

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA SERAPILHEIRA DEPOSITADA EM ÁREA DE CAATINGA

Patrícia Carneiro Souto

Prof.^ª Adjunto da UAEF/CSTR, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal 64, CEP: 58700-790, Campus de Patos, PB, e-mail: pcarneirosouto@yahoo.com.br

Jacob Silva Souto

Prof. Associado da UAEF/CSTR, Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 64, CEP: 58700-790, Campus de Patos, PB, e-mail: jacob_souto@uol.com.br

Rivaldo Vital dos Santos

Prof. Associado da UAEF/CSTR, Universidade Federal de Campina Grande. Caixa Postal 64, CEP: 58700-790, Campus de Patos, PB, e-mail: vitalrs@uol.com.br

Ivone Alves Bakke

Prof.^ª Adjunto da UAEF/CSTR, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal 64, CEP: 58700-790, Campus de Patos, PB, e-mail: ivobakke@yahoo.com.br

RESUMO - A serapilheira acumulada nos ecossistemas florestais é fonte de nutrientes para o solo, contribuindo para a manutenção da produtividade e sustentabilidade nesses ambientes. O presente trabalho objetivou avaliar as características químicas da serapilheira depositada em área de Caatinga, bem como os estoques de nutrientes nela contidos. O trabalho foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) pertencente à Fazenda Tamanduá, no semi-árido da Paraíba. A serapilheira depositada em caixas coletoras foi coletada mensalmente em sete transectos demarcados na área de estudo, sendo trimestralmente retirada uma amostra do material orgânico, por transecto, para a realização das análises químicas. Estimou-se também os teores remanescentes dos nutrientes contidos na serapilheira acondicionada em sacolas de náilon após 12 e 24 meses de exposição às condições ambientais. A ordem das quantidades totais de nutrientes analisados na serapilheira foi a seguinte: N > Ca > S > K > Mg > P. A liberação de K, Ca e Mg acompanhou a perda de massa da serapilheira. Ao longo do processo de decomposição ocorreram aumentos nos valores de concentração do N, P e S. O N na serapilheira apresentou maiores concentração no período chuvoso e o P foi o nutriente limitante nesse ambiente.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, composição química, liteira

CHEMICAL CHARACTERISTICS OF LITTER IN A CAATINGA FOREST SITE

ABSTRACT – The accumulated litter in the forest ecosystems is source of nutrients for the soil, contributing to the maintenance of the productivity and sustainability in these environments. This study evaluated the chemical characteristics and nutrient content of litter in a Caatinga forest site located in the Fazenda Tamanduá RPPN, in the semi-arid region of Paraíba. Litter production in collector boxes were monthly collected of the seven transects systematically located in the RPPN area, being that the each three months was litter retired an the organic material sample, by transect, to evaluated the chemical characteristics. It was also estimated the remaining nutrient content of litter in nylon bags after 12 and 24 months under field conditions. The order of the nutrient quantities present in litter was: N > Ca > S > K > Mg > P. Potassium, Ca, and Mg release was directly related to litter weight loss, and N, P and S concentrations in litter increased during the process of litter decomposition. The nitrogen in the litter was presented the highest concentration in the wet period and phosphorus as limiting factor in this environment.

Keywords: Nutrient cycling, chemistry composition, litter.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema estável, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se compreender os

reservatórios e fluxos de nutrientes, nestes ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais. A serapilheira constitui-se na maior fonte de vários tipos

de matéria orgânica e, conseqüentemente, de nutrientes para a flora e fauna do solo (SOUZA & DAVIDE, 2001)

A vegetação em ecossistemas florestais tem papel fundamental na manutenção da fertilidade desses solos, através do processo denominado ciclagem de nutrientes. Nesse processo ocorre a deposição e decomposição da serapilheira e a liberação dos nutrientes que serão reaproveitados pelas plantas, garantindo a sustentabilidade do sítio (PINTO & MARQUES, 2003)

A decomposição de resíduos de plantas inclui lixiviação, separação através da fauna do solo, transformação da matéria orgânica pelos microrganismos e transferência dos componentes orgânicos e minerais para o solo. Este processo é principalmente biológico, mas é influenciado pelos fatores abióticos através de seus efeitos na fauna do solo (LORANGER & PONGE, 2002).

