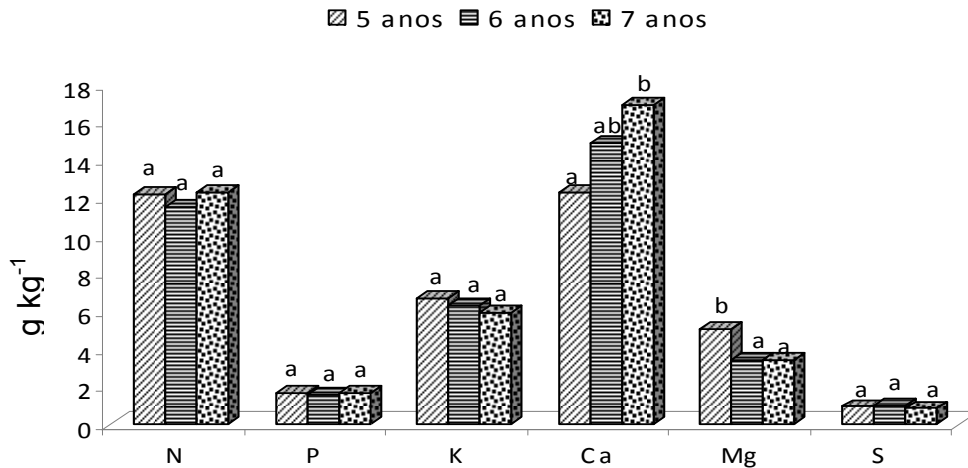


FIGURA 5 – Concentração média anual de nutrientes nos talhões de teca estudados, no município de Nossa Senhora do Livramento-MT

Os valores médios anuais das concentrações de cálcio foram significativamente maiores nos talhões com seis e sete anos, com 14,91 e 16,92 g kg⁻¹, respectivamente. Porém, a concentração do magnésio foi significativamente maior aos cinco anos, com 5,06 g kg⁻¹.

O nitrogênio, o fósforo, o potássio e o enxofre não diferiram entre as idades, tendo apresentado as concentrações médias anuais de 12,16; 11,49; 12,25 g kg⁻¹ de N; 1,67; 1,57; 1,63 g kg⁻¹ de P; 6,72; 6,30; 5,88 g kg⁻¹ de K e 0,93; 0,96 e 0,84 g kg⁻¹ de S, aos cinco, seis e sete anos, respectivamente.

Corrêa (2005) encontrou as seguintes concentrações médias na serrapilheira depositada da teca: 12,27 g kg⁻¹ de N; 1,22 g kg⁻¹ de P; 7,61 g kg⁻¹ de K; 16,60 g kg⁻¹ de Ca; 1,56 g kg⁻¹ de Mg; e 0,70 g kg⁻¹ de S.

As maiores concentrações foram observadas no cálcio, variando de 9,41 g kg⁻¹ a 15,06 g kg⁻¹ nas árvores com cinco anos; de 10,27 g kg⁻¹ a 20,65 g kg⁻¹ aos seis anos; e de 12,03 g kg⁻¹ a 21,16 g kg⁻¹ aos sete anos. Foram verificadas diferenças nas concentrações entre as idades, com exceção dos meses de outubro, dezembro, junho e julho (Tabela 5).

TABELA 5 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE NUTRIENTES PARA OS TALHÕES DE TECA ESTUDADOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	IDADE (anos)	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹							
Setembro 2008	5	11,06a	1,92a	8,90a	11,89a	3,87b	1,45ab
	6	10,20a	2,05a	9,43a	15,31b	2,75a	1,56b
	7	10,95a	1,99a	7,71a	14,73b	2,34a	1,33a
Outubro 2008	5	6,65a	1,65a	5,27a	14,25a	4,19b	0,95a
	6	7,39a	1,74a	6,43a	15,47a	2,19a	1,09a
	7	7,26a	1,78a	5,27a	17,30a	2,27a	1,04a
Novembro 2008	5	9,19a	1,79a	5,31a	9,41a	4,14b	0,91a
	6	8,89a	1,42a	6,36a	10,27ab	3,60ab	0,93a
	7	8,81a	1,32a	5,32a	12,45b	2,36a	0,71a
Dezembro 2008	5	10,68a	1,46a	7,94a	10,27a	5,02b	0,69a
	6	8,22a	1,74a	7,34a	10,27a	3,21a	0,77a
	7	10,18a	1,86a	9,49a	12,03a	3,31a	0,76a
Janeiro 2009	5	15,05a	0,90a	5,14a	10,83a	6,12b	0,88a
	6	16,66ab	1,17a	5,72a	12,64a	3,52a	1,04a
	7	19,35b	0,98a	4,79a	19,16b	3,96a	0,73a
Fevereiro 2009	5	13,07ab	1,49a	4,49a	10,98a	5,71b	1,15a
	6	10,05a	1,62a	4,43a	15,25b	4,20a	0,94a
	7	13,13b	1,77a	4,64a	14,60ab	3,85a	0,93a
Março 2009	5	15,16a	1,55a	7,53a	10,97a	5,29a	1,07a
	6	13,86a	1,36a	6,60a	14,25ab	3,89a	1,03a
	7	13,82a	1,52a	6,62a	16,30ab	4,43a	0,99a
Abril 2009	5	12,77a	1,75a	3,52a	15,06a	6,65b	1,25a
	6	12,89a	1,54a	2,26a	18,19ab	3,89a	1,20a
	7	13,37a	1,53a	2,56a	19,92b	4,27a	1,07a
Maio 2009	5	11,80a	1,57a	7,95a	13,55a	6,55a	0,66a
	6	10,63a	1,34a	6,51a	20,65b	4,33a	0,77a
	7	11,11a	1,66a	5,98a	21,16b	4,75a	0,78a
Junho 2009	5	12,14a	2,08b	9,54a	14,85a	5,78b	0,74a
	6	12,74a	1,35a	7,71a	14,73a	3,46a	0,79a
	7	12,18a	1,68ab	6,24a	19,37a	3,87a	0,69a
Julho 2009	5	15,07a	1,89a	7,16a	13,27a	3,80a	0,69a
	6	14,18a	1,76a	6,46a	17,23a	2,87a	0,61a
	7	14,53a	1,69a	6,32a	18,53a	2,81a	0,58a
Agosto 2009	5	13,07a	1,64a	7,98b	11,95a	3,58b	0,61a
	6	11,88a	1,41a	6,54a	14,65a	2,37a	0,75a
	7	12,55a	1,52a	6,13a	18,43b	2,52a	0,50a

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

Para o cálcio, as maiores concentrações, geralmente, foram encontradas aos sete anos de idade. A elevada quantidade do elemento cálcio, provavelmente indicou que a espécie é exigente neste elemento.

