

Decomposição e redistribuição de nutrientes das folhas de espécies da floresta de transição Amazônia - Cerrado, MT

Paulino Bambi¹, Francisco de Almeida Lobo²,
Ândrea Carla Dalmolin¹, Carlos Alberto Antunes Dias¹

¹PPG em Física Ambiental, ²Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT
e-mail: pabambi@gmail.com

Resumo

A taxa da decomposição e o fluxo de nutrientes a partir das folhas senescentes às folhas fotossinteticamente ativas de espécies diferentes são distintos, porque sua regulação é feita pela qualidade do substrato e microambiente de cada tipo de floresta. A qualidade do substrato varia com a concentração da celulose e lignina, tornando-o mais resistente à decomposição. O objetivo deste trabalho foi avaliar a redistribuição de nutrientes, a velocidade da decomposição e a contribuição das folhas na ciclagem de nutrientes. Para tanto, folhas senescentes e fotossinteticamente ativas de 3 espécies dominantes foram coletadas, das quais uma parte foi usada para quantificar a redistribuição de nutrientes na própria planta, enquanto a outra parte de folhas senescentes foi submetida à decomposição em pontos diferentes dentro de sacolas de malha de nylon, com as quais foi determinada a velocidade de decomposição. A retirada das sacolas do experimento foi feita de 15 em 15 dias, nos 4 meses iniciais, e em intervalos de tempo não inferior a 25 e nem superiores aos 30 dias para os restantes meses. A decomposição completa das folhas foi verificada próximo de 360 dias. Os coeficientes de regressão da dinâmica de decomposição foi de $0,0048 \pm 0,0005$, $0,0059 \pm 0,0007$, $0,0049 \pm 0,0005$ para *Dialium guianensis*, *Tovomita schomburgkii* e *Brosimum lactescens*, respectivamente. Foi constatada a redistribuição de nutrientes entre folhas senescentes e fotossinteticamente ativas a partir da diferença de teor de nutrientes, resultante da análise química de ambos os tipos de folhas.

Palavras-chaves: Floresta, transição, lignina, análise química e decomposição.

Abstract

The decomposition tax and nutrients flux of senescent and photosynthetically active leaves of three species are different because their

regulation depends on the substrate and on the forest type but, the leaves decomposition also depend on lignin and cellulose compounds found in the leaves. The goal of this study was to evaluate nutrients transference from senescent to photosynthetically active leaves, decomposition and their contribution on the nutrients cycling. For that, we quantified leaves nutrients transference and evaluated the decomposition velocity of senescent leaves, which were submitted for decomposition in different places, inside of nylon mesh bags soil. The decomposition bags were removed to experiment periodically, fifteen to fifteen days in first four months, and after they were removed between 25 to 30 days, but never less or more than 25 or 30, respectively. The completed decomposition of leaves was verified around 360 days. The following coefficient of regression: $0,0048 \pm 0,0005$, $0,0059 \pm 0,0007$, $0,0049 \pm 0,0005$ are of the decomposition dynamic for *Dialium guianensis*, *Tovomita schomburgkei* e *Brosimum lactescens*, respectively. The nutrients transference evidences were found in the senescent and photosynthetically active leaves, obtained by chemistry analyze of both leaves.

Keywords: Forest, transition, lignin chemistry analyze and decomposition.

Introdução

O processo da decomposição mantém a funcionalidade do ecossistema, permitindo que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO_2 e outra parte, juntamente com os nutrientes, seja incorporada no solo (Olson, 1963). A ciclagem mineral em um ecossistema, que pode começar com a decomposição, compreende, de um lado, os processos de transferência de nutrientes entre o meio externo e as plantas, biogeoquímico e, de outro, os processos internos entre partes velhas e em desenvolvimento da planta.

A velocidade da ciclagem está ligada às condições físicoquímicas do solo, as quais refletem o clima, a qualidade e variedade do substrato que determinam a natureza da comunidade decompositora. Durante a estação chuvosa, as condições para o crescimento da comunidade decompositora aumentam, favorecendo a decomposição e a transferência de nutrientes para o solo (Gama-rodrigues et al., 2003).