Diversos estudos sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais quantificaram as características químicas da serapilheira (ROGERS, 2002; GAMA-RODRIGUES & BARROS, 2002), com o intuito de se conhecer a qualidade do material orgânico, sendo este um fator indicativo para se determinar a taxa de decomposição desse material.

O conteúdo inicial de N e a relação de C:N são os primeiros parâmetros químicos determinados na serapilheira que indicam a velocidade da taxa de decomposição (TIAN et al., 1992). Resíduos orgânicos ricos em compostos simples como açúcar e amido são oxidados rapidamente no solo e a formação de húmus pode ser incipiente, não contribuindo com a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo (GLÓRIA, 1992). Esse autor vincula o aumento da CTC do solo à velocidade de decomposição das substâncias orgânicas do resíduo e aos produtos finais formados, onde talvez seja desejável teor relativamente elevado de lignina e celulose,

compostos que tendem a sofrer oxidação mais lenta, contribuindo, assim, para a formação de materiais mais persistentes e que poderiam afetar de maneira duradoura a CTC do solo. Conforme Rodella (1996), a contribuição de resíduos orgânicos na CTC de solos irá depender da natureza dos compostos orgânicos presentes.

McClagherty & Berg (1987), relataram que em florestas temperadas, a primeira fase do processo de decomposição (<30% da perda de massa inicial) é regulada pelo conteúdo de nutrientes, enquanto que a segunda fase é regulada pelo conteúdo de lignina e a relação de holocelulose:lignina.

Como as informações sobre o comportamento das comunidades vegetais florestais quanto à nutrição mineral em área de caatinga são escassos e diante da importância da serapilheira nos processos de mineralização e ciclagem da matéria orgânica, este trabalho objetivou estimar a concentração de nutrientes na serapilheira, identificando também as diferentes fases do processo de decomposição em área de Caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) pertencente à Fazenda Tamanduá, no município de Santa Terezinha (PB), de setembro de 2003 a agosto de 2005. A precipitação total no período de estudo foi de 1489,5 mm (830,8 mm no primeiro ano e 658,7 mm no segundo ano) e a temperatura média de 27°C (Figura 1). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é o do tipo Bsh, caracterizado por apresentar estação seca típica das savanas.

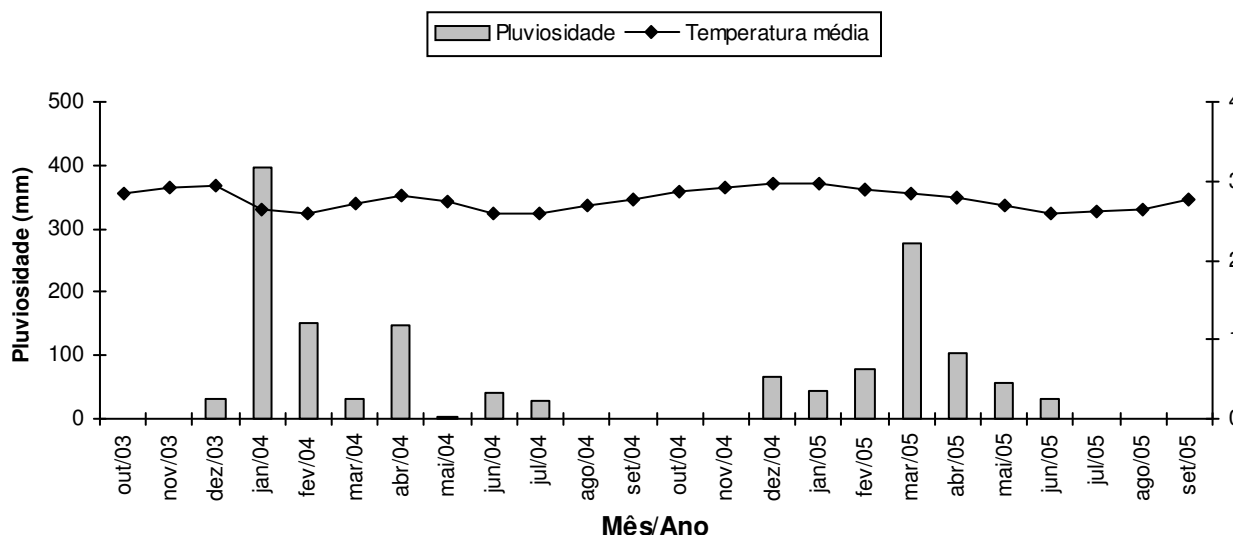


FIGURA 1. Pluviosidade e temperatura média registradas no período em que foi conduzido o experimento.

