

## Análise da taxa de decomposição da serrapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, Areia-PB

Ernane N Nunes<sup>1</sup>  
Maria da Glória Vieira Anselmo<sup>1</sup>  
Francisco Abel L Alves<sup>2</sup>  
Alexandre E R Holanda<sup>3</sup>  
João Henrique Rosa<sup>4</sup>  
Carlos Antônio Belarmino Alves<sup>5</sup>  
Reinaldo Farias Paiva de Lucena<sup>6</sup>  
Jacob S Souto<sup>7</sup>

### Resumo

Serrapilheira é a camada de resíduos que se acumulam sobre o solo dos ecossistemas florestais. A taxa de decomposição da serrapilheira é um importante componente no estabelecimento da ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas, sendo dependente de condições climáticas e da abundância dos microrganismos decompositores presentes no solo. Baseado nisto, o presente estudo objetivou analisar e estudar as estimativas de decomposição da serrapilheira, em um fragmento remanescente de mata atlântica na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, localizada no município de Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil. Para isso, foi utilizado *litterbags* enterrados e na superfície do solo. Nos resultados ficou evidenciado que realmente tempo e local, influenciam na decomposição da serrapilheira, onde quanto mais tempo o material estiver em contato com a superfície do solo, maior será a sua taxa de decomposição; e o local, em função das condições bióticas e abióticas, também influencia na ciclagem dos nutrientes.

**Palavras-chave:** Ciclagem de nutrientes, *Litterbags*, Ecossistema florestal.

### Abstract

**Analysis of the decomposition rate of litter in the Ecological Reserve Forest of Pau Ferro, Areia-PB.** Litter is the layer of waste that accumulate on the soil of forest ecosystems. The decomposition rate of litter is an important component in establishing the cycling of nutrients in ecosystems, being dependent on climatic conditions and abundance of microbial decomposers in the soil. Based on this, the present study aimed to analyze and study the estimates of litter decomposition in a remnant fragment of rainforest in the Ecological Reserve Forest of Pau Ferro, located in Areia, Paraíba, Northeast of Brazil. For this, we used buried in the ground surface and *litterbags*. The results evidenced that really time and place influence on the decomposition of litter, where the longer the material is in contact with the soil surface, the greater its rate of decomposition, and location, depending on biotic and abiotic conditions, also influences the cycling of nutrients.

**Keywords:** Nutrient cycling, *Litterbags*, Forest ecosystem.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia do Programa de Pós Graduação em Agronomia - PPGA, do Centro de Ciências Agrárias - CCA, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, Paraíba, Brasil, CEP: 58397-000. ernanenn@gmail.com; gloria.anselmo@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutorando em Agronomia do Programa de Pós Graduação em Agronomia - PPGA, do Centro de Ciências Agrárias - CCA, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Areia, Paraíba, Brasil, CEP: 58397-000. abel\_agro@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Mestrando em Ecologia e Recursos Naturais - PPGERN, Universidade Federal do Ceará – UFC, CEP: 60455-970. alexandre.holanda@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Mestre em Arqueologia pelo Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo. jhr@usp.br

<sup>5</sup> Professor da Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Humanidades. Guarabira, Paraíba, Brasil. CEP: 58.200-000.

<sup>6</sup> Professor da Universidade Federal da Paraíba. Campus II. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais. Setor de Ecologia e Biodiversidade. Laboratório de Etnoecologia. Areia. Paraíba. Brasil. CEP: 58.397-000. reinaldo@cca.ufpb.br

<sup>7</sup> Professor da Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Patos, Paraíba, Brasil. CEP: 58.700-970. jacob\_souto@yahoo.com.br

## Introdução

Serrapilheira é a camada de resíduos que se acumulam sobre o solo dos ecossistemas florestais sendo o seu conceito bastante antigo. É constituída por folhas, gravetos, ramos, caules, cascas, frutos, flores, partes vegetais não identificadas, corpos e dejetos de animais (CARPANEZZI, 1980; BRUN et al., 2001). As folhas são mais relevantes na fração do material orgânico decíduo, representam de 58% a 79% do material orgânico depositado no solo em diferentes zonas macroecológicas, devido a fatores bióticos e abióticos (BRAY & GORHAM, 1964). Fatores como precipitação e temperatura são os que mais exercem influência na formação e decomposição da serrapilheira, e com isso concluir que o tipo de vegetação e as condições ambientais são fatores determinantes da heterogeneidade, quantidade e qualidade do material que cai e se decompõe no solo (MOREIRA & SILVA 2004; GODINHO 2011).