Contrário à estação chuvosa, na seca, a fauna do solo se move para as camadas profundas. Esse comportamento diminui a atividade decompositora, dando lugar ao transitório acúmulo da serapilheira comum na seca (Xuluc-tolosa, 2003).

O clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo na escala local. Assim, sob as mesmas condições edafoclimáticas, a taxa de decomposição de fo-

lhas de espécies diferentes pode variar conforme a qualidade do substrato, teor de lignina, por exemplo, revelando capacidade desigual de absorver e reciclar nutrientes (Souza & Davide, 2001).

A decomposição e a ciclagem de nutrientes em ecossistemas naturais e antropogênicos tem sido amplamente estudadas a fim de que seja compreendido o seu funcionamento e para obter informações práticas de conservação, aumentando, assim, a produtividade nas regiões em recuperação. Ultimamente, esses estudos, como o do Schumacher et al. (2003); Gama-rodrigues et al. (2003); Souza & Davide (2001); Moraes et al. (1999); Melo & Resck (2003) têm tido também fins econômicos.

Enquanto isso, a senescência e a abscisão das folhas, que são mecanismos através dos quais as árvores redistribuem nutrientes de tecidos velhos para os novos e para o solo, têm despertado pouco interesse aos pesquisadores, o que provavelmente seja a razão dos poucos trabalhos efetuados terem ocorrido em sistemas agroflorestais, estimulados pelos valores socioeconômicos (Caldeira et al., 1999 e Balieiro et al., 2004).

No norte do Mato Grosso, estudos como os de Silva, (2006); Almeida, (2005); Valentini (2004) e Vourlitis et al. (2001 e 2004), são requeridos com urgência, já que, segundo Ackerly (1989), a formação vegetacional dessa área tem se contraído rapidamente, como resultado das atividades madeireira e agropecuária aceleradas pelas rodovias que atravessam a região. A perda da biodiversidade, a contaminação dos mananciais e os prováveis distúrbios climáticos provocados pela perda de florestas são consequências esperadas a curto e longo prazo. Assim, estudos nessa região, além de contribuir para entender os limites de tolerância e minimizar os impactos das atividades antrópicas, podem proporcionar informações para um banco de dados possível de ser usado na recuperação de áreas degradadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a redistribuição de nutrientes, a velocidade da decomposição e a contribuição das folhas das espécies *D.guianensis*, *T.schomburgkii* e *B.lactensis* na ciclagem de nutrientes.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na floresta de Transição, terra firme, norte do Mato Grosso 11°24'43.4"S: 55°19'25.7"O de altitude a 313 m acima do nível do mar. A vegetação apresenta as características de espécies correntes no local, bem como aspectos edafoclimáticos - consultar em Miranda et al. (2005), Priante Filho et al. (2004) e Ackerly et al. (1989).

Decomposição das folhas

A redistribuição de nutrientes entre partes das plantas, a velocidade de decomposição e o retorno de nutrientes das espécies *T.schomburgkii* (Planch & Triana), *B.lactescens* (S.Moore) e *D.guianense* (Aubl.) foi feita a partir das folhas, coletadas em vários estratos ao longo da torre Micrometeorológica de 42 m de altura, instalada na área de estudo. O acesso às folhas senescentes (F_s) e fotossinteticamente ativas (Ff_a) foi facilitado pela torre. As folhas coletadas foram secas em estufa de ventilação a 65°C por 72 horas.

Sobre o tratamento laboratorial do material coletado, procedimentos de experimento de decomposição, perda de peso de matéria seca pela decomposição e a determinação de teores de elementos químicos contidos nas folhas, veja Bambi (2007).

A Redistribuição de Nutriente Mineral (Rn_t), entre a concentração de nutrientes das Ff_a e presentes nas F_s , permitiu avaliar a transferência de nutrientes das folhas de três espécies na planta antes da abscisão foliar, calculados de acordo com a equação (1).

$$Rn_t = \frac{F_s - Ff_a}{F_s} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Rn_t = redistribuição do nutriente mineral analisado;

F_s = Concentração de nutrientes nas folhas senescentes; e

Ff_a = Concentração de nutrientes nas folhas fotossinteticamente ativas.