De acordo com o sistema de classificação de solos da EMBRAPA (2006), os tipos de solos predominantes na região são os NEOSSOLOS LITÓLICOS e LUVISSOLOS.

Amostras de serapilheira foram coletadas mensalmente durante o período experimental em 20 caixas de madeira de 1,0 m² distribuídas em sete transectos demarcados na reserva. A serapilheira acumulada em cada transecto foi reunida, e desta retirada uma amostra composta por transecto. Em seguida, foi seca em estufa com circulação e renovação forçada de ar ($\pm 65^{\circ}\text{C}$), triturada em moinho tipo Wiley e posteriormente analisadas quanto aos teores de macronutrientes. As análises químicas na serapilheira foram realizadas trimestralmente.

Para avaliar os teores remanescentes de macronutrientes, analisou-se a serapilheira acondicionada nas sacolas de náilon, sendo utilizadas amostras do início do experimento (setembro/2003), um ano após instalação (outubro/2004) e no término do experimento (setembro/2005).

As análises químicas da serapilheira foram realizadas pelo Laboratório de Análise de Tecido de Plantas do Centro de Ciências Agrárias/UFPA, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997).

Para obter o conteúdo de nutrientes, multiplicou-se a biomassa seca depositada (serapilheira) pela concentração média determinada em laboratório, para cada nutriente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos (meses) e sete repetições (transectos). Para cada variável estudada, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguindo-se da aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (UFLA), para comparação das médias nos casos em que o

teste F foi significativo (PIMENTEL-GOMES & GARCIA, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios trimestrais da concentração de nutrientes transferidos para a superfície do solo através da serapilheira podem ser visualizados na Tabela 1. Observou-se variações nas concentrações dos nutrientes nos meses avaliados, cuja intensidade foi regulada pela deposição das diferentes frações que compuseram a serapilheira ao longo do tempo.

Segundo Meguro et al. (1980), as diferenças entre elementos são resultantes das características funcionais de cada nutriente no metabolismo da planta, na diversidade do controle de fluxo e refluxo nos compartimentos de rápida ciclagem e lenta ciclagem, antes da abscisão dos órgãos em cada espécie e, mesmo das características do compartimento solo.

Observou-se que as maiores variações foram observadas nos teores Ca e S e os menores teores de N, P e Mg, estando os dados de acordo com Vital (2002).

O nutriente fornecido em maior concentração ao solo da Caatinga foi o N. É provável que essa maior concentração de N na serapilheira seja atribuída a maior contribuição da fração folhas, pois na área ocorre um grande número de espécies caducifólias, confirmando um potencial elevado de ciclagem de nutrientes, via serapilheira. O gradiente de concentração dos nutrientes apresentou a seguinte ordem: N > Ca > S > K > Mg > P. Essa mesma seqüência de transferência de nutrientes, exceto o S, foi observada por Schumacher et al., (2003) e por Pereira et al., (2000).

TABELA 1. Concentração média de nutrientes na serapilheira depositada (amostragem trimestral) em área de Caatinga, em RPPN localizada no semi-árido da Paraíba.

Épocas	N	P	K (g kg ⁻¹ de serapilheira)	Ca	Mg	S
Dez/2003	13,86 abc	1,29 a	4,14 bc	9,86 ab	1,00 b	4,14 a
Mar/2004	17,43 a	1,43 a	5,00 abc	15,14 a	1,14 b	4,00 a
Jun/2004	13,14 bc	1,00 a	2,29 c	6,00 b	1,29 ab	4,14 a
Set/2004	11,71 bc	1,14 a	6,00 ab	7,57 b	1,71 ab	5,29 a
Dez/2004	15,29 ab	1,43 a	4,43 abc	7,29 b	1,14 b	6,14 a
Mar/2005	14,14 abc	1,71 a	4,29 abc	7,29 b	1,57 ab	13,86 a
Jun/2005	14,00 abc	1,43 a	4,00 bc	7,29 b	1,57 ab	7,43 a
Set/2005	10,57 c	1,00 a	7,00 a	4,43 b	2,14 a	8,00 a

