

Estrutura e funcionamento
de um ecossistema florestal amazônico de terra firme
junto à *Reserva Florestal Walter Egler*, município de
Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil

Structure and functioning
of an amazonian upland rain forest ecosystem
beside the *Walter Egler Forest Reserve*, Rio Preto da
Eva municipality, Amazonas, Brazil

WILLIAM A. RODRIGUES¹

†HANS KLINGE²

ERNEST J. FITTKAU²

Visa em especial este artigo condensar os estudos até então realizados por nós (KLINGE & RODRIGUES, 1971) numa parcela retangular de floresta amazônica de terra firme de 0,2 hectare (40 x 50 m), junto ao limite leste da *Reserva Florestal Walter Egler* (Lat. 02° 43' S e Long. 59° 47' W), localizada no município do Rio Preto da Eva, distante km 64 de Manaus pela estrada Manaus-Itacoatiara. A referida parcela insere-se na chamada “Amazônia Central” (FITTKAU (1970a, 1970b, 1971), cuja vegetação conhece-se, também, como floresta ombrófila

¹ Professor Visitante, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, UFPR – Caixa Postal 19031 – CEP 81.531-970 Curitiba, PR, Brasil . *Email* william@bio.ufpr.br.

² Departamento de Ecologia Tropical, Instituto Max-Planck de Limnologia, Plön, Alemanha.

densa de terra firme, a qual, segundo VELOSO *et al.* (1991), cobre a maior parte da biota amazônica. Com base em estudos limnológicos e limnoquímicos realizados entre outros por Sioli (1954, 1985), Sioli *et al.* (1969), SIOLI & KLINGE (1961, 1962), FITTKAU (1964, 1967, 1971a, 1973a), KLINGE (1966b, 1967), KLINGE & OHLE (1964) admite-se, hoje, que a Amazônia Central possui águas naturais caracterizadas por uma acentuada pobreza química, enquanto a Região Periférica (com as sub-regiões Norte, Sul e Andina) tem águas naturais muito mais ricas em íons e nutrientes. Desta forma, sabe-se, então, que não existe na Hiléia amazônica de maneira alguma uma uniformidade de estrutura biológica e ecológica nem tão pouco uma morfologia semelhante em todas suas partes (BEEK *et al.*, 1973), muito embora LÜTZELBURG (1940/41) e BLUNTSCHLI (1921, 1964) falassem da Amazônia como uma entidade natural.

SOLO

O solo predominante ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara é o do tipo latossolo amarelo pálido e de textura pesada (FALESI *et al.*, 1969; RODRIGUES *et al.*, 1971; 1972). Possui mais de 70 % de argila no horizonte B. É muito ácido e relativamente rico em matéria orgânica (tabela 1) e pobre em nutrientes (FALESI *et al.*, *op. cit.*, COUTINHO & LAMBERTI 1971a, HERRERA *et al.*, 1978) (ver tabela 2). A função desses solos dentro do ecossistema amazônico em geral parece ser mais um substrato para fixação da vegetação do que uma fonte substancial de nutrientes para ela (FITTKAU *et al.*, 1975b, FITTKAU, inédito). Essas florestas para se manterem, em sua maioria, têm de estar reciclando continuamente seus próprios nutrientes, utilizando-se da própria matéria orgânica vegetal em decomposição na superfície do solo. Sem essa cobertura vegetal, esses solos, em geral, seriam de serventia muito restrita ou quase nula (RODRIGUES, 1994, 1996). SIOLI (1985), aliás, muito bem definiu essa situação ao escrever que “*as florestas amazônicas vivem apenas sobre o solo, mas não do solo*”.

Tabela 1. Carbono e pH no perfil do solo da floresta centro-amazônica (média da amostra estudada na parcela do km 64).

Horizonte	Profundidade (cm)	C (%)	pH (KCl)
L	2	—	—
F ₁	1 — 2	7,4	2,95 — 3,40
F ₂	1 — 4	4	3,10 — 3,45
A/B	6 — 12	2,3	3,40 — 3,70
B ₁	9 — 13	1,6	3,45 — 3,79
B ₂	19 — 21	1,2	3,60 — 4,00
B ₃	20 — 23	0,8	3,90 — 4,05
B ₄	16 — 25	0,5	3,95 — 4,12
B ₅	14 — 21	0,4	4,05 — 4,25

Segundo o Dr. Schmidt-Lorenz & B. F. A. Reinbek, Depto. de Solos do Instituto Max-Planck.

Tabela 2. Caracterização generalizada do latossolo de textura pesada ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara. (segundo FALESI et al., 1969).

Horizonte	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	C / N	T (m.e./100g)
A	3,9 — 4,9	4,2 — 8,1	10 (-27)	5,2 — 18,5
B	4,3 — 5,9	ca. 0,5	7 — 15	3,2 — 5,2
	S (%)	V (m.e./100 g)		
	0,5 — 1,0	4 (-14)		
	0,3 — 0,8	8 — 20		

MATÉRIA ORGÂNICA NA SUPERFÍCIE DO SOLO

Na estação seca (junho de 1970), quando foram feitos nossos estudos, encontravam-se depositados na superfície do solo mineral 5,8 t/ha em média (matéria seca) de folheto fino e na estação chuvosa (novembro de 1970), 7,5 t/ha (KLINGE, 1973c). O material grosso (troncos e ramagem) pesava 18,2 t/ha (matéria seca).