A taxa de decomposição da serrapilheira é um importante componente no estabelecimento da ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas, sendo dependente de condições climáticas, anteriormente citadas e da abundância dos microrganismos decompositores presentes no solo (FIRME, 2005). Aproximadamente 95% da decomposição é proveniente da ação de invertebrados que vivem na serrapilheira acumulada e nas camadas superiores do solo. Os organismos do solo alimentam-se da serrapilheira e utilizam a energia dos nutrientes para o seu próprio crescimento (MERLIM, 2005).

Com o metabolismo dos recursos orgânicos, diversos elementos são convertidos de sua forma orgânica para inorgânica. Esses recursos, uma vez mineralizados podem ser aproveitados pelos organismos do solo, junto a energia liberada para a manutenção de suas atividades metabólicas, tornando-se imobilizados na biomassa do solo. À medida que o sistema perde carbono na forma de CO<sub>2</sub>, o balanço entre esses processos disponibiliza nutrientes para os vegetais (CRUMP, 2001). Então é de extrema importância conhecer os fatores que influenciam nas taxas de decomposição da serrapilheira, sua dinâmica e a ação nos diferentes ecossistemas. Dentre as técnicas utilizadas para compreender a ciclagem dos nutrientes, é comum a utilização dos *litterbags*, que são pequenos sacos perfurados, geralmente feito de sombrite, enchidos com folhas, gravetos, etc., dispostos na superfície do solo ou enterrados.

O objetivo desse trabalho foi analisar e estudar as estimativas de decomposição da serrapilheira superficial e enterrada, em um fragmento remanescente de Mata Atlântica na Reserva Ecológica Mata do Pau-Ferro, localizada no município de Areia, Paraíba, Nordeste do Brasil.

## Material e Métodos

### Área de Estudo

A Reserva Ecológica da Mata do Pau-Ferro, localizada nas coordenadas geográficas 6°58'12''S e 35°42'15''O, tem seu topônimo baseado na grande quantidade de árvores *Caesalpinia ferrea* ex. Turvar *legiostacuta* (Benth), conhecida popularmente como Pau-Ferro. A reserva se localiza a 9 km da cidade de Areia – PB, com uma altitude variável entre 400 e 600 m, com temperatura média anual de 22 °C, umidade relativa em torno de 85% e pluviometria anual em torno de 1400 mm (MAYO & FEVEREIRO, 1982; AESA, 2012).

O experimento foi realizado no período de 02 de julho a 28 de setembro de 2012. Foram marcados quatro transectos a partir da Rodovia PB-079, em direção ao interior da Reserva Mata do Pau-Ferro. Cada transecto se distanciou 50 m um do outro, totalizando 150 m de largura. Em cada transecto foram marcados quatro piquetes, distanciando-se 25 m um do outro, medindo 75 m de comprimento. O conjunto de transectos e piquetes formaram uma parcela única compreendendo 150 m de largura x 75 m de comprimento, totalizando a área do experimento em 11.250 m<sup>2</sup>.

### Coleta do Material Vegetal

Após a definição da parcela experimental, coletou-se aproximadamente 30 kg de folhas de diversas espécies, em pontos aleatórios da própria reserva. Posteriormente as folhas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba, onde foram lavadas em água corrente para a retirada de sujidades e secas em estufa de circulação por ar forçado a uma temperatura de 60°C, por três dias, até adquirir peso constante. Paralelamente a secagem das folhas, foram montados pequenos sacos de material *nylon* verde, cortados em dimensões de 15 cm x 40 cm e costurados de

forma a confeccionar os *litterbags*, com dimensões finais de 15 cm x 20 cm.

### Litterbags

Após a secagem, as folhas foram pesadas em balança analítica e 20 g de folhas secas colocadas dentro de cada *litterbag*, sendo os sacos fechados com tiras de TNT e grampos para evitar a saída das folhas. No total, foram montados cento e vinte e oito *litterbags*.

Todo material foi levado a campo e em cada piquete foram amarrados em direções opostas (norte, sul, leste e oeste), quatro *litterbags* com linha nylon 0.20 e dispostos paralelamente na superfície do solo e quatro enterrados a aproximadamente 20 cm de profundidade.

Inicialmente esperou-se 15 dias antes da primeira coleta. A partir daí, foram realizadas excursões semanais em cada transecto, sempre em piquetes diferentes, alternando-se com o da semana anterior, retirando um *litterbag* de cada piquete, a fim de calcular a taxa de decomposição da serrapilheira proveniente das ações climáticas, da micro e mesofauna.

