

# CICLAGEM DE NUTRIENTES NA MATA DE DOIS IRMÃOS (RECIFE - PE) ATRAVÉS DA QUEDA DE MATERIAL VEGETAL<sup>1</sup>

EVERARDO V.S.B. SAMPAIO<sup>2</sup>, KATIA S. NUNES<sup>3</sup> e EURICO E.P. LEMOS<sup>4</sup>

**RESUMO** - Na mata de Dois Irmãos, em Recife, PE, foram determinadas, durante três anos, as massas de folhas, ramos, inflorescências e frutos que caíam ao solo, e as quantidades de P, K, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn, contidas nestas partes vegetais. O material foi recolhido cada 14 dias sobre telas coletoras de 1 m<sup>2</sup>. Trimestralmente, foram colhidas e analisadas amostras de folhas novas e velhas das árvores próximas às telas coletoras, e amostras da camada de folhedo sobre o solo. As massas caídas variaram pouco, de ano para ano, sendo, em média, de 6,4 t.ha<sup>-1</sup> de folhas e 1,7 t.ha<sup>-1</sup> de ramos. Inflorescências e frutos corresponderam a apenas 3% da massa total. A queda de folhas foi mais pronunciada de outubro a janeiro; a de ramos, de junho a julho; e a de inflorescências e frutos, de dezembro a abril. A massa de folhedo foi, em média, de 39 t.ha<sup>-1</sup>. Não houve variações significativas nos teores de nutrientes ao longo dos anos, exceto para os de K, que foram 2 a 3 vezes maiores na época seca que na de chuvas. Em geral, os teores de P, K e Mg foram mais altos nas folhas ainda nas árvores, decrescendo nas folhas caídas, e mais ainda no folhedo e ramos, o oposto acontecendo com os teores de Ca, Mn, Fe e Zn. Com o material caído, são depositados nos solos da mata anualmente, 49 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca, 23 de K, 14 de Mg, 3 de P, 1,3 de Fe e 0,4 de Mn e Zn. Retidos no folhedo, há três vezes mais K e 4 a 7 vezes mais dos outros elementos, que as quantidades depositadas anualmente.

Termos para indexação: folhedo, floresta tropical, conteúdo de nutrientes.

## NUTRIENT CYCLING AT DOIS IRMÃOS FOREST (RECIFE, PE, BRAZIL) THROUGH LITTERFALL

**ABSTRACT** - The amounts of leaves, twigs, flowers and fruits falling to the ground and their contents of P, K, Ca, Mg, Mn, Fe and Zn, were determined during three years. The material was collected every 14 days from eleven 1 m<sup>2</sup> collectors. Every three months samples of young and old leaves from trees around the collectors and samples of the litter above the soil were also gathered and analysed. The amounts of litterfall varied little from year to year, averaging 6,4 t/ha of leaves and 1,7 t/ha of twigs, yearly. Flowers and fruits amounted to only 3% of total litterfall. Leaf fall was mostly from October to January, twig fall from June to July, and flowers and fruits from December to April. Litterlayer on the ground averaged 39 t/ha. There were no significant differences in nutrient contents of all plant parts along the year except for K content, which was 2 to 3 times higher in the dry season than in the wet season. In general, P, K and Mg contents were highest in leaves collected from the trees, decreasing in fallen leaves and decreasing still more in litterlayer and twigs, while the opposite occurred with Ca, Mn, Fe and Zn contents. Through litterfall 49 kg/ha of Ca, 23 of K, 14 of Mg, 3 of P, 1,3 of Fe and 0,4 of Mn and Zn return to the ground yearly. In the litterlayer on the ground there were 3 times more K and 4 to 7 times more of all other nutrient than in annual litterfall.

Index terms: litter, tropical forest, nutrient content.