A taxa de decomposição foi estimada por meio do modelo de decaimento exponencial (Olson, 1963), equação (2).

$$\frac{X_t}{X_o} = \exp(-K \cdot t) \quad (2)$$

Em que:

$\frac{X_t}{X_o}$ = proporção da massa seca atual pela original, ou fração

de matéria seca remanescente,

K = taxa de decomposição (d^{-1}),

t = tempo de permanência das amostras em campo (dias).

Análise química das folhas secas

Os teores de nutriente de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) foram determinados segundo metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), a partir do extrato obtido por meio da digestão nítrico-perclórico.

O nitrogênio (N) foi determinado por meio da digestão ácida a quente (ácido sulfúrico e sais catalisadores), método proposto por Kjeldahl, semi-micro-Kjeldahl, por meio de um destilador de nitrogênio (modelo Tecnal TE - 036/1) e o conteúdo total de carbono (C) foi determinado pelo método de combustão seca descrito por Buurman et al. (1996), utilizando temperatura de 1380°C, em analisador Multi N/C, Analytik Jena, jena Alemanha em forno Eltra HTF-540 (neuss, germany).

Análise estatística dos dados

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, contendo três tratamentos sem repetições. O fato se deve às dificuldades de acesso às folhas nas árvores, principalmente as *Fs* e o intervalo de tempo da sua maturação, impossibilitando coletar quantidades de amostras suficientes para a aplicação do experimento com repetições.

Não foi aplicado o teste de comparação de média, sustentando os dados com os testes de desigualdade de coeficientes e parâmetros no intervalo de confiança de 0.05. Cada espécie foi considerada uma unidade experimental.

A taxa de decomposição das três espécies foi estimada por meio do modelo de decaimento exponencial (equação 2).

Resultados e discussão

Taxa de decomposição das folhas

As curvas de decomposição das espécies analisadas estão contidas na Figura 1. Nesta, a perda de peso da matéria seca pela decomposição na estação chuvosa intensificou-se 60 dias após a queda das folhas. A perda foi se diminuindo devido ao processo de decomposição de compostos orgânicos mais resistentes e estáveis da folha, como a ligninas e celulose.

Não houve diferença entre as curvas de regressão das espécies estudadas (Tabela 1), pelos testes de desigualdade de coeficientes e parâmetros, no intervalo de confiança de 0.05. Isso pode ser observado na Figura 1 pela sobreposição das curvas de decomposição mais acentuadas para a espécie *D. guianensis* e *B. lactescens* e menos para a *T. schomburgkii*.

Analisada a taxa de decomposição por pontos de coleta, foi verificado que a espécie *T. schomburgkii* foi a que menor perda de peso seco teve (44%), seguida da *Brosimum lactescens* (64%) e por último a espécie *D. guianensis* (70.2%) em 271 dias de amostragem. A perda completa da massa seca das bolsas de decomposição foi alcançada entre os 271 a 361 dias, 10

a 12 meses aproximadamente, tempo igualmente encontrado por Silva (2006) na mesma região e por Sundarapandian & Swamy (1999) em outras.

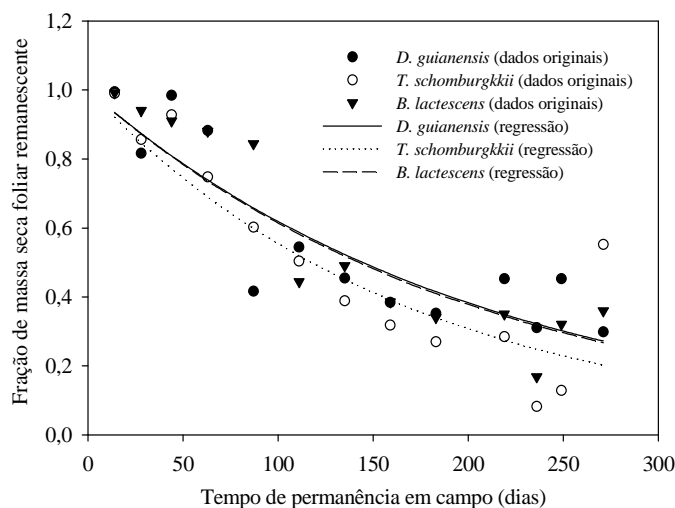


Figura 1. Curva de decomposição da massa seca de folhas de três espécies dominantes da floresta.