As concentrações médias mensais dos nutrientes variaram conforme o elemento tanto entre as idades avaliadas quanto para as frações durante o ano. O nitrogênio, o potássio e o cálcio foram os que apresentaram maiores variações em suas concentrações na serrapilheira ao longo do ano.

Em seguida, as maiores concentrações foram encontradas para o nitrogênio, que apresentou valores entre 6,65 g kg⁻¹ e 15,16 g kg⁻¹ nas árvores com cinco anos; entre 7,39 e 16,66 g kg⁻¹ aos seis anos, e entre 7,26 e 19,35 g kg⁻¹ aos sete anos, tendo sido encontradas diferenças somente nos meses de janeiro e fevereiro.

Cunha (1997) encontrou na fração folheda da serrapilheira em área de Capoeira valores médios de 18,1 g kg⁻¹ para N; de 2,0 g kg⁻¹ para P; de 5,1 g kg⁻¹ para K; de 26,3 g kg⁻¹ para Ca e de 2,0 g kg⁻¹ para Mg.

O enxofre foi o nutriente encontrado em menor concentração, variando de 0,61 g kg⁻¹ a 1,45 g kg⁻¹ aos cinco anos; de 0,75 g kg⁻¹ a 1,56 g kg⁻¹ aos seis anos; e de 0,50 g kg⁻¹ a 1,33 g kg⁻¹ aos sete anos. Foi encontrada diferença estatística apenas no mês de setembro.

O retorno total estimado de macronutrientes foi de 583 kg ha⁻¹ aos cinco anos; de 586 kg ha⁻¹ aos seis anos; e de 642 kg ha⁻¹ aos sete anos.

A Tabela 6 mostra, de forma individualizada, as concentrações de nutrientes em cada fração no talhão com cinco anos. Nas folhas, o cálcio foi o elemento que apresentou as maiores concentrações durante todo o ano, com valores de 13,62 g kg⁻¹ a 26,20 g kg⁻¹, com exceção do mês de janeiro, em que prevaleceu o nitrogênio. Para Corrêa (2005), o valor médio encontrado foi de 24,87 g kg⁻¹ de cálcio.

TABELA 6 – CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE NUTRIENTES EM CADA FRAÇÃO NO TALHÃO DE TECA COM CINCO ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹							
Setembro 2008	Folhas	11,65	1,63	6,33	19,36	5,02	1,30
	Ramos	11,77	1,59	11,76	9,54	3,54	1,35
	Miscelâneas	9,75	2,54	8,60	6,76	3,06	1,71
Outubro 2008	Folhas	6,84	1,58	1,95	20,68	4,40	1,30
	Ramos	7,62	1,88	8,26	16,50	6,06	0,92
	Miscelâneas	5,49	1,47	5,61	5,56	2,10	0,63
Novembro 2008	Folhas	11,32	1,91	4,95	13,62	6,62	1,16
	Ramos	9,19	1,00	4,80	7,78	3,18	0,80
	Miscelâneas	7,06	2,45	6,17	6,84	2,62	0,77
Dezembro 2008	Folhas	14,23	1,51	10,38	14,36	9,58	0,79
	Ramos	11,09	1,23	8,51	10,97	3,60	0,75
	Miscelâneas	6,72	1,63	4,91	5,48	1,88	0,53
Janeiro 2009	Folhas	21,96	0,94	3,22	17,12	10,48	0,75
	Ramos	9,19	1,14	5,41	7,74	3,62	0,84
	Miscelâneas	14,01	1,56	6,79	7,64	4,26	1,04
Fevereiro 2009	Folhas	13,22	1,68	2,97	18,26	8,30	0,98
	Ramos	8,29	1,00	5,59	5,86	2,96	1,05
	Miscelâneas	17,71	1,80	4,92	8,82	5,86	1,43
Março 2009	Folhas	15,46	1,43	4,74	18,14	7,76	0,96
	Ramos	14,23	1,40	10,13	6,72	2,54	0,78
	Miscelâneas	15,80	1,80	7,70	8,06	5,56	1,47
Abril 2009	Folhas	12,89	1,29	1,67	23,40	8,66	0,91
	Ramos	14,90	1,73	3,04	9,88	4,28	1,10
	Miscelâneas	10,53	2,25	5,82	11,90	7,02	1,73
Maio 2009	Folhas	11,54	1,56	8,24	24,56	13,86	0,67
	Ramos	12,89	0,96	6,72	9,08	2,64	0,59
	Miscelâneas	10,98	2,20	8,89	7,02	3,14	0,72
Junho 2009	Folhas	10,20	1,62	8,24	26,20	10,68	0,56
	Ramos	14,90	2,17	10,90	12,40	4,04	1,10
	Miscelâneas	11,32	2,47	9,48	5,96	2,62	0,58
Julho 2009	Folhas	15,02	1,71	4,47	19,04	5,68	0,56
	Ramos	17,51	2,07	8,96	13,58	3,36	0,92
	Miscelâneas	13,45	1,90	8,04	7,18	2,36	8,90
Agosto 2009	Folhas	14,34	1,77	7,13	20,44	5,32	0,63
	Ramos	13,22	0,92	8,31	9,04	2,92	0,58
	Miscelâneas	11,65	2,22	8,50	6,36	2,50	0,61

As maiores concentrações de nitrogênio ocorreram nos ramos e nas miscelâneas, com valores variando de 7,62 g kg⁻¹ a 17,51 g kg⁻¹ para os ramos e 5,49 g kg⁻¹ a 17,71 g kg⁻¹ para as miscelâneas. Para o fósforo, as maiores concentrações foram encontradas na fração de miscelâneas, com valores variando de 1,47 g kg⁻¹ a 2,54 g kg⁻¹.

O magnésio teve elevadas concentrações para as folhas quando comparado com as demais frações, especialmente nos meses de janeiro, maio e junho.

O elemento encontrado em menor quantidade foi o enxofre, que pouco variou durante o período de estudo, com exceção do mês de julho para a fração miscelânea, com pico de 8,90 g kg⁻¹.

Nas árvores com seis anos, o cálcio também foi o elemento encontrado em maiores concentrações, tendo variado nas folhas de 14,84 g kg⁻¹ a 44,08 g kg⁻¹ (Tabela 7). As maiores concentrações foram obtidas nos meses de abril, maio e junho.

O segundo elemento em maior quantidade foi o nitrogênio. Nas frações de ramos e miscelânea, foi o principal elemento encontrado, semelhantemente às árvores com cinco anos.