### Análises Estatísticas

Após as amostras serem retiradas do solo, elas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal – UFPB, onde foram cuidadosamente extraídas dos *litterbags* e limpas, eliminando-se o excesso de materiais como poeira e barro. Os

*litterbags* foram abertos e o conteúdo de cada amostra, respectivamente, colocados em sacos de papel, para posterior secagem em estufa de circulação por ar forçado a temperatura de 60°C, até adquirir peso constante. A taxa final de decomposição (%) da serrapilheira foi expressa através da equação:

$$\frac{PES\text{OINICIAL} - PES\text{OFINAL}}{PES\text{OINICIAL}} \times 100$$

Os valores da taxa de decomposição foram avaliados em delineamento inteiramente casualizado – DIC, sob o arranjo de parcelas subdivididas no tempo, e posteriormente submetidos a uma Análise de Variância – ANOVA, onde pelo teste F, foram identificadas significâncias, para isso foi utilizado o *software* estatístico livre ASSISTAT.

### Resultados

A análise estatística (Tabela 1) evidenciou que, realmente, o tempo e o local influenciam na decomposição da serrapilheira, onde quanto mais tempo o material estiver em contato com a superfície do solo, maior será a sua taxa de decomposição, até a sua total ciclagem ( $P < 0,01$ ) e o local, em função das condições bióticas e abióticas, também influencia na ciclagem ( $P < 0,05$ ).

Tabela 1. Análise de variância em parcelas subdivididas dos dias da coleta e os transectos da taxa de decomposição da serrapilheira na superfície na Reserva Ecológica Mata do Pau Ferro, Areia, PB.

Fontes de Variação (FV)	Grau de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados (SQ)	Quadrados Médios (QM)	Valor de F
Coletas	3	4875,37	1625,13	27,58**
Resíduo a	12	707,34	58,95	
Parcelas	15	5582,70		
Transectos	3	424,70	141,57	3,11*
Coletas x Transectos	9	188,22	20,92	0,46 <sup>ns</sup>
Resíduo b	36	1641,12	45,59	
Total	63	7836,73		
C.V. a (%)	22,97		C.V. b (%)	20,20

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ). \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). ns não significativo ( $P \geq 0,05$ )

A análise das taxas de decomposição da serrapilheira que foi enterrada a aproximadamente 20 cm de profundidade (Tabela 2), evidenciou

também que o tempo influencia na taxa de decomposição ( $p < 0,01$ ) e que o lugar sozinho não influencia significativamente nas taxas de

decomposição, haja vista que as condições da serrapilheira enterrada são basicamente as mesmas, o que muda são as interações entre as características do solo, principalmente umidade e

a presença e ausência da macrofauna e mesofauna específicas ( $P < 0,05$ ).

Tabela 2. Análise de variância em parcelas subdivididas dos dias da coleta e os transectos da taxa de decomposição da serrapilheira enterrada na Reserva Ecológica Mata do Pau Ferro, Areia, PB.

Fontes de Variação (FV)	Grau de Liberdade (GL)	Soma dos Quadrados (SQ)	Quadrados Médios (QM)	Valor de F
Coletas	3	10823,48	3607,83	32,30 <sup>**</sup>
Resíduo a	12	1340,47	111,71	
Parcelas	15	12163,95		
Transectos	3	834,40	278,14	2,55 <sup>ns</sup>
Coletas x Transectos	9	238,79	26,54	0,25 <sup>*</sup>
Resíduo b	36	3937,27	109,37	
Total	63	17174,39		
C.V. a (%)	33,06		C.V. b (%)	32,72

## Discussão

Vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção e decomposição de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. A ciclagem de nutrientes é fundamental para a manutenção das florestas e envolve desde a deposição de material orgânico, sua decomposição e disponibilidade de nutrientes para os vegetais superiores (CABIANCHI, 2010; SOUTO, 2006). A acumulação da serapilheira sobre o solo devido a maior ou menor atividade da biota decompositora segue um gradiente latitudinal e altitudinal inverso ao da produção da mesma, ou seja, em ecossistemas sem restrições de chuva, quanto menor a temperatura maior será a camada de serapilheira, mesmo que a produção anual de serapilheira seja baixa (OLSON, 2002).

O processo de ciclagem deve ser cuidadosamente estudado pela sua grande importância não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também, na busca de informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal, para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade do sítio degradado ou em recuperação (SOUZA & DAVIDE, 2002).