Tabela 1. Dinâmica estimada e tempo de decomposição de folhas de três espécies dominantes da floresta por meio da equação (2).

Espécies	Coefficientes de Regressão (K)	R ²	T _{r100%}
<i>D. guianensis</i>	0,0048 ± 0,0005a	0,7900a	14,4
<i>T. schomburgkii</i>	0,0059 ± 0,0007a	0,8077a	11,7
<i>B. lactescens</i>	0,0049 ± 0,0005a	0,8667a	14,2

Nota: Coeficientes de regressão seguidos de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelos testes de desigualdade de coeficientes e parâmetros no intervalo de confiança de 0.05

A variação na perda da massa entre pontos e espécies pode ser causada por fatores ambientais ou variação na concentração do substrato. Entretanto, de acordo com Gama-rodrigues (2003); Sundarapandian & Swamy (1999) e Tarnner (1981), de 27% a 96% da decomposição de espécies em pontos e espécies diferentes depende geralmente da concentração de nutrientes N e P, de húmus e lignina contidos nas folhas.

Redistribuição de nutrientes antes da abscisão das folhas

A Tabela 2 mostra a concentração de nutrientes das Ff_a . Nessas, a atividade fisiológica é mais intensa, apresentando, por isso, maiores valores em teores de nutrientes (g kg^{-1}) para todos os elementos e espécies estudadas, com exceção do elemento K que, para as espécies *B.lactescens* e *D.guianensis*, as Fs tiveram, $12,22 \text{ g kg}^{-1}$ e $6,62 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, e Ca com $156,8 \text{ g kg}^{-1}$ também para *D. guianensis*, valores a mais do que as obtidas nas Ff_a (Tabela 2).

Este fenômeno, Ff_a com maior concentração de nutrientes do que as Fs , é próprio de minerais móveis e acontece porque as Fs transferem nutrientes para as partes em crescimento de uma planta (Caldeira et al., 1999). Quando as concentrações são praticamente iguais entre as Fs , e Ff_a , como verificado com o Ca e C, ou quando as concentrações são superiores, verificado com o K e Ca (Tabela 2), pode possivelmente refletir alguma irregularidade durante o processamento do material (Caldeira et al., 1999). Nesse caso, problemas no processamento de material é a causa que mais se aproxima a realidade, haja vista que as médias de Ca obtidas nas Fs foram superiores às médias observadas em outras florestas tropicais (Haase, 1999 e Ferreira et al., 2007). Entretanto, o Ca, segundo Schumacher et al. (2003), é o elemento que maior concentração de nutriente apresenta nas folhas, comparado com os outros elementos.

Tabela 2. Teores de nutriente (g kg^{-1}) de folhas completamente expandidas e senescentes antes do processo da decomposição.

Espécies	Ff_a					Fs				
	N	P	K	Ca	C	N	P	K	Ca	C
<i>D.guianensis</i>	11,2	0,63	3,56	31,1	59,7	9,1	0,52	6,62	156,8	451,9
<i>T.schomburgkii</i>	16,8	1,13	9,67	153,2	487,0	14	0,79	1,53	130,3	487,9
<i>B. lactescens</i>	23,1	1,22	6,62	163,1	438,1	14	0,66	12,22	157,2	422,9

A redistribuição interna dos nutrientes entre as Fs e as Ff_a está exposta na Tabela 3, representada por valores negativos e os valores positivos, indicando a ausência da redistribuição de nutriente entre folhas. Ela ocorreu com 66,67% dos elementos minerais das três espécies estudadas. O nitrogênio e o fósforo foram os elementos mais redistribuídos das espécies analisadas. De acordo com as quantidades de nutrientes redistribuídos (Tabela 3), pode-se acreditar que a grande parte das necessidades nutricionais dessas espécies não é suprida pelo ciclo bioquímico, sendo também necessário o ciclo biogeoquímico para que as espécies tenham as suas necessidades nutricionais completadas.

A maior mobilidade de nutrientes entre espécies foi do K (-84,06%) para *T.schomburgkii*, P (-45,9%) para *Brosimum lactescens* e N (-18,75%) para *D. guianensis*, devido à diferença de quantidades de teores de nutrientes desses elementos entre as folhas F_s e Ff_a que esses elementos apresentaram (Tabela 3).