Comparando as porcentagens das frações folhas, material lenhoso e frutos + flores no folheto fino já existente sobre o solo mineral e no folheto fino recentemente produzido (Tabela 3), notou-se um rápido desaparecimento da fração folhas e um relativo acúmulo correspondente de material lenhoso.

Tabela 3. Frações folhas, material lenhoso e frutos + flores constituintes do folhedo fino acumulado na superfície do solo (1) bem como do folhedo recentemente produzido (2).

Fração de material	%		
	Folhas	Material lenhoso	Frutos + flores
(2) 1963*	81,0	16,5	2,5
1964*	71,6	20,9	7,5
* cf. Klinge & Rodrigues, 1968			
(1) junho de 1970**	42,0	52,7	5,3
novembro de 1970**		62,4	35,1 2,5
** cf. KLINGE, 1974a.			

Com base nas medidas de produção de folhedo fino na estação seca de 1970 como também do acúmulo desse material na superfície do solo, calculou-se a taxa diária de decomposição da matéria orgânica (KLINGE, 1973c). A média para a fração folhas foi de 0,56 % ou 23,6 kg/ha (matéria seca). STARK (1970a) encontrou nas matas da mesma região uma taxa de decomposição diária de 0,55 % em média durante 180 dias. COUTINHO & LAMBERTI (1971b), usando o método de respiração edáfica, determinaram numa mata próxima de Barcelos (Amazonas) uma decomposição diária de 50 % ou 1,37 kg/ha da produção total da mata. VARIABEDIAN & PAGANO (1988) estimaram uma taxa de decomposição de 0,72% e o tempo médio de decomposição de 50% do folhedo em 350 dias em mata atlântica de encosta no estado de São Paulo e PAGANO (1989a), em mata semidecidual de Rio Claro, São Paulo, a taxa de decomposição foi calculada em 1,15% e o tempo necessário para o desaparecimento de 50% de folhedo do ecossistema foi de 219 dias.

A Tabela 4 expõe as quantidades de nutrientes foliares no folhedo fino depositado na superfície do solo liberadas por decomposição. Essas quantidades foram calculadas com base no conteúdo do folhedo fino (KLINGE & RODRIGUES, 1968) e na taxa de decomposição orgânica (KLINGE, 1973c). Vê-se que as quantidades de nutrientes são maiores que as que entram com a chuva (ANÔN., 1972 b). Da mesma forma que COUTINHO & LAMBERTI (1971b), atribuímos, também, a esse fluxo de

nutrientes liberado pelo folhede depositado na superfície do solo de uma importância muito grande para o fornecimento de nutrientes à floresta (KLINGE & FITTKAU, 1972).

PAGANO (1989b) verificou que na floresta mesófila semidecidual de Rio Claro (São Paulo) os nutrientes K, Mg, S e B são ciclados mais rapidamente que os demais (P, Ca, Fe, Cu, Mn, Zn e Al), por serem mais facilmente lavados pela água da chuva, o que os fazem permanecer, assim, menos tempo no folhede.

A Tabela 5 reúne as quantidades de nutrientes realmente liberadas por decomposição do folhede fino como também as que o material grosso possa fornecer à vegetação. As primeiras foram determinadas experimentalmente no campo (KLINGE, 1977) e as outras calculadas com base nas porcentagens de nutrientes na fração material lenhoso do folhede fino e na quantidade de material grosso.

Tabela 4. Nutrientes em folhas do folhede vegetal da floresta centro-amazônica

Nutrientes	kg/ha/estação seca		
	Folhede fino sobre o solo ¹	Produção de folhas ²	Chuva ³
N	35,3	43,6	0,7-1
P	0,7	0,8	0,02-0,03
K	3,6	4,4	-
Ca	5,4	6,7	0,4-0,6
Mg	3,8	4,7	0,3-0,4
Na	1,8	2,2	-

¹Nutrientes teoricamente liberados na estação seca de 1970; ² Média da produção em 1964; ³ Média das estações secas de 1966 e 1967.

Não dá para precisar qual é o mecanismo de decomposição do folhede orgânico em nossa mata. Há algumas observações feitas por biólogos de solo que indicam o papel que os fungos exercem nesse processo. Assim, BECK (1970, 1971) observou que o trato digestivo de muitos animais do solo da área de Manaus contém micélio de fungos em quantidades apreciáveis. Esse autor interpreta suas observações baseado no fato de que a edafofauna não vive da destruição do material

orgânico morto. STARK (1969, 1970a, b, 1971) e, também, WENT & STARK (1968a, b) concluíram de seus respectivos estudos que as micorrizas intervêm na decomposição do material orgânico. Em sua hipótese sobre o ciclo direto de nutrientes, STARK (1969) resume a posição chave que as micorrizas exercem no funcionamento do ecossistema oligotrófico da Amazônia Central (ver também FITTKAU & KLINGE, 1973, HERRERA *et al.*, 1978, JORDAN & STARK, 1978).

O sistema radicular relativamente superficial da floresta pluvial (KLINGE, 1973b, 1973d) tem muito a ver com as observações biológicas sobre a importância das micorrizas acima mencionadas no ecossistema oligotrófico. 42,6% das raízes finas encontram-se nos primeiros 16cm do solo. 31% dessas raízes têm 3mm ou menos de diâmetro e correspondem a 84,6 % do comprimento total de $22,1 \times 10^3$ km/ha. Isto indica que as raízes muito finas, que cobrem uma extensa superfície, preferem o solo superficial em contato com a camada orgânica superficial, a partir da qual sai o fluxo contínuo de nutrientes discutidos acima.