Média	13,8	1,3	4,6	8,1	1,4	6,6
CV %	17,95	55,38	35,65	44,33	35,21	97,78

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Comparando os valores das concentrações médias dos nutrientes obtidas nesse estudo com as concentrações obtidas por Santana (2005) em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, (RN), os valores de N, K, Ca e Mg foram superiores aos maiores valores registrados no presente estudo, já os valores de P e S nesse estudo foram superiores aos relatados por esse autor. Essas variações são decorrentes da presença de espécies diferentes, com idades diferentes e, também, às alterações nas condições edafoclimáticas, apesar dos dois trabalhos terem sido desenvolvidos em área de Caatinga.

Considerando-se os valores médios, estatisticamente houve diferença na concentração de N na serapilheira, nos meses avaliados, onde a maior concentração desse nutriente ocorreu no mês de março/2004 (período chuvoso), e os menores ocorrem nos meses de setembro/2004 e 2005. Isso pode estar associado à presença de frações jovens (principalmente folhas) que sofreram abscisão nesse período de chuvas, além da fração estrutural reprodutiva que contribuíram na formação da serapilheira depositada, pois de acordo com Schumacher et al., (2003), as estruturas reprodutivas apresentam teores elevados de N, inferiores apenas aos das folhas. Portanto, de todos os nutrientes determinados, o N é o que apresentou concentrações mais elevadas atingindo até 17,43 g kg⁻¹ no mês de março de 2004.

Quanto à concentração de P, não houve diferença entre os meses, sendo o maior valor registrado em março de 2005 (1,71 g kg⁻¹), valor este considerado elevado por Jaramillo & Sanford Jr. (1995), onde, segundo esses autores, a concentração de 1,50 g kg⁻¹ se encontra entre as mais altas referências para as florestas tropicais. Comparando os valores de P obtidos em outros trabalhos em área de Caatinga, Santana (2005), no Rio Grande do Norte obteve 1,48 g kg⁻¹ de P, Dantas (2003), na Paraíba, com 1,30 g kg⁻¹, valores estes inferiores ao obtido em março/2005, porém próximos aos demais meses analisados. Provavelmente, essa maior concentração em março seja devido a maior deposição da fração estruturas reprodutivas. De acordo com Ferri (1985), a concentração elevada de P nas folhas e frutos estimula o crescimento, acelera a maturação e ajuda na formação das sementes, a respiração e a absorção iônica de outros elementos.

A concentração de K diferiu entre os meses, sendo os maiores valores registrados em setembro/2005 e setembro/2004 com 7,0 g kg⁻¹ e 6,0 g kg⁻¹, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados na fração Caatinga total por Santana (2005), na serapilheira em fragmento de mata ciliar (VITAL, 2002) e por demais autores para a fração folhas (CALDEIRA et al., 2000; PEREIRA et al., 2000; SCHUMACHER et al., 2003). O K apresentou variação

na sua concentração ao longo do tempo onde, de acordo com Kolm e Poggiani (2003) esse comportamento é devido à alta mobilidade desse cátion nas plantas. Outra observação importante é a ocorrência dessa maior concentração no período de ausência das chuvas (estação seca), onde o crescimento das árvores fica mais lento, e de acordo com Kolm & Poggiani (2003), haveria redução no processo de translocação desse elemento das folhas caducas para as mais novas e, além disso, o K é facilmente lixiviado.

Segundo Larcher (2002), os elementos preferencialmente encontrados nas folhas, são N, P, Ca, Mg e S. As flores e os frutos acumulam preferencialmente K, P e S; a casca e o tronco contêm relativamente mais Ca. Essa maior concentração de nutrientes nas folhas, de acordo com Bellote (1990), é porque a maioria das células vivas se encontra nesse órgão, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em função dos processos de transpiração e fotossíntese, já que a concentração de nutrientes nas folhas das árvores é influenciada por diversos fatores como os sítios, a idade das folhas, a posição na copa e época do ano.