O fósforo variou de 0,84 g kg⁻¹ a 2,64 g kg⁻¹, sendo encontrado em maior quantidade nas miscelâneas. Cunha (1997) verificou que as concentrações de fósforo na serrapilheira diminuíram com a idade da vegetação, já as concentrações de potássio, de cálcio e de magnésio não variaram com a idade dos povoamentos.

A quantidade de nutrientes depositada por meio da serrapilheira nos talhões com sete anos de idade foi ligeiramente maior que nos demais talhões, com destaque para o cálcio.

TABELA 7 – CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE NUTRIENTES EM CADA FRAÇÃO NO TALHÃO DE TECA COM SEIS ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg^{-1}							
Setembro 2008	Folhas	9,19	1,86	5,68	26,88	3,70	1,47
	Ramos	11,21	1,65	13,30	11,40	2,36	1,70
	Miscelâneas	10,20	2,64	9,32	7,64	2,20	1,52
Outubro 2008	Folhas	7,40	1,46	1,62	30,54	2,68	0,87
	Ramos	6,95	1,23	9,48	8,98	1,82	1,12
	Miscelâneas	7,84	2,54	8,20	6,88	2,06	1,29
Novembro 2008	Folhas	9,97	1,43	7,06	14,96	6,60	1,20
	Ramos	10,42	0,84	5,60	8,96	2,30	0,85
	Miscelâneas	6,28	1,98	6,41	6,90	1,90	0,74
Dezembro 2008	Folhas	11,21	1,92	12,74	14,84	6,68	1,10
	Ramos	7,56	1,43	5,20	8,82	1,58	0,64
	Miscelâneas	7,39	1,87	4,07	7,14	1,38	0,56
Janeiro 2009	Folhas	21,07	1,32	2,41	19,70	4,56	0,94
	Ramos	12,77	1,44	10,16	8,66	1,86	0,95
	Miscelâneas	16,14	1,86	4,60	9,56	4,14	1,23
Fevereiro 2009	Folhas	6,61	1,66	2,08	23,34	4,28	0,77
	Ramos	7,96	0,93	5,25	9,98	2,68	0,60
	Miscelâneas	15,58	2,25	5,97	12,42	5,66	1,46
Março 2009	Folhas	13,89	0,94	3,53	23,56	5,08	0,76
	Ramos	13,11	1,38	10,21	8,90	2,14	0,92
	Miscelâneas	14,57	1,75	6,08	10,30	4,46	1,42
Abril 2009	Folhas	12,44	1,11	1,52	30,00	4,80	0,93
	Ramos	14,46	1,55	1,96	12,00	2,82	1,08
	Miscelâneas	11,77	1,98	3,31	12,58	4,06	1,60
Maio 2009	Folhas	10,79	1,27	4,70	44,08	8,20	0,54
	Ramos	10,09	0,91	4,47	9,64	1,76	0,85
	Miscelâneas	10,65	1,85	10,35	8,24	3,04	0,91
Junho 2009	Folhas	10,98	1,02	5,57	21,72	4,78	0,46
	Ramos	12,19	1,26	5,69	13,14	3,04	0,95
	Miscelâneas	14,90	1,78	11,88	9,32	2,58	0,96
Julho 2009	Folhas	17,48	1,61	5,77	27,60	4,12	0,58
	Ramos	16,36	1,51	7,56	16,48	2,65	0,73
	Miscelâneas	8,68	2,05	6,58	7,70	1,86	0,55
Agosto 2009	Folhas	10,98	1,52	4,84	24,20	2,74	0,63
	Ramos	12,77	1,10	6,65	13,16	2,66	1,06
	Miscelâneas	11,88	1,61	7,21	6,58	1,72	0,56

Na Tabela 8 são apresentadas as concentrações médias mensais dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre para as árvores com sete anos de idade.

Para esta idade, com relação aos demais nutrientes, o cálcio apresentou maior concentração apenas para as folhas, entretanto, para os ramos e miscelâneas, o nitrogênio apresentou maior concentração, de 7,40 g kg⁻¹ a 18,27 g kg⁻¹ para os ramos e de 6,44 g kg⁻¹ a 19,50 g kg⁻¹ para as miscelâneas.

Vieira (1998), estudando uma área de vegetação natural de cerrado, uma com *E. saligna* e outra com *E. grandis* obteve as maiores concentrações de nutrientes para a vegetação natural. Os teores de N, P, K, Ca e Mg encontrados foram, respectivamente, de 12,5 g kg⁻¹, 0,6 g kg⁻¹, 2,4 g kg⁻¹, 7,6 g kg⁻¹ e 2,2 g kg⁻¹. Poggiani (1985), avaliando o *E. saligna*, observou que as maiores concentrações de Mg estavam na casca.

TABELA 8 – CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL DE NUTRIENTES, EM CADA FRAÇÃO, NO TALHÃO DE TECA COM SETE ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg^{-1}							
Setembro 2008	Folhas	10,09	1,73	5,03	24,12	2,36	1,02
	Ramos	11,65	1,44	9,49	12,30	2,36	1,46
	Miscelâneas	11,09	2,82	8,60	7,78	2,32	1,52
Outubro 2008	Folhas	7,96	1,77	1,55	33,42	2,56	0,89
	Ramos	7,40	0,94	5,36	11,35	2,30	0,80
	Miscelâneas	6,44	2,64	7,83	7,12	1,94	1,42
Novembro 2008	Folhas	9,75	0,99	2,77	18,38	3,22	0,86
	Ramos	8,07	0,95	6,58	10,84	1,86	0,67
	Miscelâneas	6,95	1,84	6,04	5,20	1,60	0,47
Dezembro 2008	Folhas	14,18	2,39	13,04	18,34	6,10	1,19
	Ramos	9,64	1,32	9,41	11,26	2,30	0,62
	Miscelâneas	6,72	1,87	6,02	6,50	1,54	0,49
Janeiro 2009	Folhas	20,28	1,33	2,09	30,51	6,54	0,76
	Ramos	18,27	0,99	7,69	12,36	2,64	0,56
	Miscelâneas	19,50	1,57	4,60	14,62	2,70	0,87
Fevereiro 2009	Folhas	10,09	1,80	2,64	24,72	4,36	0,79
	Ramos	11,77	1,02	5,96	7,54	2,16	0,64
	Miscelâneas	17,54	2,49	5,32	11,54	5,04	1,37
Março 2009	Folhas	14,23	1,32	3,54	26,72	5,08	0,81
	Ramos	13,56	1,21	9,16	10,33	2,72	0,76
	Miscelâneas	13,67	2,05	7,16	11,86	5,50	1,40
Abril 2009	Folhas	13,56	1,15	1,44	29,36	5,24	0,88
	Ramos	14,23	1,28	2,75	15,42	3,16	0,85
	Miscelâneas	12,33	2,17	3,49	14,98	4,40	1,48
Maio 2009	Folhas	10,98	1,44	5,02	40,40	8,62	0,63
	Ramos	12,89	1,19	4,52	11,44	2,26	0,68
	Miscelâneas	10,09	2,34	8,40	11,64	3,36	1,02
Junho 2009	Folhas	12,10	1,39	6,29	37,96	7,60	0,70
	Ramos	13,31	1,52	6,18	10,48	1,78	0,73
	Miscelâneas	11,65	2,12	6,25	9,66	2,28	0,64
Julho 2009	Folhas	13,22	1,70	4,72	33,68	4,36	0,47
	Ramos	15,80	1,64	6,95	14,80	2,50	0,71
	Miscelâneas	14,57	1,73	7,31	7,12	1,58	0,56
Agosto 2009	Folhas	13,67	1,60	5,17	34,08	3,38	0,48
	Ramos	13,00	1,03	6,26	13,16	2,40	0,52
	Miscelâneas	10,98	1,92	6,97	8,06	1,78	0,50