Tabela 5. Quantidade de nutrientes liberados na estação seca de 1970 por decomposição do folheto fino depositado na superfície do solo e a quantidade de nutrientes presente no material grosso.

Fração de material	kg/ha/estação seca					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
Folheto fino						
Folhas	213	5,9	25	54	18	11,9
Material lenhoso	61	0,9	2	23	6	0,6
Frutos + flores	25	0,6	4	1	1	0,3
Total	299	7,4	31	78	25	12,8
	Kg/ha					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
Material grosso ¹	280	3	8	93	22	2

¹ Calculado com base nas porcentagens de nutrientes do material lenhoso no folheto fino.

PRODUÇÃO DE FOLHEDO ORGÂNICO E MATÉRIA ORGÂNICA MORTA EM PÉ

A produção anual total de folhede orgânico gerado pela floresta em estudo está em torno de 12 t/ha (matéria seca) (Tabela 6) (FITTKAU & KLINGE, 1973, KLINGE & RODRIGUES, 1968), sendo a metade, fração de folhas. O ritmo de produção de folhede fino de outubro/novembro a maio/junho (estação chuvosa), é de cerca de 400 kg/ha, e na estação seca, 700 kg/ha ou mais (matéria seca). Desconhece-se o ritmo de produção do material grosso. A fitomassa morta em pé era constituída por 125 árvores e palmeiras mortas por hectare, equivalente a 7,6 t/ha (matéria seca).

Tabela 6. Produção anual total de material vegetal (matéria seca) na floresta centro-amazônica.

Fração de Material vegetal		t/ha
Folhede fino	6,7 – 7,9	(80 % folhas, 18 % material lenhoso, 2 % frutos + flores)
Material grossos	1	(troncos)
	2	(ramos grossos)
	1,35	(ramos finos)
Frutos e flores grandes	0,5 – 1,1	
Total	11,5 – 13,3	

BIOMASSA VIVA

A biomassa viva é constituída de zoomassa e fitomassa. A zoomassa é muito pequena: 0,2 t/ha (matéria fresca). A edafofauna ocupa quase 50 %, sendo os cupins e formigas 1/3 do total. Os vertebrados não chegam a 10 %.

Com base na alimentação, a zoomassa reparte-se da seguinte forma: 50 % alimentam-se de folhas, 20 %, de madeira. 25 %, de animais e o restante é consumidor de flores e frutos.

Entre os insetos, predominam notoriamente os cupins e formigas e entre os mamíferos, os roedores e marsupiais. BANDEIRA (1991) citando ABE (1980) menciona que os cupins são os mais importantes invertebrados na reciclagem de nutrientes nas regiões tropicais, respondendo pela decomposição de mais de 50% do folhede

depositado no solo. LUIZÃO & SCHUBART (1986) estimaram que só os cupins do gênero *Sintermes* removem mais de 40% da fração folhas num experimento realizado numa floresta perto de Manaus.

Convém assinalar que a maior parte da zoomassa vive próxima à superfície orgânica do solo e que só uma pequena porcentagem se alimenta de vegetal vivo.

A fitomassa viva divide-se em duas grandes frações: aérea e subterrânea. A fitomassa subterrânea representa 49 t/ha de raízes grossas (matéria fresca) (Tabela 7), incluindo as partes subterrâneas de palmeiras e 206 t/ha de raízes finas (matéria fresca) (KLINGE, 1974a).

Tabela 7. Raízes grossas da floresta centro-amazônica.

Altura das plantas (m)	Raízes grossas (kg/ha de matéria fresca)
menor que 1,5	438,6
1,5 – 10	2.870,2
10 – 20	5.407,2
20 – 30	23.440,4
maior que 30	15.625,8
Palmeiras 1,5 – 20	780,2
0,5 - 5	437,6
Total	49.000

Quanto à fitomassa aérea, admite-se que esta esteja, supostamente, estratificada (KLINGE & RODRIGUES, 1974). O estrato mais elevado (A, altura média de 23,70–35,40 m) inclui 50 árvores/ha e não ocorrem palmeiras. A fitomassa aérea (em t/ha de matéria fresca: 2,3 de fração folhas, 48,7 de fração ramos e 139,2 de fração troncos) representa 28 % do total (687 t/ha de matéria fresca). Os troncos variam de 35 a 53cm de diâmetro e ocupam 125,1m³/ha. A área basal é de 7,1m²/ha. Raramente, também, ocorrem árvores emergentes de porte muito maior, embora não encontradas na parcela estudada. O segundo estrato (B, altura média de 16,70–25,90m) é formado por 315 árvores com diâmetros entre 6,7 e 55cm, que representam 54 % da fitomassa aérea viva total (em t/ha de matéria fresca: 7,1 de fração folhas, 123,1 de fração ramos e 269,3 de fração troncos). Também sem palmeiras nesse substrato. A área basal é de 14,6m²/ha e o volume dos troncos, 240,7m³/