Tabela 3. Percentagens de reciclagem interna de nutrientes das folhas antes do processo da abscisão.

Espécies	Redistribuição interna de nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	C
<i>D.guianensis</i>	-18,75	-17,46	89,14	19,64	-1,70
<i>T.schomburgkii</i>	-16,67	-30,09	-84,06	-14,96	0,18
<i>B. lactescens</i>	-39,39	-45,90	85,15	-3,66	-3,47

Variações temporais de nutrientes das folhas

Na Figura 2, estão apresentadas as curvas de variação temporal de nutrientes (g kg^{-1}) durante o processo de decomposição de folhas das 3 espécies, e, na Tabela 4, os coeficientes de regressão da dinâmica da variação temporal do retorno dos nutrientes (g kg^{-1}) das folhas para solo. A liberação de nutrientes não seguiu o decaimento da perda da massa seca por motivo da decomposição (Figura 1 e 2).

A variação do retorno dos nutrientes para o solo foi muito mais heterogênea entre espécies do que entre elementos analisados (Tabela 4). A maior contribuição para a ciclagem de nutrientes é oferecida pelas folhas, em virtude da predominância da sua biomassa na serapilheira (Bambi, 2007).

O nitrogênio, quanto à perda relativa de nutrientes para o solo, apresentou eutrofização nas folhas em decomposição para as três espécies (Figura 2 e Tabela 4). Esse fenômeno pode ser associado à qualidade da água de precipitações, a lavagem da copa e troncos das árvores pela chuva antes de cair ao solo, os quais, muitas vezes, estão cheios de fezes de morcegos e aves. Além disso, a precipitação aumenta excessivamente a umidade do solo, prejudicando a mineralização do N e, conseqüentemente, aumentando os teores de N na serapilheira em decomposição (VIBRANS e SEVEGNANI, 2002). Outro fenômeno que provoca a eutrofização é o aporte de minerais do solo por meio de uma quantidade ainda desconhecida de troncos mortos, que se decompõem muito lentamente, acabando por

influenciar os teores de nutrientes da matéria vegetal em decomposição (Paula et al., 2009 e Luizão & Schubart, 1986).