São poucos os conhecimentos sobre os ecossistemas naturais e sobre a ciclagem de nutrientes em florestas naturais e plantações florestais nativas no Brasil. Trabalhos relacionados com a produção e acúmulo de serapilheira fornecem subsídios para um melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes, além de gerar informações que ajudam na escolha de espécies florestais para a formação de maciços através da sua sazonalidade, da quantidade e da qualidade da serapilheira produzida quando suas características químicas e físicas forem relevantes para melhoria do solo e da cadeia alimentar resultante dos detritos por eles gerados (CALDEIRA, 2010).

Todo o ecossistema da reserva, visualmente vem sofrendo grande ação antrópica, pelo acúmulo de lixo, como papéis, sacolas plásticas, vidros e garrafas PET jogados entre as residências e as proximidades da mata, além da falta de saneamento básico e esgotamento sanitário. Os moradores da reserva mantém criações de galinhas e currais de animais, com bois e mulas, favorecendo o desenvolvimento da macrofauna e mesofauna que auxiliam na decomposição da serapilheira. Um ecossistema pode ser definido como sistema de interações entre uma comunidade de organismos e o seu meio. Todos estão envolvidos nesta interação, incluindo o ciclo de minerais, o fluxo de energia e a dinâmica das populações (ODUM, 1988). Na Reserva Ecológica da Mata do Pau Ferro, existe uma

enorme quantidade e variação de indivíduos, pois fica próximo a uma estrada muito movimentada (rodovia PB-079) e das residências que foram construídas para pessoas que foram desapropriadas e retiradas das proximidades da Reserva, onde foi construído um açude público para abastecimento da cidade de Campina Grande.

A mesofauna e a macrofauna do solo desenvolvem principalmente funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas de detritos da serrapilheira. Essas funções ecológicas podem ser associadas a diversos processos como a ciclagem de nutrientes, o revolvimento do solo, a incorporação de matéria orgânica e o controle biológico de pragas (MELO et al., 2009). A mesofauna do solo compreende ácaros, colêmbolos, alguns grupos de miriápodes, aracnídeos e diversas ordens de insetos, alguns oligoquetos e crustáceos, que apesar de serem extremamente dependentes de umidade do solo, são caracteristicamente terrestres (CORREIA & ANDRADE, 1999).

No Brasil, o número de trabalhos sobre a fauna do solo é irrelevante diante da diversidade de ecossistemas do país e ao desconhecimento da própria biodiversidade do solo. É possível que muitas espécies sejam extintas sem antes mesmo, serem conhecidas (CRUMP, 2001). A maioria das pesquisas, são voltadas para a diversidade de macrorganismos do solo, que realizam uma maior decomposição da serrapilheira da superfície do solo, e com pouca atenção para os microrganismos, que habitam lugares mais úmidos e realizam a ciclagem dos nutrientes em profundidades maiores do solo. A limitação das pesquisas nesse campo pode ser atribuída principalmente a limitações metodológicas, como procedimentos de cultivo e isolamento que utilizem apenas uma pequena amostra do ambiente, bem como problemas de identificação das diferentes populações e número elevado de indivíduos por amostras (SHARMA et al., 1998).

Como ficou evidenciado neste trabalho, as taxas de decomposição devem ser crescentes com o passar dos dias, tanto na superfície quanto no interior do solo, e bem definidas ao longo do interior da vegetação, sendo baixas no início e mais altas com o passar dos dias, estando diretamente relacionadas a maior ação dos fatores climáticos e diretamente/indiretamente a macro e mesofauna ali instaladas, trabalhando de forma organizada e a resistência empregada pelos materiais em decomposição a tais ações.

Os habitantes da comunidade afirmam que com frequência escutam barulhos típicos de

madeiras sendo derrubadas e retiradas através de inúmeros caminhos que existem ao longo da Reserva, mas pouco podem fazer, em função de possíveis ameaças por parte dos supostos extratores, ficando evidente que deveria existir uma maior fiscalização e práticas de educação ambiental com os habitantes do município de Areia e também de seus circunvizinhos, como Remígio, Esperança e Alagoa Nova, que possivelmente abrigam os responsáveis pela retirada da madeira. Foram identificadas clareiras consideráveis no interior da reserva pelos moradores locais e os pesquisadores deste trabalho.