4.4 ACÚMULO DE NUTRIENTES

As distribuições mensais dos acúmulos de nutrientes na serrapilheira acompanharam a quantidade de serrapilheira produzida, com maior retorno de nutrientes ao solo pela deposição de serrapilheira nos meses de agosto e setembro para todas as idades avaliadas. Os maiores acúmulos foram observados no talhão com sete anos, seguido pelos talhões de seis e cinco anos (Tabela 9).

A sequência de elementos devolvidos ao solo pela serrapilheira foi o cálcio, o nitrogênio, o potássio, o magnésio, o fósforo e o enxofre, tendo ocorrido durante os meses do ano uma variação de maior ou menor acúmulo desses elementos entre as idades avaliadas. Em estudo desenvolvido por Melo e Resck (2002), avaliando o retorno da serrapilheira em Pinus, o N foi o elemento de maior retorno ao solo, seguido pelo Ca, pelo K, pelo P, pelo Mg e pelo S.

Dentre as frações da serrapilheira, as folhas tiveram maior contribuição no acúmulo de nutrientes. O maior acúmulo mensal de nitrogênio e de cálcio para as árvores com cinco anos ocorreu em agosto com 111,82 kg ha⁻¹ e 159,12 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 10). Para as plantas com seis e sete anos, o maior retorno desses nutrientes pelas folhas ocorreu no mês de setembro, com 108,19 kg ha⁻¹ e 113,02 kg ha⁻¹ de N, e 314,74 kg ha⁻¹ e 272,90 kg ha⁻¹ de Ca, respectivamente (Tabelas 11 e 12).

Anualmente são depositados via serrapilheira na floresta em estágio intermediário 39,0 kg ha⁻¹ de N, 24,1 kg ha⁻¹ de Ca, 6,9 kg ha⁻¹ de K e 8,4 kg ha⁻¹ de Mg e 1,4 kg ha⁻¹ de P. Em floresta de baixada são depositados, cerca de 49,8 kg ha⁻¹ de N, 41,3 kg ha⁻¹ de Ca, 12,0 kg ha⁻¹ de K, 12,5 kg ha⁻¹ de Mg e 2,4 kg ha⁻¹ de P. Para o plantio de *Mimosa bimucronata*, são depositados 32,9 kg ha⁻¹ de N, 38,1 kg ha⁻¹ de Ca, 12,1 kg ha⁻¹ de K, 4,8 kg ha⁻¹ de Mg e 1,9 kg ha⁻¹ de P (BARBOSA e FARIA, 2006).

TABELA 9 – ACÚMULO MÉDIO MENSAL DE NUTRIENTES NOS TALHÕES DE TECA ESTUDADOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO – MT

Mês	Idade (anos)	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha ⁻¹							
Setembro 2008	5	23,52a	3,29a	13,05a	35,19a	9,02a	2,58a
	6	37,96a	7,76b	24,06b	106,45b	14,93b	6,08b
	7	39,93a	6,66b	20,48ab	92,79b	9,27a	4,15ab
Outubro 2008	5	1,09a	0,28a	0,59a	2,85a	0,67a	0,20a
	6	2,09ab	0,52ab	0,82a	8,52a	0,78a	0,29a
	7	2,86b	0,65b	0,95a	10,46a	0,90a	0,34a
Novembro 2008	5	1,23a	0,27a	0,78a	1,27a	0,60a	0,12a
	6	0,87a	0,16a	0,62a	1,05a	0,40a	0,09a
	7	1,00a	0,18a	0,68a	1,66a	0,28a	0,09a
Dezembro 2008	5	3,90b	0,53a	3,08a	4,08a	2,51b	0,27a
	6	0,99a	0,19a	1,02a	1,33a	0,48a	0,10a
	7	1,31a	0,24a	1,20a	1,65a	0,49a	0,11a
Janeiro 2009	5	8,65a	0,38a	1,60a	6,44a	4,06a	0,31a
	6	5,06a	0,32a	0,85a	4,45a	1,01a	0,25a
	7	5,01a	0,32a	0,82a	7,00a	1,50a	0,19a
Fevereiro 2009	5	5,44a	0,64a	1,48a	5,65a	2,75a	0,44a
	6	3,84a	0,74a	1,27a	7,93a	1,76a	0,36a
	7	5,32a	0,85a	1,56a	9,21a	1,92a	0,40a
Março 2009	5	10,28b	4,80b	1,11a	8,78a	4,20a	0,73a
	6	5,26a	1,88a	0,47a	6,41a	1,69a	0,37a
	7	6,95ab	2,45ab	0,76a	11,30a	2,56a	0,46a
Abril 2009	5	4,30a	0,54a	1,03a	6,42a	2,63ab	0,38a
	6	4,37a	0,50a	0,66a	8,36a	1,60a	0,40ab
	7	7,69b	0,74a	1,11a	14,89b	2,83b	0,54b
Maio 2009	5	4,36a	0,58a	2,93a	7,61a	4,03a	0,24a
	6	3,76a	0,46a	1,74a	14,34ab	2,65a	0,19a
	7	4,83a	0,66a	2,33a	16,63b	3,62a	0,29a
Junho 2009	5	5,80a	0,96b	4,92a	13,89a	5,53b	0,32ab
	6	5,37a	0,43a	2,86a	8,27a	1,86a	0,22a
	7	7,40a	0,89ab	3,95a	22,32b	4,52b	0,43b
Julho 2009	5	4,96a	0,58a	1,62a	5,79a	1,74a	0,19a
	6	6,44a	0,67a	2,38a	10,78a	1,60a	0,25a
	7	5,07a	0,66a	1,87a	12,00a	1,52a	0,19a
Agosto 2009	5	41,12b	5,18b	21,29b	55,37a	14,77b	1,76b
	6	20,47a	2,67a	9,16a	40,12a	4,84a	1,20ab
	7	27,67a	3,29a	11,17a	64,36a	6,65a	0,98a