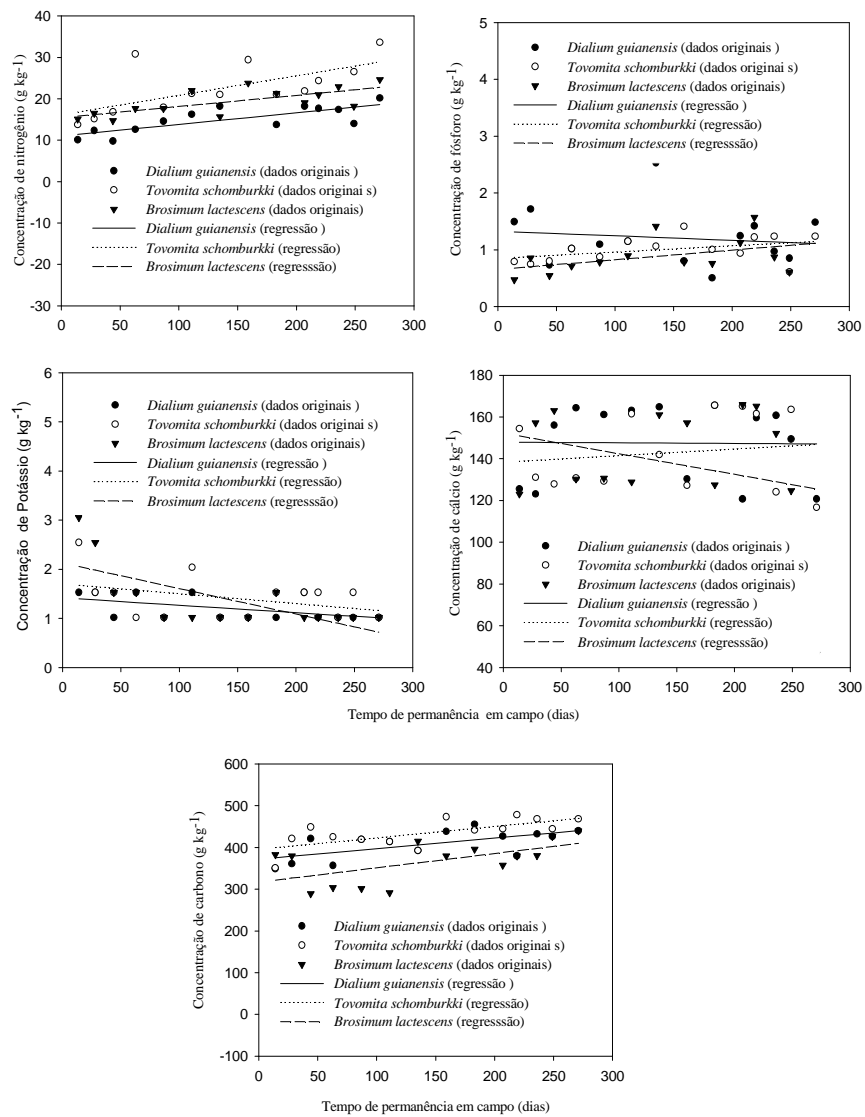


Figura 2. Curvas de variação na concentração de nutrientes das folhas de três espécies dominantes na floresta.

O fósforo nas espécies *D. guianensis*, *T. schomburgkii* e *B. lactescens* manteve os valores médios de concentrações de nutrientes de 1,32; 0,85; e 0,65 g kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 4. Dinâmica da variação temporal nos teores de nutrientes em folhas de três espécies dominantes na floresta, por meio de modelos lineares do primeiro grau.

Nutrientes	Espécies	Coeficientes de regressão		
		Linear	Angular	R ²
Nitrogênio	<i>D. guianensis</i>	11,0234 ± 5,395	0,028 ± 0,0153 a	0,5961
	<i>T. schomburgkii</i>	16,1555 ± 6,406	0,047 ± 0,0354 b	0,4379
	<i>B. lactescens</i>	15,4308 ± 7,998	0,027 ± 0,0169 a	0,5033
Fósforo	<i>D. guianensis</i>	1,3265 ± 0,603	-0,0008 ± 0,04 b	0,0178
	<i>T. schomburgkii</i>	0,8509 ± 0,249	0,0011 ± 0,0015 a	0,1717
	<i>B. lactescens</i>	0,6541 ± 0,365	0,002 ± 0,0024 a	0,1812
Potássio	<i>D. guianensis</i>	1,4718 ± 0,259	-0,0015 ± 0,02 a	0,2725
	<i>T. schomburgkii</i>	1,7020 ± 0,505	-0,0198 ± 0,003 b	0,1435
	<i>B. lactescens</i>	2,1264 ± 0,553	-0,0052 ± 0,003 c	0,4906
Cálcio	<i>D. guianensis</i>	147,890 ± 110,5	-0,0291 ± 0,135 a	0,0002
	<i>T. schomburgkii</i>	138,355 ± 21,46	0,0316 ± 0,1292 b	0,0230
	<i>B. lactescens</i>	152,586 ± 36,12	-0,99 ± 0,2176 c	0,2749
Carbono	<i>D. guianensis</i>	-371,649 ± 1,36	0,2534 ± 0,1889 a	0,6447
	<i>T. schomburgkii</i>	255,95 ± 47,96	43,991 ± 85,290 a	0,3086
	<i>B. lactescens</i>	316,996 ± 48,74	22,3694 ± 0,293 b	0,5904

Nota: Coeficientes seguidos de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelos testes de desigualdade de coeficiente e parâmetro.

Esses valores estão dentro da média que Vital et al. (2004) encontrou no estudo de transferência de macronutrientes pela queda da serapilheira, isto é, considerando que as folhas detêm em média 70% das frações formadoras da serapilheira (Bambi, 2007 e Ferreira et al., 2007). Enquanto isso, a transferência de fósforo durante a decomposição mostrou comportamentos variados de difícil interpretação, não caracterizando

decaimento (Adair & Joly, 2003) ou eutrofização (Silva, 2006 e Ribeiro, 2001).