A maior concentração de Ca foi observada na estação chuvosa, em março/2004, com 15,14 g kg⁻¹, período este em que a deposição da fração galhos superou a fração folhas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santana (2005), Schumacher et al., (2003), Pereira et al., (2000), onde verificaram a maior concentração desse elemento na fração galhos e cascas. A carência de Ca, segundo Pereira et al., (2000), manifesta-se justamente nas partes novas das plantas. Por isso, justifica-se essa maior concentração em março/2004, período este em que as espécies vegetais da área estavam totalmente renovadas na sua folhagem, depositando material orgânico jovem e rico em Ca.

Os maiores teores de Mg foram obtidos em setembro/2005, diferindo dos demais meses, devido, provavelmente, pela maior deposição das folhas na formação da serapilheira, novamente as maiores contribuintes, já que este faz parte do componente fotossintético (AWAD & CASTRO, 1983). Essa concentração elevada desse elemento nas folhas foi relatada em florestas natural e implantada por diversos autores (CALDEIRA et al., 2000; PEREIRA et al., 2000; SANTANA, 2005).

Os teores de S, não diferiram ao longo do tempo, embora a maior concentração tenha ocorrido no mês de março/2005 com 13,86 g kg⁻¹, sendo esse valor superior ao encontrado por Santana (2005) na fração Caatinga total com 1,84 g kg⁻¹ e Caldeira et al., (2000) com 1,18 g kg⁻¹ em folhas de acácia negra (*Acacia mearnsii*) em Butiá – RS.

De modo geral, verificou-se que as maiores concentrações dos nutrientes ocorreram nos meses mais secos, exceto para o K e Mg, indicando que as quantidades de nutrientes contidos nos resíduos vegetais seguem os padrões de produção da serapilheira ao longo do ano. A quantidade total de nutrientes minerais em uma floresta é determinada pela sua quantidade na vegetação (folhas, ramos, cascas, lenho, raízes), na serapilheira e no solo (SCHUMACHER et al., 2003).

Observa-se na Tabela 2 os valores trimestrais das relações C/N, C/P e C/S da serapilheira depositada, em área de Caatinga. A relação C/N da serapilheira depositada variou durante os meses de observação, sendo a relação mais alta obtida no mês de setembro/2005 e março/2005. Santana (2005), em área de Caatinga, encontrou relação C/N um pouco maior que 21 para folhas de catingueira *Caesalpinia pyramidalis* e 31 para folhas de marmeleiro (*Croton sonderianus*) que se decompõem mais lentamente.

Apesar de não diferir estatisticamente, a relação C/P apresentou valores elevados em setembro/2004 e junho/2004, sendo também neste último mês obtida a maior relação C/S para os resíduos depositados. A relação C/N abaixo de 20 só foi obtida no mês de dezembro/2003, a relação C/P abaixo de 400 foi obtida nos meses de dezembro/2003 e março/2004 e a relação C/S foi inferior a 400 em todos os meses. Essa variação nas diferentes relações, provavelmente controla a disponibilidade de nutrientes no ambiente, onde um elemento é disponibilizado em detrimento de outro, mantendo o equilíbrio na ciclagem dos nutrientes.

Em termos de ecossistema, a ciclagem de nutrientes é determinada pela quantidade de nutrientes que entra, pela quantidade retida na fitomassa, pelas taxas de decomposição dos diferentes componentes da serapilheira e da matéria orgânica do solo, pelas taxas de imobilização e mineralização de nutrientes e, pela absorção dos nutrientes (CUEVAS & MEDINA, 1996).

TABELA 2. Relação C/N, C/P e C/S da serapilheira depositada trimestralmente em área de Caatinga. Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, PB, 2003/2005.