ha. O estrato seguinte subdivide-se em: a) substrato C₁ (altura média de 8,40–14,50m) com 760 árvores e 15 palmeiras por hectare, que variam de diâmetro de 3,8 a 44,9cm e área basal de 5m²/ha. O volume dos troncos é de 53,3m³/ha. A fitomassa representa 11 % da fitomassa aérea viva total (em t/ha de matéria fresca: 3,9 de fração folhas, 26,1 de fração ramos, 47,3 de fração troncos). Consiste predominantemente em representantes jovens ou próprios desse estrato; e b) substrato C₂ (altura média de 3,60–5,90 m) com 2.765 árvores e 155 palmeiras por hectare, cujo diâmetro varia entre 0,6 e 10cm. O volume de troncos é de 8m³/ha, a área basal é de 2m²/ha. A fitomassa aérea viva (em t/ha de matéria fresca: 2 de fração folhas, 3,6 de fração ramos, 10,0 de fração troncos) representa 2 % do total. O penúltimo estrato (D, altura média de 1,70–3,00m) compõe-se de 5.265 árvores e 805 palmeiras por hectare. A fitomassa aérea viva (em t/ha de matéria fresca: 2,2 de fração folhas, 0,7 de fração ramos, 1,8 de fração troncos) representa 0,6 % do total. A área basal é de 1 m²/ha. Igualmente, são muito freqüentes as plantas jovens ou próprias desse estrato. O estrato mais baixo (E, altura média de 0,10–1,00 m) compreende 83.650 plantas, representando 0,2 % da fitomassa aérea viva total (em t/ha de matéria fresca: 0,6 de fração folhas, 0,2 de fração ramos, 0,6 de fração troncos). Plantas herbáceas praticamente inexistiam.

Estimou-se em 94.000 o número de plantas por hectare, isto é, muito próximo a 86.000, o valor de plantas por hectare calculado por AUBREVILLE (1961) em um estudo realizado nas proximidades de nossa parcela.

Das 46 t/ha de matéria fresca constituída por cipós, a maior parte encontrava-se nos estratos superiores. Alguns desses cipós tinham troncos bastante grossos. GENTRY (1983) e PAGANO (1989a) admitem que esses cipós podem ser os maiores responsáveis pela alta produção de folheto nas florestas tropicais, que devido a suas características biológicas podem ter uma produção foliar maior do que a de madeira.

Orquídeas e bromélias eram raras (0,23 t/ha de matéria fresca). Convém assinalar que as folhas de palmeiras bem como de muitas árvores estavam densamente cobertas de algas e musgos (vegetação

epifítica de RUINEN, 1961). O volume total de troncos de 15cm ou mais de diâmetro foi avaliado em 385m³/ha e o de árvores de 28cm ou mais de diâmetro, em 304m³/ha, embora LECHTHALER (1956) tenha chegado a um valor aproximado de 310m³/ha.

Há alguns inventários florestais realizados nos arredores de Manaus, com parcelas de tamanhos diversos (tabela 8). Em um estudo que discute a distribuição de fitomassa aérea de árvores e palmeiras em diferentes partes de nossas parcelas (KLINGE & RODRIGUES, 1973) também calculou-se a fitomassa/ha presente naquelas parcelas. Os valores para o total dos estratos A–D são os seguintes: TAKEUCHI (1961, 0,16ha): 927 t; LECHTHALER (1956, 1ha): 687 t; AUBRÉVILLE (1961, 0,05ha): 350 t; RODRIGUES (1967, 27ha): 284 t; e SOARES (1961, 9 e 36ha): 247t.). Para as florestas de várzea do baixo rio Solimões, (KLINGE *et al.* 1995, 0,75 e 0,15ha) foram obtidos os seguintes valores: respectivamente 97,5 t e 257,6 t. Esses dados de fitomassa mostraram-se muito variáveis com os poucos dados que se pôde reunir sobre área basal, número de árvores e número de espécies em diferentes comunidades estudadas na Amazônia Central, os quais se pode visualizar na Tabela 8 abaixo. Dentre os dados disponíveis, os das árvores de DAP > 10cm são os que apresentam maior número de amostras. Nesse caso, a área basal por hectare variou de 25 a 48m², apresentando uma média de 32 m²/ha. e o número de árvores por hectare oscilou entre 527 a 747 árvores/ha, com uma média de 637 árvores/ha. O número de espécies variou entre 113 e 196, apresentando em média cerca de 148 espécies/ha.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

O estudo florístico infelizmente não chegou a ser completado até o nível de espécie, por isso aqui nos limitaremos apenas a tratar das famílias e de alguns gêneros mais representativos neste estudo. Convém assinalar, no entanto, que a composição florística e estrutura da vegetação dessa área de estudo assemelham-se muito com a vegetação descrita por KLINGE & RODRIGUES (1968) de uma área muito próxima e é muito parecida com o que descreve RODRIGUES (1967) e RODRIGUES *et al.* (2001) para outras áreas próximas.

Tabela 8. Dados comparativos sobre a estrutura de diferentes comunidades florestais estudadas na Amazônia Central.