Entre eutrofização e aporte de nutrientes, fenômenos observados neste estudo, o cálcio, na qualidade de ser um elemento de estrutura nas folhas pouco ou nada afetado pela lixiviação e ataque de microdecompositores e macrodecompositores, especialmente cupins do gênero *Syntermes*, que removem indistintamente lâminas e nervuras das folhas, foi o elemento que mais regular aporte de nutrientes apresentou (Luizão & Schubart, 1986).

Este fato sugere que pode ocorrer perda do cálcio de ecossistema com a exploração de madeira e casca (Caldeira et al., 2002). O potássio, que é um elemento não associado a nenhuma estrutura de tecidos de vegetais, por isso, muito móvel e sujeito a lixiviação, apresentou um aporte de nutriente seguindo a decomposição.

Conclusões

De acordo com os resultados deste trabalho, pôde-se concluir que:

- a decomposição das folhas para as espécies estudadas segue o modelo exponencial de decaimento;

- o gradiente de concentração dos nutrientes nas folhas senescentes e fotossinteticamente ativa das espécies pode ser descrito como: $C > Ca > N > K > P$. Assim, o maior teor de nutrientes nas folhas foi de cálcio. Esse fato reveste-se de grande importância, pois o cálcio retorna para o solo via decomposição do material vegetal, sendo exportado para fora de ecossistemas com exploração da madeira;

- as concentrações de nutrientes nas folhas fotossinteticamente ativas são geralmente superiores, comparadas às concentrações de nutrientes das folhas senescentes, mostrando haver transferência parcial de nutrientes antes da senescência da folhas cuja regularidade e a porcentagem variam de espécie para espécie em nutrientes diferentes;

- a conclusão definitiva da redistribuição de nutrientes nas espécies testadas requer aplicação de um experimento com repetições.

Referências

- ACKERLY, D. D.; THOMAS, W.; FERREIRA, C. A. C.; PIRANI, J. R. The forest-cerrado transition zone in southern Amazônia: results of the 1985 Projeto Flora Amazonia Expedition to Mato grosso. **Brittonia**. v. 41, n. 2 p.13-128, 1989.
- ADAIR, M. P.; JOLY, C. A. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira da arraibá (*centrolabium tomentosum* Guill. Ex beneth-Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio de Jacaré-Pipeira, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, p. 193-202, 2003.
- ALMEIDA, E. D. de **Nitrogênio e fósforo no solo de uma floresta de transição Amazônia. Cerrado**. Cuiabá, 2005. 77p. Dissertação (Mestrado)-UFMT, Instituto de Ciências Exatas e da terra, Cuiabá, MT, 2005.
- BALIEIRO, F. de C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *acacia mangium* willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.
- BAMBI, P. **Variação sazonal do índice da área foliar e sua contribuição na composição da serapilheira e ciclagem de nutrientes na floresta de transição no norte do Mato Grosso**. Cuiabá, 99p. Dissertação (Mestrado) - UFMT, Instituto de Ciências Exatas e da terra, Cuiabá, MT, 2007.
- BUURMAN, P.; LAGEN, V. B.; VELTHORST, E. J. **Manual for soil and water analysis**. 1996. leiden the Netherlands: backhuys publishers. 1996: 314p.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; PEREIRA, J. C.; DELLA-FLORA, J. B; SANTOS, E. M.dos. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *acacia mearnsii* de wild no rio grande do sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n.1, p. 19-24 19, 1999.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V; RODRIGUES M. L. Teor e redistribuição de nutrientes nas folhas e nos galhos em um povoamento de *Acácia mearnsii* de Wild. (Acácia-negra). **Boletim de Pesquisa florestal Colombo**. n.45, p. 69-88. 2002.
- FERREIRA, R. L. C.; JUNIOR, M. de A. L.; ROCHA, M. S. da R.; SANTOS, V. F. dos; BARRETO, A. deposição e acúmulo de matéria seca em nutrientes em serapilheira em bosque de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia Benth*). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTO, M. L. Decom-

posição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências de Solos**, v. 27, p. 1021-1031, 2003.

HAASE, R. Litterfall and nutrient return in seasonally flooded and non-flooded forest of Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 117, p. 129-147, 1999.

LUIZÃO, F. G.; SCHUBART H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme Amazônia central. **Acta Limnológica Brasileira**, v. 1, p. 575:600, 1986.