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

TABELA 10 – ACÚMULO MÉDIO MENSAL DE NUTRIENTES, EM CADA FRAÇÃO, NO TALHÃO DE TECA COM CINCO ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha ⁻¹							
Setembro 2008	Folhas	65,27	8,61	34,46	101,96	25,45	6,88
	Ramos	0,69	0,09	0,69	0,52	0,20	0,08
	Miscelâneas	4,60	1,18	4,00	3,09	1,41	0,78
Outubro 2008	Folhas	2,19	0,56	0,63	6,90	1,37	0,47
	Ramos	0,56	0,11	0,58	1,10	0,42	0,06
	Miscelâneas	0,52	0,16	0,55	0,56	0,22	0,07
Novembro 2008	Folhas	1,71	0,30	0,71	2,04	1,08	0,17
	Ramos	0,58	0,06	0,42	0,52	0,21	0,06
	Miscelâneas	1,39	0,46	1,20	1,24	0,50	0,15
Dezembro 2008	Folhas	9,46	1,21	7,87	10,65	7,05	0,68
	Ramos	1,11	0,11	0,54	0,79	0,21	0,05
	Miscelâneas	1,15	0,27	0,83	0,81	0,27	0,07
Janeiro 2009	Folhas	24,32	1,02	3,75	18,22	11,60	0,80
	Ramos	0,72	0,09	0,60	0,61	0,29	0,07
	Miscelâneas	0,91	0,04	0,43	0,51	0,29	0,07
Fevereiro 2009	Folhas	9,58	1,20	2,12	13,33	6,00	0,76
	Ramos	0,74	0,12	0,72	0,56	0,24	0,08
	Miscelâneas	5,99	0,60	1,62	3,05	2,02	0,50
Março 2009	Folhas	16,55	1,77	6,02	19,15	8,52	1,06
	Ramos	5,73	0,57	4,17	2,77	1,05	0,31
	Miscelâneas	8,56	0,98	4,20	4,41	3,02	0,82
Abril 2009	Folhas	9,13	0,88	1,21	15,43	5,71	0,58
	Ramos	0,69	0,08	0,16	0,44	0,20	0,05
	Miscelâneas	3,06	0,64	1,71	3,39	1,99	0,49
Maio 2009	Folhas	10,18	1,35	7,01	21,10	11,46	0,59
	Ramos	1,22	0,05	0,47	0,69	0,17	0,04
	Miscelâneas	1,67	0,33	1,32	1,05	0,45	0,10
Junho 2009	Folhas	15,61	2,53	13,29	40,56	16,15	0,87
	Ramos	0,47	0,07	0,41	0,38	0,13	0,04
	Miscelâneas	1,32	0,29	1,08	0,73	0,32	0,07
Julho 2009	Folhas	13,23	1,51	3,89	16,40	4,94	0,49
	Ramos	0,29	0,03	0,16	0,23	0,05	0,01
	Miscelâneas	1,35	0,20	0,80	0,76	0,25	0,06
Agosto 2009	Folhas	111,82	13,78	55,72	159,12	41,77	4,68
	Ramos	3,71	0,26	2,29	2,50	0,82	0,16
	Miscelâneas	7,83	1,52	5,85	4,49	1,72	0,43

TABELA 11 – ACÚMULO MÉDIO MENSAL DE NUTRIENTES, EM CADA FRAÇÃO, NO TALHÃO DE TECA COM SEIS ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO - MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha ⁻¹							
Setembro 2008	Folhas	108,19	21,94	66,71	314,74	43,55	17,40
	Ramos	1,12	0,16	1,35	1,16	0,24	0,17
	Miscelâneas	4,56	1,18	4,12	3,44	1,00	0,68
Outubro 2008	Folhas	4,89	1,11	0,74	24,12	1,93	0,61
	Ramos	0,25	0,04	0,43	0,33	0,07	0,04
	Miscelâneas	1,11	0,42	1,31	1,11	0,35	0,21
Novembro 2008	Folhas	1,23	0,18	0,78	1,76	0,84	0,13
	Ramos	0,52	0,04	0,25	0,43	0,12	0,04
	Miscelâneas	0,86	0,25	0,84	0,96	0,26	0,10
Dezembro 2008	Folhas	2,24	0,38	2,53	3,09	1,26	0,22
	Ramos	0,31	0,08	0,27	0,48	0,09	0,03
	Miscelâneas	0,43	0,11	0,26	0,41	0,08	0,03
Janeiro 2009	Folhas	13,26	0,80	1,40	12,28	2,67	0,59
	Ramos	1,13	0,12	0,94	0,61	0,15	0,08
	Miscelâneas	0,79	0,03	0,23	0,45	0,20	0,06
Fevereiro 2009	Folhas	7,23	1,57	1,78	19,67	3,66	0,69
	Ramos	0,69	0,10	0,57	1,18	0,31	0,06
	Miscelâneas	3,61	0,56	1,46	2,94	1,33	0,34
Março 2009	Folhas	8,46	0,57	2,14	14,23	3,04	0,45
	Ramos	1,24	0,13	1,00	0,81	0,19	0,09
	Miscelâneas	6,09	0,72	2,50	4,21	1,85	0,57
Abril 2009	Folhas	8,50	0,79	0,87	20,60	3,43	0,64
	Ramos	1,12	0,12	0,14	0,94	0,22	0,08
	Miscelâneas	3,48	0,58	0,96	3,55	1,15	0,46
Maio 2009	Folhas	10,18	1,20	4,31	42,14	7,68	0,49
	Ramos	0,27	0,02	0,13	0,26	0,05	0,02
	Miscelâneas	0,84	0,14	0,80	0,63	0,23	0,07
Junho 2009	Folhas	14,52	1,14	7,51	23,75	5,30	0,56
	Ramos	0,44	0,04	0,27	0,42	0,11	0,03
	Miscelâneas	1,16	0,13	0,81	0,63	0,18	0,06
Julho 2009	Folhas	18,61	1,72	6,36	29,14	4,33	0,63
	Ramos	0,34	0,04	0,22	0,39	0,06	0,02
	Miscelâneas	0,36	0,08	0,25	0,33	0,08	0,02
Agosto 2009	Folhas	53,31	7,07	22,83	114,69	13,14	3,05
	Ramos	2,69	0,24	1,26	2,69	0,57	0,27
	Miscelâneas	5,42	0,72	3,37	2,97	0,81	0,29