Tipo florestal e localidade	Tamanho da amostra (Ha)	Limite do DAP (cm)	Nº de árvores/ha	Área basal (m ²)	Nº total de espécies	Fonte
Floresta de terra firme:						
Cercanias de Manaus	1	8	735	23	75	LECHTHALER, 1956
Idem	27	25	102	13	431	RODRIGUES, 1967
Idem	1	15	358	24	179	PRANCE <i>et al.</i> , 1976
Idem	0,2	>1,5 m de altura	10220	30	502	KLINGE <i>et al.</i> , 1975
Idem	0,3	10	483	25	180	RODRIGUES & VALLÉ, 1964
Idem	4	10	s.d.	31	632	RODRIGUES, inéd.
Idem	9	10	636	30	698	RANKIN-DE MERONA <i>et al.</i> , 1992
Manaus- platô	1	10	745	39	193	TELLO, 1995
Manaus – declive	1	10	719	31	142	TELLO, 1995
Manaus – campinarana	1	10	583	26	113	TELLO, 1995
Manaus – baixio	1	10	665	48	118	TELLO, 1995
Rio Caribi (afl. do rio Uatumã, AM)	3	10	527	25	196	MATOS <i>et al.</i> , 1999
Manaus (veg. secundária de 14 anos)	0,35	20	202	10	20	RODRIGUES <i>et al.</i> , 2001
Manaus	0,5	20	238	27	74	RODRIGUES <i>et al.</i> , 2001
Manaus	9	17	214	13	142	SOARES, 1957
Rio Uruçu, AM	3	10	747	32	281	AMARAL, 1996
Rio Uatumã – AM	1	10	714	s.d.	145	AMARAL <i>et al.</i> , 2000
São Carlos do Rio Negro-Venezuela (campinarana)	0,13	1	11.361	32	130	KLINGE & HERRERA, 1983
Floresta de inundação temporária:						
Ilha da Marchantaria, no baixo rio	0,21	5	800	60	30	Worbes, 1983
Solimões (várzea de água branca)	0,9	5	1086	45	48	KLINGE <i>et al.</i> , 1995
Idem	0,5	10	396	29	66	AMARAL <i>et al.</i> , 1997
Manaus (igapó de água mista)						

As famílias melhor representadas eram as Celastráceas (*Goupia* sp.), Moráceas, *s. l.* (*Brosimum* spp., *Cecropia* spp., *Helicostylis* spp., *Naucleopsis* spp., *Pseudolmedia* spp., *Maquira* spp. etc.), Lauráceas (*Ocotea* spp., *Mezilaurus* spp. etc.), Lecitidáceas (*Eschweilera* spp., *Cariniana* spp., *Lecythis* spp., *Corythophora* spp. etc.), Sapotáceas (*Pouteria* spp., *Chrysophyllum* spp., *Micropholis* spp., *Manilkara* spp. etc.), Leguminosas, *s. l.* (*Inga* spp., *Abarema* spp., *Senna* spp., *Tachigali* spp., *Sclerolobium* spp., *Swartzia* spp., *Eperua* spp., *Zygia* spp., *Andira* spp. etc.) (KLINGE, 1973a), Bombacáceas (*Scleronema* spp., *Bombacopsis* spp. etc.), Crisobalanáceas (*Licania* spp., *Couepia* spp., *Parinari* spp.). Mais de 50 % de todas as espécies encontradas pertenciam a essas famílias. As mais frequentes eram as Leguminosas, *s. l.* e Lecitidáceas com um volume de troncos de 107,8m³/ha ou 28,1 % do total de troncos a partir de 15cm de diâmetro. Euforbiáceas (*Hevea* spp., *Micrandra* spp., *Micradropsis* sp. etc.), Sapotáceas, Voquisiáceas (*Ruizterania* sp., *Qualea* spp., *Erisma* spp.), e Apocináceas (*Aspidosperma* spp., *Couma* spp. etc.) juntas tinham um volume de madeira de 164,3m³/ha ou 46,7% do total. Os restantes 78,3m³/ha (19,1%) repartiam-se entre Miristicáceas (*Ostheophloeum* sp., *Virola* spp., *Iryanthera* spp.), Violáceas (*Rinorea* spp.), Mirtáceas (*Myrcia* spp., *Eugenia* spp., etc.), Olacáceas (*Minuartia* sp.), Arecáceas (*Astrocaryum* spp., *Attalea* spp., *Euterpe* spp., *Bactris* spp., *Oenocarpus* spp., *Syagrus* sp. etc.) e outras 9 famílias botânicas.

Humiriáceas (*Sacoglottis* spp., *Vantanea* spp.), Burseráceas (*Protium* spp., *Trattinnickia* spp., *Tetragastris* spp. etc.), Rubiáceas (*Palicourea* spp., *Psychotria* spp., *Duroia* spp., *Faramea* spp., *Ferdinandusa* spp., etc.) e Violáceas dominavam preferentemente os estratos inferiores onde também as Arecáceas eram frequentes. Outro grupo de famílias era formado pelas Apocináceas, Anonáceas (*Guatteria* spp., *Duguetia* spp., *Xylopia* spp., *Bocageopsis* spp., *Annona* spp. etc.), Crisobalanáceas, Burseráceas, Euforbiáceas, Mirtáceas, Olacáceas, Celastráceas, Humiriáceas e Miristicáceas. Essas famílias representavam uma média de 20–40% do total de espécies (20–50% do total de indivíduos). Famílias relativamente menos comuns eram constituídas pelas Clusiáceas (*Clusia* spp., *Symphonia* sp., *Tovomita* spp., *Vismia* spp., *Caraipa* spp. etc.), Cariocaráceas

(*Caryocar* spp.), e Bombacáceas. Cerca de 40 famílias podiam-se considerar muito raras

Aproximadamente, 50 espécies de 20 famílias formavam ao todo o dossel da floresta, enquanto 90% de todas as espécies encontravam-se nos estratos inferiores (KLINGE *et al.*, 1975). Um número semelhante de espécies encontrou RODRIGUES (1967) em um inventário de 137.000 ha. Chegou a uma média de 65 espécies/ha para árvores de 25cm ou mais de diâmetro. Uma riqueza parecida em espécies foi também verificada em outros inventários da floresta pluvial amazônica (BLACK *et al.*, 1950, CAIN *et al.*, 1956, PIRES *et al.*, 1953, SOARES, 1957 e outros). Dados comparativos sobre a floresta centro-amazônica podem ser vistos na tabela 8 anexa.