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

MELO, J. T. de; RESCK. D. V. S. Retorno ao solo de nutrientes de serapilheira de *Eucalyptus Cloeziana* no Cerrado do Distrito federal. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**. Embrapa, v. 91, 2003.

MIRANDA, E. J.; VOURLITIS, G. L.; FILHO, N. P.; PRIANTE, P. C.; CAMPELO Jr., J.H.; SULI, G. S.; FRITZENS, C. L.; LOBO, F. A.; SHIRAIWA, S. Seasonal variation in the leaf gas exchange of tropical forest trees in the rain forest-savanna transition of the southern Amazon basin. **Journal of Tropical Ecology**, 21, p. 451 - 460, 2005.

MORAES, R. G. de; DELITTI, W. B. C.; VUONO, Y. S. Litterfall and litter nutrient in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Botânica**, São Paulo. v. 22, p. 10 - 14, 1999.

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

PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T. de. Aporte de nutrientes e decomposição da serapilheira em três fragmentos florestais periodicamente inundados na ilha da Marambaia, R. J. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 139-148, 2009.

PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M.M.S.; NOGUEIRA, J.S.; CAMPELO Jr, J. H.; NUNES, P. C.; SANCHES,L.; COUTO, E. G.; HOEGER, W.; RAITER, F.; TRIENWEILER,J. L.; MIRANDA, E.J.; PRIANTE, P.C.; PEREIRA, L. C.; BIUDES, M. S.; FRITZEN, C. L.; LACERDA M.; SULI, G. S.; SHIRAIWA, S.; SILVEIRA, M.; VOURLITIS, G. L. Comparison of the mass and energy exchange of a pasture and a mature transitional tropical forest of the southern Amazon basin during the wet-dry season transition. **Global Change Biology**. v. 10, p. 863-876, 2004.

RIBEIRO, L. **O papel da serapilheira na dinâmica de nutrientes do Landi da Moranga, Pantanal Matogrossense, Brasil.** 2001 58p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade), UFMT, Cuiabá. 2001.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. dos. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de Acácia-Negra (*Acácia meansii De Wildl.*) no estado do Rio Grande do sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 791-798, 2003.

SILVA, C. J. **Contribuição de Folhas na Formação de Serapilheira e no Retorno de Nutrientes em Floresta de Transição no Norte do Mato grosso.** Cuiabá, 2006. 64p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente)-UFMT, Instituto de Ciências Exatas e da terra, Cuiabá, MT. 2006.

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

SUNDARAPANDIAN, S. M.; SWAMY, P. S. Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in Tropical Forest at Kodayar in the Western Ghats, Índia. **Forest Ecology and Managment.** 123, p. 231-244, 1999.

TANNER, E. V. J. **The decomposition of leaf litter in Jamaican montane rain forests** *The Journal of Ecology*, v. 69, n. 1, p. 263-275, 1981.

VALENTINI, C. M. A. **Efluxo de CO₂ do solo de uma área de floresta de transição no noroeste de Mato Grosso.** 2005. 81p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2005.

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

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Produção de serapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau - SC. **Revista de Estudos Ambientais.** v.2, n. 1, p. 103-116, 2000.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, A. I.; FRENKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

VOURLITIS, G. L.; PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M. M. S.;

- NOGUEIRA, J. DE S.; CASEIRO, F. T.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Seasonal variations in evapotranspiration of a transitional tropical forest of Mato Grosso, Brazil. **Water Resources Research**. v. 38, p. 1-11, 2002.
- VOURLITIS, G. L.; PRIANTE FILHO, N.; HAYASHI, M. M. S.; NOGUEIRA, J. DE S.; CASEIRO, F. T.; CAMPELO JUNIOR, J. H. Seasonal variations in the net ecosystem CO₂ of a nature Amazonian transitional tropical forest (cerradão). **Ecology**. v. 15, p.388-395, 2001.
- XULUC-TOLOSA, F. J.; H. F. M.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; Castellanos-Albores, J.; Lawrence, D. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary Forest in Campeche, México. *Forest Ecology and Management*, v.174, p.401-412, 2003.

Submetido em: 15/agosto/2009

Aceito em: 23/agosto/2010