TABELA 12 – ACÚMULO MÉDIO MENSAL DE NUTRIENTES, EM CADA FRAÇÃO, NO TALHÃO DE TECA COM SETE ANOS, NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO – MT

Mês	Frações	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha ⁻¹							
Setembro 2008	Folhas	113,02	18,35	55,82	272,90	26,35	11,49
	Ramos	1,34	0,18	1,18	1,49	0,29	0,17
	Miscelâneas	5,42	1,45	4,43	3,97	1,18	0,79
Outubro 2008	Folhas	7,18	1,49	1,42	29,76	2,31	0,75
	Ramos	0,37	0,05	0,26	0,50	0,10	0,04
	Miscelâneas	1,03	0,41	1,17	1,12	0,31	0,22
Novembro 2008	Folhas	0,95	0,11	0,24	2,03	0,32	0,09
	Ramos	1,10	0,19	1,09	1,85	0,28	0,12
	Miscelâneas	1,03	0,27	0,87	0,77	0,24	0,07
Dezembro 2008	Folhas	2,57	0,45	2,33	3,48	1,16	0,22
	Ramos	0,74	0,09	0,73	0,83	0,17	0,04
	Miscelâneas	0,62	0,18	0,54	0,63	0,15	0,05
Janeiro 2009	Folhas	12,48	0,84	1,34	19,01	4,09	0,46
	Ramos	1,56	0,07	0,88	1,05	0,24	0,05
	Miscelâneas	1,01	0,04	0,24	0,95	0,15	0,05
Fevereiro 2009	Folhas	10,15	1,81	2,67	23,96	4,24	0,78
	Ramos	1,03	0,08	0,57	0,57	0,17	0,06
	Miscelâneas	4,78	0,67	1,43	3,10	1,36	0,37
Março 2009	Folhas	14,02	1,36	3,52	27,96	5,21	0,78
	Ramos	1,93	0,16	1,28	1,46	0,37	0,09
	Miscelâneas	4,91	0,76	2,54	4,48	2,10	0,51
Abril 2009	Folhas	17,85	1,51	1,93	38,82	6,98	1,16
	Ramos	1,94	0,13	0,45	1,93	0,37	0,08
	Miscelâneas	3,28	0,57	0,95	3,92	1,15	0,39
Maio 2009	Folhas	13,13	1,74	6,06	48,47	10,48	0,78
	Ramos	0,52	0,05	0,22	0,46	0,10	0,03
	Miscelâneas	0,84	0,20	0,71	0,97	0,28	0,08
Junho 2009	Folhas	21,03	2,49	11,26	66,01	13,36	1,23
	Ramos	0,51	0,05	0,24	0,40	0,07	0,03
	Miscelâneas	0,67	0,12	0,36	0,55	0,13	0,03
Julho 2009	Folhas	14,16	1,86	5,02	35,29	4,41	0,51
	Ramos	0,36	0,04	0,20	0,38	0,07	0,02
	Miscelâneas	0,70	0,09	0,38	0,35	0,08	0,03
Agosto 2009	Folhas	75,82	8,83	29,38	187,43	18,73	2,65
	Ramos	2,51	0,17	1,06	2,32	0,45	0,08
	Miscelâneas	4,68	0,85	3,07	3,34	0,77	0,20

As Tabelas 10, 11 e 12 mostram que as miscelâneas tiveram maior importância no acúmulo de nutrientes quando comparadas com os ramos, para todas as idades, especialmente para o nitrogênio, com valores de 8,56 kg ha⁻¹ aos cinco anos, 6,09 kg ha⁻¹ aos seis anos e 5,42 kg ha⁻¹ aos sete anos. Neves et al. (2001) encontraram um conteúdo médio anual de N para as espécies *Ceiba pentandra* e *Virola Surinamensis* de 16,73 kg ha⁻¹ e 6,98 kg ha⁻¹, respectivamente. Para Mochiutti et al. (2006), a quantidade de N fornecida pelo *Sclerolobium paniculatum* (taxi-branco) foi de 117,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹, e o da floresta secundária, de 51,4 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

O fósforo e o enxofre foram os elementos que menos retornaram ao solo via serrapilheira, tendo sido também depositados em maior quantidade através das folhas, seguidos das miscelâneas e dos ramos, e os maiores valores foram obtidos nos meses de agosto e setembro. Para o talhão com cinco anos, os maiores valores de P e S foram, respectivamente, 13,78 kg ha⁻¹ e 6,88 kg ha⁻¹; nos de seis anos, de 21,94 kg ha⁻¹ e 17,40 kg ha⁻¹; e nos de sete anos, de 18,35 kg ha⁻¹ e 11,49 kg ha⁻¹.

O talhão com sete anos foi o que apresentou maiores valores de acúmulo de nutrientes (Tabela 11). O potássio foi o terceiro elemento depositado ao solo via serrapilheira, especialmente pelas folhas, com maior valor encontrado nos meses de setembro (55,82 kg ha⁻¹) e agosto (29,38 kg ha⁻¹). A menor taxa de retorno desse nutriente ocorreu no mês de novembro. Segundo Scheer (2008), dentre os macronutrientes, o K e o Mg das folhas depositadas pela vegetação apresentam uma taxa mais rápida de ciclagem no ecossistema, sendo uma grande proporção liberada nos primeiros meses de decomposição.

A magnitude de acúmulo de nutrientes para todas as idades avaliadas foi de Ca>N>K>Mg>P>S. Em um povoamento de *Araucaria angustifolia* com 17 anos de idade, em Pinhal Grande-RS, o Ca foi o elemento transferido ao solo em maior quantidade, seguido pelo N, e a magnitude de transferência dos nutrientes ao solo foi Ca>N>K>Mg>P, igual ao obtido neste trabalho, sendo as acículas as principais responsáveis pela devolução de nutrientes ao solo (SHUMACHER et al., 2004).

Segundo Borém e Ramos (2002), os nutrientes contidos na serrapilheira estão mais protegidos contra lixiviação que os armazenados no solo porque, na sua maioria, fazem parte de compostos orgânicos.

5 CONCLUSÕES

A maior produção de serrapilheira ocorreu no talhão de teca com sete anos de idade, com 7.280 kg ha⁻¹, seguido pelo talhão com seis anos, com 6.739 kg ha⁻¹ e pelo de cinco anos, com 6.271 kg ha⁻¹.