	C/N	RELAÇÃO C/P	C/S
Dez/2003	19,09 c	215,20 a	53,49 c
Mar/2004	26,59 bc	335,70 a	121,83 bc
Jun/2004	37,19 abc	512,61 a	131,00 a
Set/2004	26,59 bc	569,57 a	104,43 abc
Dez/2004	37,19 abc	496,99 a	42,75 c
Mar/2005	41,01 ab	406,8 a	55,08 c
Jun/2005	28,61 bc	427,47 a	62,62 bc
Set/2005	47,09 a	485,11 a	63,82 bc
CV %	32,6	49,56	47,18

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observou-se que as maiores quantidades totais dos nutrientes analisados na biomassa seguem a seguinte ordem: N > Ca > S > K > Mg > P (Tabela 3). Essa ordem difere dos resultados encontrados por QUEIROZ (1999)

em fragmento de mata ciliar, CALDEIRA et al., (2000) em povoamento de *Acacia mearnsii*, VITAL (2002) em fragmento de mata ciliar e SANTANA (2005) em área de Caatinga.

TABELA 3. Quantidade de nutrientes (kg ha⁻¹) na serapilheira depositada na área de estudo.

Épocas	Biomassa	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹						
Dez/2003	14,20	0,20	0,02	0,06	0,14	0,01	0,06
Mar/2004	93,98	1,64	0,13	0,47	1,42	0,11	0,36

Jun/2004	297,37	3,91	0,30	0,68	1,78	0,38	1,23
Set/2004	131,29	1,54	0,15	0,79	0,99	0,22	0,69
Dez/2004	23,86	0,40	0,03	0,11	0,17	0,03	0,15
Mar/2005	77,96	1,10	0,13	0,33	0,57	0,12	1,10
Jun/2005	211,69	2,96	0,30	0,85	1,54	0,33	1,57
Set/2005	168,80	1,78	0,17	1,18	0,75	0,36	1,35

Comparando os dados obtidos com os de Santana (2005), cuja seqüência da ordem das quantidades de nutrientes foi $N > Ca > K > Mg > S > P$, verificou-se que o nitrogênio é o elemento que apresenta a maior transferência dentro da vegetação e em seguida vem o Ca, confirmando o comportamento desses elementos na vegetação Caatinga.

Esse retorno elevado do Ca, segundo Vitousek (1984) é encontrado na maioria das florestas tropicais estudadas. Quanto ao P, este foi o elemento limitante no presente estudo e no do supracitado autor. Fato esse que também ocorreu nas diversas formações vegetais, nativas ou implantadas (QUEIROZ, 1999; CALDEIRA et al.,

2000; SCHUMACHER et al., 2003; KOLM & POGGIANI 2003, PEREIRA et al., 2000; VITAL et al., 2004), confirmando a limitação desse nutriente nos solos tropicais.

Conforme Queiroz (1999), essa variação entre locais era esperada, uma vez que as características físicas, biológicas e atmosféricas, que afetam a ciclagem de nutrientes são distintas nos diversos ecossistemas.

As diferenças entre os teores médios de nutrientes em cada época, bem como a relação C/N da serapilheira que foi acondicionada nas sacolas de náilon, expostas às condições ambientais, encontra-se na Tabela 4.

TABELA 4. Teores médios de nutrientes na serapilheira em relação aos teores iniciais e a relação C/N.

Período	N	P	K	Ca	Mg	S	C/N
	(g kg ⁻¹ de serapilheira)						
Biomassa Inicial	12,43	0,81	3,26	9,55	1,47	5,46	33,39
12° mês	15,10	0,70	2,63	11,70	2,29	7,63	24,28
24° mês	17,38	1,23	0,54	4,85	1,16	9,92	22,67

A relação C/N é considerada como o melhor parâmetro para estimar as taxas de decomposição (TAYLOR et al., 1989). Observa-se, na tabela acima, que a relação C/N da serapilheira acondicionada nas sacolas de náilon diminui em mais de 25 % após 12 meses de exposição às condições ambientais, quando comparada com a inicial. Com o tempo a relação C/N continuou decrescendo, registrando uma redução de menos de 10% aos 24 meses quando comparada com os 12 meses de exposição. Implicaria dizer que essa redução na relação C/N contribuiu para que houvesse um equilíbrio entre a mineralização e a imobilização dos nutrientes na serapilheira e logo em seguida uma maior liberação de N.

Isso é confirmado por Siqueira & Franco (1988) ao comentarem que quando a serapilheira apresenta relação C/N superior a 30:1, o nitrogênio fica imobilizado, e como conseqüência há uma redução na disponibilidade de $N-NH_4^+$ e $N-NO_3^-$ no solo. Quando a relação fica na faixa de 20-30:1 os processos de imobilização e

mineralização se igualam e abaixo de 20:1 ocorre a mineralização com a maior disponibilidade de compostos nitrogenados.