## INTRODUÇÃO

Há, atualmente, grande preocupação com os aspectos ecológicos das florestas tropicais úmidas, especialmente das que se desenvolvem em solos de baixa fertilidade natural, como grande parte da floresta amazônica e das matas dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. O tema foi revisto pela UNESCO (1978), notando-se a carência de trabalhos publicados no Brasil e a ausência total de dados sobre as matas costeiras do NE. Trabalho mais recente (Klinge 1987) mostrou que na última década

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 7 de agosto de 1987. Parte deste trabalho foi apresentada no XXXI Congresso Nacional de Botânica, Ilhéus (BA), em janeiro de 1980, e foi extraída da Dissertação de Mestrado da autora.

<sup>2</sup> Prof. - Adj., Ph.D., Dep. de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Cidade Universitária, CEP 50739 Recife, PE. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Bióloga, em curso de Mestrado em Botânica, UFRPE, Av. Manuel de Medeiros, s/n, CEP 50000 Recife, PE.

<sup>4</sup> Agr., em curso de Mestrado em Botânica, UFRPE.

da o esforço de pesquisa nas florestas amazônicas aumentou muito, mas as matas costeiras continuavam pouco estudadas. A equipe do curso de Mestrado em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco vem realizando pesquisa sobre dinâmica de nutrientes na mata de Dois Irmãos, em Recife, PE; no presente trabalho, são apresentados dados da ciclagem através da queda de material vegetal ao solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A mata de Dois Irmãos ocupa cerca de 370 ha em torno do açude do Prata, em Recife, PE (Lat. 8° 04'S e Long 34° 52' W.Gr.), numa área de relevo ondulado, com altitudes que variam de 30 m a 90 m. O clima é caracterizado (Nimer 1979) por temperaturas médias anuais de 26°C, com amplitude térmica anual de 3°C e amplitude térmica diurna de, aproximadamente, 5°C, e por precipitação anual média de 1.824 mm com desvio padrão de 301 mm, distribuídos de forma que a estação chuvosa é melhor definida pelo máximo percentual de contribuição em seis meses consecutivos (março a agosto), que alcança 82,3%. A mata desenvolve-se em solo Podzólico Amarelo Distrófico, textura arenosa, profundo, com variações nos valores de pH de 4,0 a 5,5, Ca + Mg de 0,4 a 0,7 meq.100 g de solo<sup>-1</sup>, Al de 0,4 a 1,4 meq 100 g de solo<sup>-1</sup>, K de 5 a 21 µg. g de solo<sup>-1</sup>. A deficiência de nutrientes é tão acentuada, que as raízes concentram-se na camada do folhedo, aderindo às folhas caídas e sugerindo uma ciclagem direta semelhante à proposta por Stark (1971). A mata vem sendo preservada desde o século passado e foi classificada por Andrade-Lima (1961) como Floresta Estacional Perenifólia Costeira. Possui três estratos arbóreos mais ou menos densos, um arbustivo escasso, e um herbáceo - quase só presente em áreas semi-abertas. O estrato mais alto, com árvores distanciadas, atinge 30 m, o segundo, semi-denso e uniforme, 15 cm a 20 cm, e o terceiro, o mais denso, 4 m a 6 m de altura. Há poucos cipós e epífitos. A densidade de árvores com mais de 2m de altura está em torno de 500 plantas/ha. Aspectos florísticos e fisionômicos da mata de Dois Irmãos foram revistos por Porto (1982). O local onde foi montado o experimento cobria cerca de 2 ha, com declividade pouco acentuada, a uma distância de 200 m a 300 m do açude.

### Procedimentos

Foram instaladas, ao acaso, onze telas coletoras, de 1 m x 1 m, com malha de 1 mm<sup>2</sup>. Todo o material vegetal caído sobre as telas foi recolhido a cada quatorze dias, durante três anos, de junho de 1978 a junho de 1981. O ma-