DISCUSSÃO

Estudos sobre a composição química das águas naturais da Amazônia Central têm mostrado que o conteúdo de nutrientes é muito baixo (FITTKAU, 1964, 1971b, 1973a, s.d.; SIOLI, 1951, 1965; SCHMIDT, 1972 e outros). Graças ao estudo de H. Ungenmach *apud* ANÖN (1972a), sabe-se que na água da chuva estão presentes nutrientes em quantidades idênticas àquelas das águas superficiais. Essa pobreza em nutrientes das águas naturais reflete a economia de nutrientes acumulados na biomassa dos ecossistemas terrestres da região. A quantidade de nutrientes que um ecossistema perde por lavagem sob o regime climático tropical úmido é substituído pelo que se encontra na chuva. Não havendo esse equilíbrio entre entrada de nutrientes com a chuva e a saída deles na água de drenagem, os sistemas biológicos antigos como a floresta pluvial acabariam empobrecendo-se através do tempo, o que resultaria em distúrbios ou alterações nos próprios sistemas.

Para que um ecossistema como a floresta centro-amazônica possa incorporar os nutrientes da chuva, deve haver uma estrutura adequada. Ela deve formar um sistema de filtros. Quanto maior o número de filtros e quanto melhor sua qualidade, muito mais eficiente tem de ser o sistema quanto à filtragem de nutrientes trazidos pela chuva.

A floresta pluvial centro-amazônica parece-nos possuir esse sistema de filtros. A estratificação da fitomassa aérea como também a

subterrânea garantiria uma boa distribuição da chuva sobre toda a superfície vegetal a partir do estrato A descontínuo até o mais baixo e denso. A água da chuva, ao passar lentamente por esses diferentes estratos, com seu grande número de espécimes, que em geral tende a aumentar do dossel para o chão, mantém íntimo contato direto com algas, musgos e bactérias que revestem a camada vegetal. Essa vegetação epifítica pode absorver os nutrientes da chuva e incorporá-los, assim, na fitomassa do sistema florestal. Nutrientes lavados da massa orgânica dos estratos superiores podem novamente incorporar-se à biomassa dos estratos inferiores. A biomassa ao morrer cai e leva consigo todos os nutrientes, que se incorporam à camada orgânica morta do solo, que é o hábitat de uma porcentagem elevada de zoomassa. Aí decompõe-se, o que significa a liberação de nutrientes.

As epífitas como bromélias, orquídeas, aráceas e outras mais com suas adaptações específicas à vida muito acima do chão destinam-se, também, a captar os nutrientes que vêm da atmosfera ou dos estratos superiores, semelhante à estrutura arquitetônica da própria floresta, cujos grandes elementos como troncos retilíneos e a rede de ramificações conduzem melhor a água da chuva diretamente até o solo.

A observação que dentro da mata “continua chovendo”, mesmo após ter cessada a chuva, mostra a eficiência da estrutura da floresta para distribuir a água atmosférica, deixando-a durante certo tempo em contato com as superfícies ativas, o que torna muito provável o aproveitamento dos nutrientes provenientes da água da chuva.

A água que não se evaporou chega finalmente ao solo, cujo volume é apenas de 4 % do volume total do ecossistema. Os nutrientes que essa água contém podem então incorporar-se na solução nutricional do solo. De qualquer modo esses nutrientes estão no horizonte edáfico em contato direto com o sistema radicular bastante superficial da vegetação, que é o filtro mais baixo em forma orgânica viva do ecossistema. Esse filtro absorve uma boa parte dos nutrientes que assim seguem reciclando dentro do ecossistema. Por sua superficialidade, o sistema radicular pode também absorver os nutrientes que chegam diretamente à superfície do solo. Uma observação parece permitir em especial essa interpretação do sistema radicular superficial: ao redor dos troncos grossos que conduzem bastante água para baixo, a camada de raízes finas do

horizonte A superficial eleva-se visivelmente sobre o nível geral do solo, isto é, cresce de certo modo em direção contrária a do movimento da água que escorre pela superfície do tronco.

Dentro do horizonte edáfico, a água enriquecida em nutrientes, que chega da parte superior, fica também em contato com a microflora, que decompõe a matéria orgânica disposta na superfície do solo. Essa microflora alimenta-se em parte dos nutrientes, ajudando, assim, em mantê-los dentro do ecossistema. De acordo com a hipótese da reciclagem direta de nutrientes, uma parte dessa microflora atua tanto como decompositora da matéria orgânica quanto, também, como veículo dos nutrientes liberados. Liga o sistema radicular fino com a matéria orgânica. Esse íntimo contato das raízes finas com a matéria orgânica pode-se observar facilmente em qualquer lugar da floresta pluvial. Uma camada de raízes finas e finíssimas está em contato entre o solo mineral e a camada orgânica superficial e penetra esta última.