Alguns autores afirmam que as principais fontes de entrada de elementos minerais é através do ciclo biogeoquímico, com ação do intemperismo da rocha matriz, pela fixação biológica de nitrogênio, adubações, deposições de poeiras, gases e através da precipitação pluviométrica, e a saída destes elementos para fora do ecossistema ocorre através da erosão, lixiviação, queima (volatilização) e, principalmente, pela exploração florestal (VITAL et al., 2005), que no caso da Reserva Ecológica do Pau Ferro, está acontecendo de forma muito severa, o que pode gerar muitos problemas a médio e longo prazo na ciclagem dos nutrientes e, conseqüentemente, em todo aquele ecossistema tão pobre nutricionalmente e fragilizado pelas ações antrópicas.

## Considerações Finais

A taxa de decomposição da serrapilheira é crescente ao longo do tempo, até chegar a sua total decomposição, influenciada pelos fatores bióticos e abióticos, tanto na serrapilheira da superfície quanto na enterrada.

A decomposição acontece de forma diferente em pontos próximos de um mesmo local na serrapilheira superficial, evidenciando a importância das diversas ações da macrofauna, mesofauna e antrópica sobre a ciclagem dos nutrientes, sendo necessários estudos para identificação e classificação destes seres.

Na serrapilheira enterrada existiu interação significativa entre os dias de coleta e o local, evidenciando que as características do solo e a presença de biota específica e o tempo, realmente influenciam nas taxas de decomposição da serrapilheira na Reserva Ecológica Mata do Pau Ferro.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos os funcionários e alunos do Laboratório de Nutrição Animal, da UFPB, na pessoa do Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros, que tão gentilmente cedeu a infraestrutura do Laboratório para a execução das atividades do presente estudo. Agradecemos também ao Prof. Dr. Flávio Pereira, por permitir a utilização do Laboratório de Física do Solo.

## Referências

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. <http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/hidrologico/> e <http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/previsao/> acessado em novembro de 2012.
- BRAY, S.R.; GORHAM, E. 1964. Litter production in forest of the World. *Advances in Ecological Research*, v.2 (1): 101-157.
- BRUN, E.J., SCHUMACHER, M.V., VACCARO, S., SPATHELF, P. 2001. Relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9: 277-285.
- CABIANCHI G.M. 2010. Ciclagem de nutrientes via serrapilheira em um fragmento ciliar do rio Urupá. 101f (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- CALDEIRA, M.V.W. 2010. Tópicos em ciências florestais. Visconde do Rio Branco: Suprema, cap. 2, p.57-82.
- CARPANEZZI, A.A. 1980. A deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucalipto no interior de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. 1999. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: Santos, GA; Camargo, FAO. (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto alegre: Gênese. p.197-225.
- CRUMP, M.L. 2001. Serrapilheira em povoamento de *pinus* e *eucalyptus* no campus da UFSM.
- FIRME, L.P. 2005. Cinética de degradação microbiológica de torta de filtro no solo, na presença de cádmio e níquel. 74f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agronomia Luis de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- GODINHO, T.O. 2011. Quantificação de biomassa e de nutrientes na serrapilheira em trecho de floresta estacional semidecidual submontana, Cachoeira de Itapemirim. 114f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Brasil.
- MAYO, S.J. & FEVEREIRO, V.P.B. 1982. Mata do Pau-Ferro: a pilot study of the brejo forest. Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- MELO, F.V.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J.N.C.; LUIZÃO, F.J.; MORAIS, J.W.; ZANETTI, R. 2009. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da SBSCS*, janeiro - abril.
- MERLIM, A.O. 2005. Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de Araucária no parque estadual de campos do Jordão, São Paulo. 89f. Dissertação (mestrado em ecologia de Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- MOREIRA, P.R.; SILVA, A.O. 2004. Produção de serrapilheira em área reflorestada. *Revista árvore*, v.28(1): 49-59.
- ODUM, E.P. 1988. *Ecologia 4ª ed.* Rio de Janeiro: Guanabara, 434 p.
- OLSON, J.S. 2002. Encrey Stoage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*. v.44: 321-331.
- SHARMA, S.; RANGGER, A.; LUTZOW, M.Von; INSAM, H. 1998. Functional diversity of soil bacterial communities increases after maize litter amendment. *Eur. J. Soil Biol.*, v.34(2): 53-60.
- SOUTO, P.A. 2006. Acumulação e Decomposição da serrapilheira e distribuição de organismos Edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil, 150 p. tese (Doutorado em agronomia) Centro de ciências agrárias universidade federal da Paraíba, Areia, Paraíba.
- SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. 2002. 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, Viçosa. v.7(2): 101-113.
- VITAL, F.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. 2005. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF: 287-308.