terial foi separado em folhas, ramos, flores e frutos, e depois secado, pesado e moído. Para efeito de análise, juntou-se o material recolhido a cada trimestre, dividindo-se cada ano em quatro períodos: setembro, outubro e novembro (SON), dezembro, janeiro e fevereiro (DJF), março, abril e maio (MAM), e junho, julho e agosto (JJA). Os dois primeiros trimestres correspondem à época de menor precipitação, e os dois últimos, à época de mais chuva. Os teores de P, K, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn foram determinados após digestão nítrico-perclórica, por colorimetria através do método do molibdo-vanadato para o P, e por espectrometria de absorção atômica para todos os outros elementos. As quantidades dos nutrientes caídos ao solo foram determinadas multiplicando-se as concentrações dos nutrientes pela massa de material caído no trimestre. Amostras compostas de folhas novas e folhas verdes das árvores próximas às telas também foram colhidas nas mesmas datas e analisadas de modo idêntico. Também foram colhidas e analisadas 20 amostras da camada de folhedo do solo, em áreas de 0,5 m x 0,5 m, escolhidas ao acaso, em cada uma de doze ocasiões ao longo dos três anos de pesquisa.

Em poucas ocasiões encontraram-se galhos grandes (acima de 5 cm de diâmetro) tombados sobre as telas. Este material foi considerado como diferente dos ramos finos, presentes em todas as coletas, mas foi também recolhido, secado e analisado quanto aos teores de nutrientes.

Os dados foram tratados estatisticamente através de análise de variância, e a comparação das médias foi feita pelo Teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Massa caída

As massas de folhas caídas foram de 6,2, 6,6 e 6,4 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente (Tabela 1), com um período de maior queda entre setembro e janeiro, exceto no terceiro ano, que foi um ano com distribuição de chuvas fora do normal (Fig. 1). As massas de ramos caídos foram de 1,6, 1,7 e 1,8 t.ha<sup>-1</sup> no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente (Tabela 1), notando-se um acréscimo nos meses de maio a julho (Fig. 1). A variação na queda de ramos durante o ano, entretanto, não foi tão pronunciada quanto à de folhas. A semelhança dos resultados dos três anos indica que a mata estava em equilíbrio.

TABELA 1. Massas de material vegetal caídas ao solo, e da camada de folheto sobre o solo mineral, medidas em três anos, na mata de Dois Irmãos, Recife, PE. Valores médios, mínimos e máximos de 11 coletores (1 m<sup>2</sup>) para material caído, e de 20 áreas (0,25 m<sup>2</sup>) diferentes por ano para folheto sobre o solo.

Material	Primeiro ano			Segundo ano			Terceiro ano		
	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.	Média	Mín.	Máx.
	t. ha <sup>-1</sup>								
Folhas	6,21	4,32	8,90	6,62	3,29	7,91	6,43	3,96	9,32
Ramos	1,60	0,29	2,50	1,72	0,98	2,34	1,79	1,14	2,61
Inflorescências	0,04	0,00	0,37	0,09	0,00	0,56	0,13	0,02	0,45
Frutos	0,15	0,02	0,32	0,18	0,03	0,29	0,14	0,01	0,42
Galhos	3,29	0,00	22,81	2,45	0,00	26,95	3,05	0,00	33,55
Folheto no solo	39,93	22,60	84,40	40,36	14,73	62,15	37,73	16,21	90,35