A taxa de decomposição (K) da serrapilheira dos talhões com cinco anos foi de 0,54, com seis anos, de 0,60 e com sete anos, de 0,58.

O tempo médio de renovação da serrapilheira para o talhão com cinco anos foi de 1,84 anos, para o seis anos foi de 1,67 anos e de 1,71 anos para o de sete anos.

Para que ocorra a decomposição de 50% da serrapilheira, o tempo médio estimado foi de 1,28 anos, 1,15 anos e 1,19 anos para os talhões com 5, 6 e 7 anos, respectivamente. E para o desaparecimento de 95% da serrapilheira foi de 5,53 anos, 5,00 anos e 5,14 anos, para cada um dos talhões estudados.

A ordem de concentração absoluta dos nutrientes e de acúmulo para as plantas foi igual em todas as idades: Ca>N>K>Mg>P>S.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. M. **Determinação do Estoque de Carbono em Teca (*Tectona grandis* L.F.) em Diferentes Idades.** 2005. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT.

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

ANDRADE, A. G.; CABALERO, S. U; FARIA, S. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Doc. 13. 1999. 22 p.

ANDRAE, F. H.; KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos, em Passo Fundo – RS: inventário de nutrientes. In: ANDRAE, F. H.; KRAPPENBAUER, A. (Ed.). **Pesquisas Austrobrasileiras 1973-1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna*.** Santa Maria: UFSM, 1983. 112 p.

ANGELI, A.; STAPE, J.L. Identificação de Espécies Florestais: *Tectona grandis* (Teca). **Instituto de Pesquisas Florestais.** Atualizado em 05/05/2003. Disponível em:<
<http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.asp>>. Acesso em: 05 fev. 2009.

ATTIWILL, P.M. The loss of elements from decomposing litter. **Ecology.** v. 49, n. 1, p. 142-145, 1968.

BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. de. Aporte de Serrapilheira ao Solo em Estágios Sucessionais Florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. In: RODRIGUÉSIA: **Dinâmica da serrapilheira em fragmentos sucessionais de mata atlântica,** 2006. v. 57, p. 461-476.

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.; NOVAIS, R.F. **Plantações de Eucalipto e Fertilidade do Solo.** Boletim: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo. n. 1, p. 13-17, 2004.

BARROSO, D.G.; FIGUEIREDO, F.A.M.M de A.; PEREIRA, R. de C.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, L. da C. Diagnóstico de deficiência de macronutrientes em mudas de teca. **Rev. Árvore,** Viçosa, v. 29, n. 5, p. 671-679. set./out, 2005.

BELLOTE, A.F.J. **Suprimento de nutrientes minerais e crescimento de plantações adubadas de *Eucalyptus grandis* nos cerrados do Estado de São Paulo.** 1990. 166p. Tese (Doutorado) – Universidade de Freiburg - Alemanha.

BELLOTE, A. F. J. et al. Nutrient export by clear cutting *E. grandis* of different ages on two sites in Brazil. In: KOBAYASHI, S.; TURNBULL, J.W.; TOMA, T.; MORI, T.; MAJID, N.M.N.A. (Ed.). **Rehabilitation of degraded tropical forest ecosystems**. Indonésia: Center for International Forestry Research, 2001. p. 173-177.

BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A.; SILVA, H. D. da. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 56, p. 31-41, jan./jun., 2008.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serrapilheira de um fragmento da Mata Atlântica. **Revista Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 42-59. 2002.

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

CALDEIRA, S. F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 223-228, 2008.

CARPANEZZI, A. P. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo**. 1980. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

CHAVES, E.; FONSECA, W. **Teca (*Tectona grandis* L.F.) espécie de arbol de uso multiple em América Central**. Turrialba: CATIE. Informe técnico-ATI, n. 179. 60 p. 1991.

CORRÊA, F. L. de O. **Ciclagem de nutrientes em sistema agroflorestal com espécies frutíferas e florestal em Rondônia, Brasil**. 2005. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.

CUNHA, G. C.; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 35-64, dez. 1993.

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

DENICH, M.; BRADINO, Z. G.; BLUM, E. A decomposição da matéria orgânica. In: EMBRAPA/CPATU. **Pesquisas sobre utilização e**

conservação do solo na Amazônia Oriental; relatório final. Belém. p. 163-186, 1986.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variação temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, v. 21, p. 11-26. 1997.

DIAS, H. C. T.; FIGUEIRA, M. D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de; SCOLFORO, J. R. S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Lavras, Minas Gerais – Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 01-16, 2002.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Teca, *Tectona grandis***. Colombo: Embrapa Florestas. Paraná. Documentos, jul. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2.ed. 2006. 306p.

FERNANDES, F.C.S. **Produção de Liteira, Concentração e Estoque de Nutrientes em Floresta Nativa e Capoeira**. 2005. 83p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

FERREIRA, C.A.; SILVA, H. D. da; ANDRADE, G. de C.; BELLOTE, A.F.J.; MORO, L. Deposição de Material Orgânico e Nutrientes em Plantios de *Eucalyptus Grandis* em Diferentes Regimes de Adubação. **Bol. Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 75-86, jul./dez. 2001.

FERREIRA, D. F. **Sistema para análise de variância para dados balanceados: SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.

FIGUEIREDO, E. O. **Perspectivas dos plantios de teca no Acre**. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/perspectivas_dos_plantios_de_teca_no_acre.html>. Acesso em: 04 jan. 2010.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. C.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira ombrófila mista localizada no sul do estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 1, p. 11-18, 2003.

FLORESTECA. **Origem da Teca.** Disponível em: <<http://www.floresteca.com.br/contents.asp?pid=2>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

GARLIPP, R.; FOELKEL, C. **O Papel das Florestas Plantadas para Atendimento das Demandas Futuras da Sociedade Position Paper da SBS.** XIII Congresso Florestal Mundial / FAO, Buenos Aires: Argentina. 2009. Disponível em: <http://www.sbs.org.br/destaques_POSITIONPAPER.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2010.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J.T.; CEMENTS, R.G.; CHILD, G.I.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1978, 256p.

GOLLEY, F. B. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: **Tropical forest ecosystems: structure and function.** Amsterdam: Elsevier, 1983. 392 p.

GOMES, J.E. **Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (Teca) em área de cerrado sob diferentes espaçamentos.** 2002. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

GUEDES, M. C. **Ciclagem de Nutrientes Após Aplicação de Lodo de Esgoto (Biossólido) sobre Latossolo Cultivado com *Eucalyptus Grandis*.** 2005. 168 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

JORDAN, C. F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16. Ilhéus. **Anais... Ilhéus.** 1985. p. 187-202.

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. 180 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus – AM.