Analisando a dinâmica de cada elemento, verifica-se que o N ao final do período de estudo apresentou teores mais elevados em relação ao inicial. Segundo Coleman & Crossley, (1996), durante a decomposição o N é imobilizado simultaneamente pelos microrganismos, resultando em aumento nos teores desse elemento na serapilheira; com a continuação do processo de decomposição a relação C/N diminui, tornando-se satisfatória para a ação microbiana. Em algumas florestas o período de aumento de nitrogênio pode se estender durante dois anos ou mais.

Já segundo Vuono et al., (1989), os aumentos do N é atribuído à adição desse elemento por precipitações atmosféricas, restos de insetos, materiais caídos das árvores e imobilização para utilização pelos microrganismos na elaboração de protoplasma. Isso

também foi confirmado por Coleman & Crossley (1996), no entanto, esses autores salientaram que a quantidade acumulada foi pequena quando comparada com a que foi imobilizada na serapilheira.

Comportamento semelhante ao do N foi observado para o P e o S, com aumento nos teores ao final do período experimental. Conforme Coleman & Crossley (1996) o P e o S também apresentam aumentos consideráveis em seus teores durante a decomposição de alguns tipos de folhas das árvores. Segundo Swift et al., (1979), isso é comum acontecer quando o elemento é fator limitante para as necessidades metabólicas da biota decompositora.

Os elementos K, Ca e Mg apresentaram teores remanescentes reduzidos, em relação aos iniciais, com destaque para o K que apresentou decréscimos acentuados. O K é um elemento muito móvel nas plantas (KOLM & POGGIANI, 2003), e como não é um elemento estrutural, é facilmente lixiviado até que encontra partículas do solo onde fica fixado (COLEMAN & CROSSLEY, 1996). O K além de ser altamente lixiviável, normalmente se apresenta em excesso na serapilheira em relação à demanda microbiana, produzindo uma curva acentuadamente decrescente em suas concentrações ao longo da decomposição do material (VUONO, 1989), sendo o nutriente de mais rápida liberação da serapilheira em todos os ecossistemas (ANDRADE, 1997).

Maheswaran & Gunatilke (1988) salientam que as diferenças nos padrões de mobilidade dos nutrientes nas diversas áreas, como também foi observado no presente estudo, dependem das necessidades da biota decompositora, do estado nutricional do substrato em decomposição, da disponibilidade desses nutrientes no solo, entre outros fatores.

CONCLUSÕES

- O Ca presente na serapilheira depositada apresentou maiores variações nos seus teores ao longo do tempo;
- A concentração de nutrientes na serapilheira obedeceu a seqüência: N > Ca > S > K > Mg > P;
- As quantidades de N retornadas foram maiores no período chuvoso;
- A transferência de nutrientes através da serapilheira produzida obedeceu a seguinte ordem: N > Ca > K > S > Mg > P, sugerindo que o P é limitante no ambiente;
- As relações C/N e C/P da serapilheira elevadas evidenciaram uma taxa de decomposição lenta, quando comparada a outros biomas nacionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao proprietário da Fazenda Tamanduá, Sr. Pierre Landolt, pelo apoio financeiro e institucional para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas.** 1997. 182 f. Tese (Doutorado), Instituto de Agronomia - UFRRJ, Seropédica, RJ.

AWAD, M.; CASTRO, P.R.C. **Introdução à fisiologia vegetal.** São Paulo: Nobel, 1983. 177p.

BELLOTE, A.F.J. **Suprimento de nutrientes minerais e crescimento de plantações adubadas de Eucalyptus grandis nos cerrados do estado de São Paulo.** 1990. 160 f. Tese (Doutorado (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Fraiburg, Fraiburg.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N.; SANTOS, E.M. dos. Ciclagem de nutrientes em *Acacia mearnsii* de Wild. V. Quantificação do conteúdo de nutrientes na biomassa aérea de *Acacia mearnsii* de Wild. procedência australiana. **Revista Ciência Rural**, v.30, n.6, p.977-982, 2000.