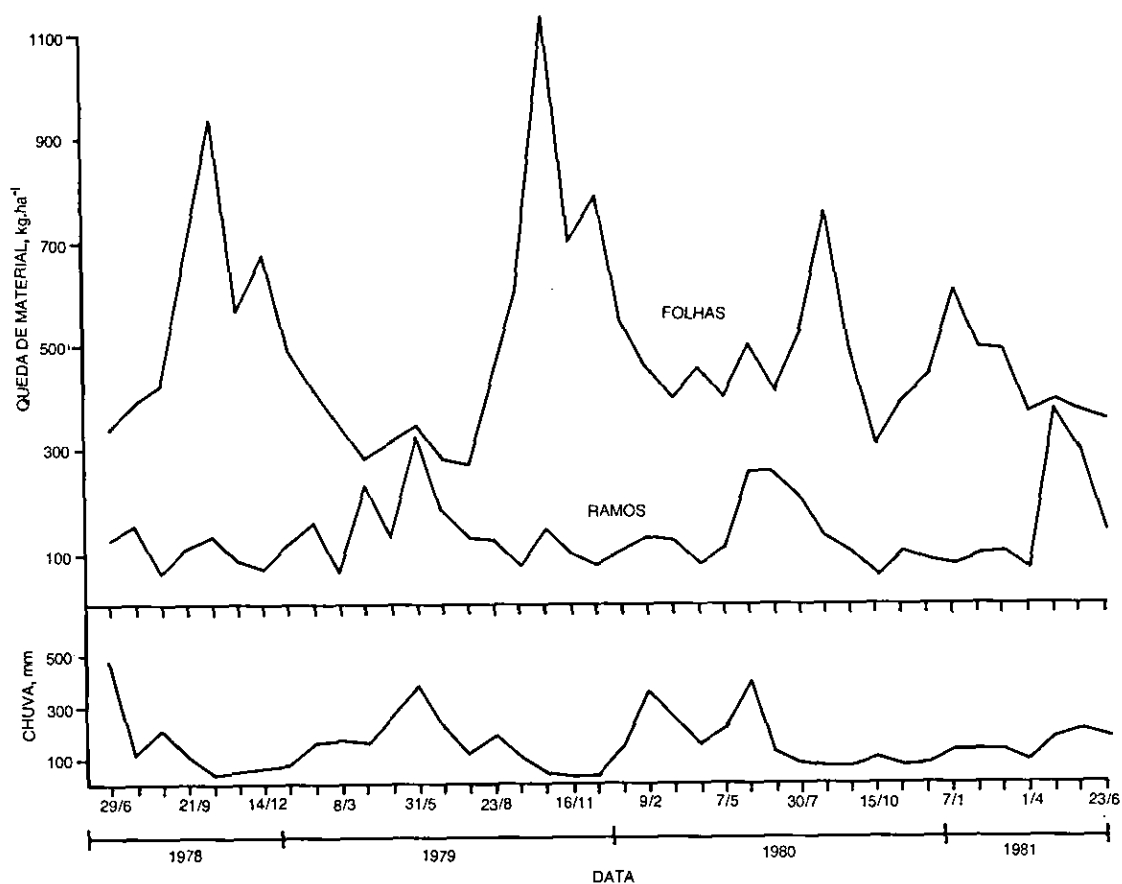


FIG. 1. Queda de folhas e ramos na mata de Dois Irmãos (Recife, PE), ao longo de três anos, e sua relação com a pluviosidade.

Em quatro ocasiões, ao longo dos três anos, tombaram árvores que estavam próximas a locais de coleta, ficando sobre as telas, nessas ocasiões, galhos de diâmetro superior a 5 cm. Esses galhos corresponderam a cerca de 3 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), mas a baixa frequência dessas quedas não admite muita confiança no resultado médio. As quantidades de inflorescências e frutos caídos foram muito pequenas, correspondendo a apenas 3% da massa total caída, e ocorrendo, em sua maior parte, de dezembro a fevereiro para inflorescências, e de fevereiro a abril para frutos.

A variação na queda de folhas e ramos, de tela para tela, foi razoável, ficando, entretanto, o coeficiente de variação abaixo de 15% na grande maioria das coletas, como já tinha sido demonstrado por estudo prévio para determinação do número necessário de coletores. Uma indicação desta variação é dada pelos valores máximos e mínimos, entre as onze telas coletoras mostradas na Tabela 1. A variação na queda de inflorescências e frutos foi grande, havendo telas coletoras em que não houve queda durante todo o ano, enquanto umas poucas, especialmente as colocadas sob *Hortia arborea* Engl., recebiam a maior parte da massa caída.

A literatura registrou quantidades de material caído variando de 4 a 25 t.ha<sup>-1</sup>, para florestas tropicais em geral (UNESCO, 1978, Golley et al. 1978), com grande parte dos resultados diferindo por menos de 3 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> dos valores encontrados na mata de Dois Irmãos. De maneira geral, a massa de folhas corresponde a 60% - 70% da massa total. Os dados encontrados para o Brasil estão próximos dos da mata de Dois Irmãos: folhas em florestas de eucaliptos, 5,5 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Poggiani 1978); folhas e massa total caída em floresta secundária de São Paulo, 5,9 e 9,4 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Meguro et al. 1979), folhas e massa total em floresta amazônica, 5,6 e 11,4 t.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Klinge & Rodrigues 1968 a).