KOLM, L.; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* submetidos à prática de desbastes progressivos. **SCIENTIA FORESTALIS.** n. 63, p. 79-93, jun. 2003.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** México: [s.n.], 1948. 479 p.

KRAENZEL, M.; CASTILLO, A.; MOORE, T. et al. Carbon storage of harvest – age teka (*Tectona grandis* L.F) plantations, Panama. **Forest Ecology and Management**, Canadá, n. 5863, p. 1-13, 2002.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – Possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. Tradução de Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calgnotto. Eschborn: Dt. Ges. für. Techn. Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, 1990. 343 p.

LUIZÃO, F.J.; SCHUBART, H.O.R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia**, 43, n.3, p. 259-265. 1987.

MACEDO, R. L. G.; BOTELHO, S. A.; SCOLFORO, J. R. Considerações preliminares sobre o estabelecimento da *Tectona Grandis* L.f. (TECA), introduzida na região noroeste do Estado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 1999, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 1999.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MCCOLL, J. G. Acession and deposition of litter in spotted Gum forest. **Australian Forestry**, v. 30, p. 191-198, 1966.

MELO, J. T. de; RESCK, D.V.S. **Retorno, ao solo, de nutrientes de serrapilheira de Pinus no Cerrado do Distrito Federal**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. n. 75. 2002. 18 p.

MELO, J. T. de. Reflorestamento e retorno de nutrientes para o solo em área de cerrado. **Jornal Agrosoft**. Planaltina-DF, dez., 2006. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/22584.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2010.

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

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L. de; MELÉM JUNIOR, N.J. Produção de Serapilheira e Retorno de Nutrientes de um Povoamento de Taxi-branco e de uma Floresta Secundária no Amapá. **Bol. Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 3-20, jan./jun, 2006.

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, C. B. Deposição de Serapilheira e de Nutrientes de Duas Espécies da Amazônia. **Bol. Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 47-60, jul./dez, 2001.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.

OLIVEIRA, J. R. V. DE. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca-NUTRITECA**. 2003. 76p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of and decomposers in ecological systems. **Ecology**. v. 44, n. 2 p. 322-331, 1963.

PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. da C.; PRADO, C. L. C. **Produção e composição química da serapilheira em um gradiente topográfico em mata de galeria no bioma cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 128, 2004. 23 p.

PEREIRA, A. R; ANDRADE, D.C. de; LEAL, P.G.L.; TEIXEIRA, N.C. dos S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região do cerrado de Minas Gerais. **Revista Floresta**, v. 15, n. 1/2, p. 8-16, 1984.

POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de eucalyptus e pinus: implicações silviculturais**. 1985. 210 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba-SP.

POGGIANI, F.; ZAMBERLAN, E.; MONTEIRO JUNIOR, E.; GAVA, I.C. Quantificação da Deposição de Folheto em Talhões Experimentais de *Pinus Taeda*, *Eucalyptus Viminalis* e *Mimosa Scabrella* Plantados em uma Área Degradada pela Mineração do Xisto Betuminoso. **IPEF**. n. 37, p. 21-29, dez., 1987.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Atmospheric inputs compared with nutrient removed by harvesting from Eucalyptus plantation. Implications for sustainability. In: "IUFRO Conference on Silviculture and improvement for Eucalypt". **Proceedings...** Salvador. Colombo: EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Florestas, v. 4, 1997, p. 68-74.

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

PRITCHETT, W.L. **Suelos Forestales**. Propriedades, conservación y mejoramiento. México: Limusa, 1. ed. 1986. 634p.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem interna de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa-MG: Ed. Folha de Viçosa, 1990. p. 265-302.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.

RIBEIRO, L. **Dinâmica de nutrientes na serrapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT.** 1998. 53 p. Monografia (Instituto de Biociências) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

RIOS, P. I. M. **Reflorestamento com Teca *Tectona grandis* L.F. na região de Pau D'arco - PA.** 2007. 72 p. Monografia (Curso de Agronomia) - Faculdades Integradas – UPIS, Planaltina – DF.

RODRIGUES, R.C.; CABRAL, L. da S. **Carboidratos Não-estruturais e compostos Nitrogenados em plantas Forrageiras: Importância e métodos analíticos.** Cuiabá: Ed. UFMT, FAPEMAT, 2008. p. 28 a 31.

SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.

SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J.M.; KUCUK, M. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. **Soil Biology & Biochemistry**, v.37, n.9, 2005.

SCHEER, M. B. Decomposição e Liberação de Nutrientes da Serapilheira Foliar em um Trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em Regeneração, Guaraqueçaba (PR). **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, abr./jun, 2008.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de Biomassa e Remoção de Nutrientes em Povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, Plantados em Anhembí, Sp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 21-34, 1993.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, jan./fev, 2004.

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M.; WITSCHORECK, R. Produção de Serapilheira e Transferência de Nutrientes em Área de Segunda Rotação com Floresta de *Pinus Taeda* L. no Município de Cambará do Sul-RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 471-480, out./dez, 2008.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; ILLANA, V. B.; DISSIUTA, S. I.; AGNE, T. L. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunb., plantado na FEPAGRO Florestas, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 27-37, jan./mar, 2008.

SEPLAN. Secretaria de Planejamento. **Anuário 2002**. Disponível em: < <http://www.seplan.mt.gov.br/html/anuario2002>>. Acesso em: 13 out. 2008.

SHIMIZU, J.Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J.R.V. de. **Diagnóstico das Plantações Florestais em Mato Grosso 2007**. Cuiabá, MT: Central de Texto, 2007.

SILVA, C. J. da; LOBO, F. de A.; BLEICH, M. E.; SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, v. 39(3), p. 591-600, 2009.

SILVA, F.C. da (Org.). **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, 1999. p. 193-205.

SOUZA, J. A. de; DAVIDE, A.C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de Bauxita. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.

SWITZER, G.L; NELSON, L.E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 143-147, 1972.

TSUKAMOTO FILHO. A. de A.; SILVA, M. L. da.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. Análise Econômica de um Plantio de Teca Submetido a Desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 487-494, 2003.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V.; Teores e aporte de nutrientes na serrapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**. v. 34 n. 1 Viçosa, jan./fev, 2010.

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

VITAL, A. R. T. **Efeito do corte raso no balanço hídrico e na ciclagem de nutrientes em uma microbacia reflorestada com eucalipto**. 1996. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta

estacional e semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

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

WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. Decomposition and forest soil development. In: **Forest ecosystems: concept and management**. New York: Academic Press, 1985. 340 p.

WEAVER, P.L. **Tectona grandis** L. f. **Teak**. New Orleans, LA: US. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, 1993. 18 p.