Cada floresta representa um sistema de filtro. No caso de florestas como as do centro amazônico, que crescem sobre solo antigo, lavado, ácido, incapaz de fornecer nutrientes em quantidades necessárias, a presença de um sistema eficaz de filtro é vital para a subsistência da própria mata como também para sua permanência. Isso se nota nitidamente na floresta pluvial amazônica sobre podzol hidromórfico (caatinga ou campinarana), onde o sistema radicular se encontra quase exclusivamente na camada orgânica superficial (KLINGE 1973 b, d). Mais claramente que na parte terrestre da floresta pluvial, nota-se nas próprias águas a expressão da oligotrofia extrema da Amazônia Central (RIBEIRO *et al.*, 1978). A água dos igarapés e rios que cruzam a floresta não é mais rica de nutrientes que a água da chuva da própria região (Anôn., 1972b, FITTKAU, 1973a). Essa baixa quantidade de nutrientes torna impossível uma notável produção primária nessas águas (FITTKAU, 1964, 1973b, FITTKAU *et al.*, 1975a). Para alimentar dessa forma a biomassa do ecossistema aquático, que consiste quase completamente em zoomassa, a cadeia alimentar tem que se formar necessariamente a partir da matéria orgânica alóctone, que provém da floresta. Em primeiro lugar, trata-se de folhas, fragmentos de madeira, flores, frutos e de pólen que caem na água, mas, também, de animais, especialmente insetos como formigas e cupins. Folhas e madeira não podem servir diretamente

de alimento. Só depois da ação microbiana é que esse material, convertido pelas bactérias e fungos, pode ser consumido por aqueles organismos aquáticos, que filtram a água ou que se alimentam de fragmentos vegetais como o fazem especialmente larvas de insetos. Grande parte das outras matérias orgânicas que se incorporam à água é que passa a ser consumida por peixes presentes nos igarapés em grande número de espécies e espécimes e que em geral representam uma proporção relativamente grande da biomassa nesses ecossistemas. De modo geral, como na floresta a vegetação funciona como filtro de nutrientes alóctones e como agente absorvente dos nutrientes liberados pela decomposição ou excretados pelos animais, a zoomassa viva do sistema aquático incorpora os alimentos orgânicos alóctones, transforma-os na própria biomassa e retém essa biomassa em forma de diversos organismos num ciclo fechado dentro do sistema aquático. À medida que a diversidade da biocenose de espécies, que filtram ou se alimentam de fragmentos como drift superficial, é aumentada, maior se torna a eficiência do filtro e ao mesmo tempo torna-se maior a própria biomassa do sistema. Nos igarapés silváticos da Amazônia Central, existe uma zoomassa de organismos bênticos de $1-2\text{g/m}^2$, que localmente pode chegar a 20g/m^2 , quando sob condições favoráveis de correnteza num substrato adequado para os organismos que filtram os macro- e micronutrientes. A zoomassa de peixes nesses igarapés é em torno de 5g/m^2 . À medida que esses igarapés se transformam em verdadeiros rios, a zoomassa diminui bem como, também, a diversidade de espécies. Desse modo, só $0,1-0,2\text{g/m}^2$ de zoomassa bêntica (larvas de insetos e oligoquetas) se encontra nos cursos inferiores dos rios, que se apresentam em forma parecida a um lago, quando o nível de água sobe devido à intensidade das chuvas. Dois fatores deveriam condicionar a diminuição da biomassa e da diversidade: De um lado, o mosaico típico de biótopos lóticos e leníticos com substrato arenoso, lamacento e compacto desaparece conjuntamente com a transformação paulatina de um igarapé em rio. Em seu lugar aparecem superfícies uniformes de areia que só oferecem um ambiente adequado a uma fauna pobre. De outro lado, a oferta de alimentos alóctones proporcionados pela floresta diminui conjuntamente com o aumento da superfície da água. Ademais, essa diminuição da biodiversidade e da biomassa já não permite um aproveitamento máximo da oferta de alimentos.

Um ótimo ecossistema aquático só existe na Amazônia Central nos igarapés silváticos. A estrutura e funcionamento desse sistema aquático são comparáveis com aqueles da floresta pluvial de terra firme em redor. Em ambos os sistemas, há um princípio ecológico parecido, que é um sistema de filtros. Os filtros da floresta, cuja biomassa está quase por completo em forma vegetal, cuidam de capturar os nutrientes inorgânicos que estejam no mínimo; a própria fitomassa presente em grandes quantidades e organizada em uma diversidade igualmente enorme, forma o sistema de filtros. Os filtros do ecossistema aquático, cuja biomassa esteja especialmente presente em forma de zooplâncton, capturam os alimentos orgânicos autóctones e alóctones que tenham que permanecer dentro do ecossistema (FITTKAU, 1970c, 1973a, b).

AGRADECIMENTOS — Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e a toda sua equipe técnica o nosso sincero reconhecimento pelo irrestrito apoio recebido durante a realização de nossas pesquisas na região.

RESUMO

Para se determinar a estrutura e fitomassa de um ecossistema florestal amazônico de terra firme, mapeou-se e colheu-se a vegetação de uma área demarcada de 0,2 ha localizada nas adjacências do limite leste da Reserva Florestal W. Egler (km 64 da estrada Manaus- Itacoatiara (AM-1), Município de Rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos em comparação com os dados da literatura.

PALAVRAS CHAVE: Floresta-amazônica, ecologia-de-ecossistema, fitomassa; produção-de-folhedo; estrutura; funcionamento.

SUMMARY

For the determination of structure and phytomass of a Central Amazonian lowland rain forest ecosystem, its vegetation was mapped and harvested on 0.2-ha, very near the Forest Reserve W. Egler, situated at the east side of the Manaus-Itacoatiara road (AM-1), km 64, Municipality of Rio Preto da Eva, Amazonas, Brazil. The main results are presented and discussed in comparison to data from the literature.

KEY WORDS: Amazonian-rain-forest, ecology-of-ecosystem, phytomass, litter-production; structure; functioning.