Essa concordância entre a mata de Dois Irmãos e outras florestas tropicais não foi encontrada em relação à massa de folheto no solo. Em Dois Ir-

mãos, a massa, que não variou significativamente de ano para ano, foi muito maior que todas as outras registradas na literatura, 39,3 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 1), contra valores numa faixa de 1,7 a 19,3 t.ha<sup>-1</sup> (Golley et al. 1978). Embora se tenha notado uma grande variação de local a local, em Dois Irmãos - de 15 a 90 t.ha<sup>-1</sup> -, o valor mais baixo já fica entre os mais altos da literatura, só sendo superado por duas entre as treze florestas referidas por Golley et al. (1978). Uma possível explicação para essa maior massa poderia ser a presença de uma quantidade indeterminada de raízes crescendo entre o folheto e aderindo às folhas caídas, fato já observado por Stark (1971) na floresta amazônica. Poderia também haver uma decomposição mais lenta do folheto em Dois Irmãos que em outras áreas tropicais, apesar de os resultados de Maia (1980) não apoiarem esta suposição. Tentou-se medir a decomposição colocando-se massas conhecidas de folhas em sacos de malha, espalhando-se os sacos no folheto e recolhendo-os periodicamente, mas as raízes penetravam nos sacos e aderiam às folhas, de forma que não era possível separá-las, e as massa totais nos sacos, depois de um ano, haviam diminuído apenas 40%. Uma consequência da maior massa de folheto é que a relação deste para o material caído, em um ano, em Dois Irmãos, foi de 4 a 5, enquanto para outras florestas tropicais foi, em geral, abaixo de 1 (Golley et al. 1978).

#### Teores de nutrientes

De maneira geral, os teores de K, Mg e P foram mais altos nas folhas ainda nas árvores, decrescendo nas folhas recém-caídas, e mais baixos ainda no folheto e nos ramos, enquanto o oposto aconteceu com os teores de Ca, Mn, Fe e Zn (Tabela 2). Os teores nas flores e frutos foram semelhantes aos das folhas novas. Exceto para o K, os teores não apresentaram diferenças significativas entre os períodos do ano e de ano para ano. Na época de mais chuva, os teores de K das folhas novas, velhas e caídas e no folheto foram de duas a três vezes menores que na época seca. Comparando-se os teores de K em dezembro e em junho de 1979, por exemplo, as folhas novas tiveram 3,4% e 1,1%; as folhas velhas, 2,4% e 0,8%; as folhas caídas, 0,37% e

TABELA 2. Teores médios de nutrientes, em partes de vegetação da mata de Dois Irmãos, Recife, PE (Determinações trimestrais entre 6/1978 e 6/1981).

Parte da vegetação	Ca	K	Mg	P	Mn	Fe	Zn
		%				$\mu\text{g.g}^{-1}$	
Folhas novas	0,37	2,68	0,29	0,13	31	110	32
Folhas velhas	0,56	1,65	0,36	0,08	49	170	42
Folhas caídas	0,57	0,27	0,19	0,04	45	180	44
Ramos caídos	0,70	0,07	0,09	0,02	32	106	38
Flores e frutos caídos	0,35	1,81	0,32	0,20	54	133	37
Folhedo no solo	0,74	0,15	0,13	0,04	53	254	48

0,16%; e o folhedo, 0,21% e 0,12%, respectivamente. Essa diminuição nos teores de K na época chuvosa é compatível com maior arraste do elemento na época de chuva (Nunes 1980), e talvez esteja também ligada à menor concentração do K no solo e à sua menor absorção com a redução no fluxo de água de transpiração. Klinge (1987), em revisão sobre teores de nutrientes nas florestas neotropicais, concluiu que elas podem ser divididas em dois grupos: as que crescem em solos pobres, que têm baixos teores de K, P e Ca, e as que crescem em solos ricos, que têm teores mais elevados destes nutrientes. As que crescem em solos pobres exibem mecanismos de conservação de nutrientes. A mata de Dois Irmãos também exhibe estes mecanismos, e os teores de Ca das folhas são semelhantes aos das florestas neotropicais de solos pobres, mas os teores de K e P em Dois Irmãos são relativamente altos e mais semelhantes aos das florestas de solos ricos que as de solos pobres.