COLEMAN, D.C.; CROSSLEY, D.A. **Fundamental of soil ecology.** London: Academic Press, 1996. 205p.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient cycling in the conservation of soil fertility in the Tropics. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4.; REUNIÃO BRASILEIRO SOBRE MICORRIZAS, 6; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia, SP. Solo Suelo 96. **Anais...** Águas de Lindóia:USP/SLCS/SBCS, 1996. 1 CD-ROM. Comissão 10: Solos Florestais.

DANTAS, S.V. **Dinâmica da produção e decomposição de folheto e ciclagem de nutrientes em um ecossistema de Caatinga arbórea no agreste da Paraíba.** 2003. 32 f. Monografia (Graduação) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba-PB.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS. 2ª ed., 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos**

- de análise de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPq. 2^a ed., 1997. 212p.
- FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal** 1. 2^a ed. São Paulo: EPU. 1985. 362p
- GAMA-RODRIGUES, A.C. da & BARROS, N.F. de. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 193-207, 2002.
- GLORIA, N.A. Resíduos industriais como fonte de matéria orgânica. In: **ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES**. Botucatu, 1992. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias, 1992. p. 129-148.
- JARAMILLO, V.J.; SANFORD Jr. R.L. Nutrient cycling in tropical deciduous forests. P. 346-361. In: BULLOCK, S.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (eds.) **Seasonally dry tropical forests**. New York: Cambridge University Press. 1995, 450p.
- 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, 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000. 531p.
- LORANGER, G.; PONGE, J.F. Leaf decomposition in two semi-evergreen tropical forests: influence of litter quality. **Biol. Fertil. Soils**, v. 35, n.3, p. 247-252, 2002.
- MAHESWARAN, J.; GUNATILLEKE, I.A.U.N. Litter decomposition in a lowland rainforest and a deforested area in Sri Lanka. **Biotropica**, v.20, n.2, p.90-99, 1988.
- McCLAUGHERTY, C.; BERG, B. Cellulose, lignin and nitrogen concentrations as rate regulating factors in late stages of forest litter decomposition. **Pedobiologia**, v. 30, p. 101-112, 1987.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Bol. Botânica**, Univ. S. Paulo, v.7, n.11, p. 11-21, 1980.
- PEREIRA, J.C.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M. & SANTOS, E.M. dos. Estimativa do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Acácia mearnsii* de Wild. No Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p. 193-199, 2000.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309p.
- PINTO, C.B.; MARQUES, R. aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da floresta atlântica. **Revista Floresta**, v.33, n.3, p.257-264, 2003
- QUEIROZ, A.F. **Dinâmica da ciclagem de nutrientes contidos na serapilheira em um fragmento de mata ciliar no Estado de São Paulo**. 1999. 93 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.
- RODELLA, A.A. **Métodos de avaliação de materiais orgânicos e efeitos de sua incorporação ao solo sobre a mobilização de macronutrientes**. 1996. 148 f. Tese (Livre Docência). Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.
- ROGERS, H.M. Litterfall, decomposition and nutrient release in a lowland tropical rain forest, Morobe Province, Papua New Guinea. **Journal Tropical Ecology**, v.18, n.3, p. 449-456, 2002.
- SANTANA, J.A.da S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.
- 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 mearnsii* De Wild) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p. 791-798, 2003.
- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Lavras: ESAL/FAEP, 1988. 235p.
- SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Litterfall and nutrient deposition in a semi-deciduous mountain forest, and in eucalyptus (*Eucalyptus saligna*) and bracatinga (*Mimosa scabrella*) plantations in areas degraded by mining. **Cerne**, v.7, n.1, p.101-113, 2001.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p. 66-117.
- TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D.; PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. **Ecology**, v.70, n.2, p.97-104, 1989.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions. Decomposition and nutrient release. **Soil Biol. Biochem.**, v. 24, n.11, p. 1051-1060, 1992.

VITAL, A.R.T. **Caracterização hidrológica e ciclagem de nutrientes em fragmento de mata ciliar em Botucatu, SP.** 2002. 117 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

VITOUSEK, P. M. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology**, v. 65, n. 1, p. 285-298, 1984.

VUONO, Y.S. de; DOMINGOS, M.; LOPES, M.I.M.S. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v.16, n.1, p. 179-193, 1989.