#### Quantidade de nutrientes

Anualmente, são depositados, no folhedo da mata, com a queda de folhas, ramos, inflorescências e frutos, cerca de 49 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca, 23 de K, 14 de Mg, 3 de P, 1,3 de Fe, 0,4 de Zn e 0,4 de Mn (Tabela 3). Comparados com outras florestas tropicais (Golley et al. 1978 e UNESCO 1978), estes resultados são baixos para Ca, K e Mg, e médios em relação ao P, mas são mais altos que os relatados para a floresta amazônica, onde os valores foram 14, 11, 11 e 2 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Klinge & Rodrigues 1968b) e 18, 13, 13 e 2 (Schubart et al. 1984), para o Ca, K, Mg e P, respectivamente. Quanto aos micronutrientes, os valores encontra-

dos em Dois Irmãos foram mais altos em relação ao Fe e semelhantes em relação aos Mn e Zn, comparados com os de florestas do Paraná (Golley et al. 1978), únicos encontrados na literatura para florestas tropicais.

Na mesma mata (Nunes 1980), com a água de chuva chegam ao solo maiores quantidades de K e P (86 e 15 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>) e quantidades aproximadamente iguais de Ca e Mg (46 e 10 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), às dos que chegam com a queda das partes vegetais. O K e o Ca aparecem, então, como os elementos de maior circulação no sistema mata-solo (não considerando N e S, que não foram incluídos neste trabalho). Entretanto, deve-se levar em conta que houve uma reciclagem interna às plantas, na qual os nutrientes foram translocados das folhas velhas, prestes a caírem, para as folhas mais novas. Esta reciclagem pode ser evidenciada pelas diminuições nos teores dos nutrientes à medida que as folhas envelhecem (Tabela 2), o que aconteceu com os nutrientes mais móveis nos tecidos (K, Mg e P) mas não com os outros elementos (Ca, Mn, Fe e Zn). Uma primeira estimativa dessa reciclagem interna pode ser feita a partir das diferenças nas quantidades de nutrientes contidos nas folhas novas e nas recém-caídas. Como não se dispunha das quantidades de nutrientes nas folhas novas, fez-se um cálculo aproximado, multiplicando-se os teores nestas folhas pela mesma massa das folhas caídas, o que implica admitir que as massas das folhas não variaram significativamente, do momento de sua máxima expansão (folhas novas) até sua queda. Esta hipótese é razoável, podendo subestimar um pouco a massa das folhas novas e, conseqüentemente, a reciclagem interna. Os resul-

TABELA 3. Quantidades médias de nutrientes, arrastadas por ano para o solo com a queda de material vegetal (folhas, ramos, flores e frutos) e contidas na camada de folhedo acumulado sobre o solo na mata de Dois Irmãos, Recife, PE. (6/1978 a 6/1981).

Parte da vegetação	Ca	K	Mg	P	Mn	Fe	Zn
Folhas caídas (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	36,5	17,3	12,2	2,6	0,4	1,1	0,3
Ramos caídos (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	11,9	1,2	1,5	0,3	0,0	0,2	0,1
Flores e frutos caídos (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	0,8	4,3	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0
Folhedo acumulado (kg.ha <sup>-1</sup> )	290,1	58,9	51,1	15,7	2,1	10,0	1,9

tados dessa primeira estimativa dão reciclagens internas de 154, 7 e 6 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o K, Mg e P, respectivamente, indicando que este mecanismo é importantíssimo para o balanço de K no sistema, e muito menos importante para o balanço de P e Mg. Uma estimativa mais precisa teria de levar em conta, ainda, as possíveis quantidades de nutrientes arrastados das folhas ao longo do seu ciclo, mas este novo cálculo não alteraria a conclusão acima. Ainda que toda a quantidade de K que chega ao solo na água que atravessa as copas (Nunes 1980) fosse deduzida da primeira estimativa, ter-se-ia uma segunda estimativa de 69 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

No folhedo há, permanentemente, 7 vezes mais Fe e Mn, 3 vezes mais K, e 4 a 6 vezes mais dos outros nutrientes que as quantidades que lhe são incorporadas anualmente com a queda de material vegetal (Tabela 3). Excentuando o Fe e Mn, estas proporções entre nutrientes no folhedo e no material caído são semelhantes à proporção de massas (4 a 5 vezes), indicando que apenas estes dois elementos estavam sendo acumulados no folhedo. Esta acumulação acontece quando o aumento em concentração do elemento devido à mineralização do material vegetal, com liberação de CO<sub>2</sub>, não é compensado pela sua absorção através das raízes ou pelo arraste deste elemento na água de chuva; entretanto, os dados coletados neste trabalho não permitem a distinção entre estes dois processos.

### CONCLUSÃO

As grandes quantidades de nutrientes no folhedo, a presença de raízes que o penetram, aderindo ao material recém-caído, a pequena transferência de nutrientes para o solo com a queda do material

vegetal e a grande reciclagem interna são evidências de que a mata de Dois Irmãos depende dos nutrientes retidos na biomassa para sua manutenção. Esta conclusão é reforçada pela baixa fertilidade do solo em que ela se desenvolve (Nunes 1980), e indica que o equilíbrio em que ela se encontra é delicado e, se perturbado seriamente, talvez não se refizesse ou só o fizesse após processo longo e incerto.

### REFERÊNCIAS

- ANDRADE-LIMA, D. Tipos de floresta de Pernambuco. An. Assoc. Geógrafos Brasileiros, 12:69-85, 1961.
- GOLLEY, F.B.; MC GINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.L.; DUEVE, M.S. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo, Pedagógica e Universitária, 1978. 256p.
- KLINGE, H. A contribution to the knowledge of the biogeochemistry of Amazon inundation forest. In: WORKSHOP ON BIOGEOCHEMISTRY OF TROPICAL RAIN FOREST: PROBLEMS FOR RESEARCH, Piracicaba, SP, 1985. Proceedings. Piracicaba, CENA/USP/WWF/US, 1987. p.17-27.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W.A. Litter production in an area of Amazonian "terra firme" forest. Part I. Litter fall, organic-carbon and total nitrogen contents of litter. Amazoniana, 1:287-302, 1968a.
- KLINGE, H.P. & RODRIGUES, W.A. Litter production in an area of Amazonian "terra firme" forest. Part II. Mineral nutrient content of the litter. Amazoniana, 1:303-10, 1968b.
- MAIA, L.C. Sucessão fúngica em folhedo. Mata de Dois Irmãos - Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1980. 187p. Tese Mestrado.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de minerais na mata mesófila secundária - São Paulo, 1 - Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folhedo. Bol. Bot. Univ. S. Paulo, 7:11-31, 1979.

- NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba.** Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 128p.
- NUNES, K.S. **Ciclagem de nutrientes na Mata de Dois Irmãos - Recife.** Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1980. 108p. Tese Mestrado.
- POGGIANI, F. **Ciclo de nutrientes e produtividade em floresta implantada.** *Silvicultura*, 1:45-8, 1978.
- PORTO, K.C. **Myxomycetos da Mata de Dois Irmãos.** Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1982. 369p. Tese de Mestrado.
- SCHUBART, H.O.R.; FRANKEN, N.; LUIZÃO, F.J. **Uma floresta sobre solos pobres.** *Ci. Hoje*, 2:26-32, 1984.
- STARK, N. **Nutrient cycling I Nutrient distribution in some Amazonian soils.** *Trop. Ecol.*, 12:24-40, 1971.
- UNESCO. Paris, França. **Tropical forest ecosystems. A state of knowledge.** Paris, UNEP/FAO, 1978. p.233-88. (Natural Resources Research XIV)