RÉSUMÉ

Pour déterminer la structure et la phytomasse de la forêt amazonienne dense humide de terre ferme, très proche de la limite de la Réserve Forestière W. Egler, localisée sur la route AM-1 (Manaus à Itacoatiara), km 64, Etat d'Amazonas, Brésil, la végétation de 0,2 ha a été cataloguée et récoltée entièrement. Les résultats sont présentés et discutés par rapport aux données disponibles de la littérature.

MOTS CLÉS: Forêt-amazonienne-dense-humide; ecologie-forestière; phytomasse; production-de-litière, structure; fonctionnement.

BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, I. L. 1996. Diversidade florística em floresta de terra firme na região do rio Urucu, AM. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA, Manaus, AM. 104 pp.
- AMARAL, I. L.; J. ADIS & G. T. PRANCE. 1997. On the vegetation of a seasonal mixedwater inundation forest near Manaus, Brazilian Amazonia. *Amazoniana* 14 (3/4): 335 – 347.
- AMARAL, I. L.; F. D. A. & J. LIMA. 2000. Composição florística e parâmetros estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no rio Uatumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica* 30 (3): 377 – 392.
- ANÔNIMO. 1972 a. Die Ionenfracht des Rio Negro, Staat Amazonas, Brasilien, nach Untersuchungen von Dr. H. Ungemach.- *Amazoniana* 3: 175-185.
- ANÔNIMO. 1972b. Regenwasseranalysen aus Zentralamazonien, ausgeführt in Manaus, Amazonas, Brasilien, von H. Ungemach.- *Amazoniana* 3: 168-198.
- AUBREVILLE, A. 1961. *Étude écologique des principales formations végétales du Brésil et contribution a la connaissance des forêts de l'Amazonie brésilienne.*- Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-sur-Marne. 268 pp.
- BANDEIRA, A. G. 1991. Térmites (Insecta: Isoptera) consumidores de liteira na Ilha de Maracá, Roraima. *Acta Amazonica* 21 (único): 15-23.

- BECK, L. 1970. *Zur Ökologie der Bodearthropden im Regenwaldgebiet des Amazonasbeckens*. Habil. Schrift. Universität Bochum.
- BECK, L. 1971. Bodenzoologische Gliederung und Charakterisierung des amazonischen Regenwaldes. *Amazoniana* 3: 69-132.
- BEEK, E. J.; A. G. SOMBROEK & A. van WAMBEKE. 1973. Evaluación y manejo de suelo em la Región Amazónica. *Bol. Latinoamericanosobre fomento de terras y aguas* 5.
- BLACK, G. A.; Th. DOBZANSKI & C. PAVAN. 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forests. *Bot. Gazette* 3 (4) 413-425.
- BLUNTSCHLI, H. 1921. Die Amazonasniederung als harmonischer Organismus. *Geogr. Z.* 27: 49-67.
- BLUNTSCHLI, H. 1964. A Amazônia como organismo harmônico. Manaus, Inst. Nac. de Pesquisas da Amazônia. *Cadernos da Amazônia*, 1. 37 pp.
- CAIN, S. A.; G. M. O. CASTRO; J. M. PIRES & N. T. SILVA. 1956. Application of some phytosiological techniques to brazilian rain forest. *Amer. J. Bot.* 43: 911-941.
- COUTINHO, L. M & A. LAMBERTI. 1971. Algumas informações sobre a análise comparativa de solos sob mata de terra firme e mata de igapó. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 23 (5): 601-603.
- COUTINHO, L. M & A. LAMBERTI. 1971b. Respiração edáfica e produtividade primária numa comunidade amazônica de mata de terra firme. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 23 (3): 411-418..
- FALESI, I. C.; E. S. CRUZ; F. B. PEREIRA & E. C. LOPES. 1969. Os solos da área Manaus-Itacoatiara. Secretaria de Estado da Produção, Estado do Amazonas – Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte (IPEAN). *Série Estudos e Ensaios* 1. 117 pp.
- FITTKAU, E. J. 1964. Remarks on limnology of central-Amazon rain-forest streams.- *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 15: 1092-1096.
- FITTKAU, E. J. 1967. On the ecology of amazonian rain-forest streams. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica* 3 (Limnologia): 97-108.
- FITTKAU, E. J. 1970a. Esboço de uma divisão ecológica da Região Amazônica. In: I. M. IROBO (ed.): *II Simpósio y Foro de Biología*

- Tropical Amazónica*. Asociación pro Biología Tropical: 365-372. Editorial Pax, Bogotá.
- FITTKAU, E. J. 1970b. Limnological conditions in the headwater region of the Xingu river, Brasil. *Tropical Ecology*. 11 (1): 20-25.
- FITTKAU, E. J. 1970c. Role of the caimans in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazonas affluents (an hypothesis). *Biotropica* 2 (2): 138-142.
- FITTKAU, E. J. 1971. Ökologische Gliederung des Amazonasgebietes auf geochemischer Grundlage. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.* 20 /21: 35-50.
- FITTKAU, E. J. 1973a. Crocodiles and the nutrient metabolism of Amazonian waters. *Amazoniana* 4 (1): 103-133.
- FITTKAU, E. J. 1973b. Artenmannigfaltigkeit amazonischer Lebensräume aus ökologischer Sicht. *Amazoniana* 4 (3): 321-340.
- FITTKAU, E. J. (s.d.). Aquatic habitats in tropical South America. I. *Symposium on neotropical aquatic insects of the Entomological Society of America*, Dallas 1973. Studies in Natural Sciences (no prelo).
- FITTKAU, E. J. & H. KLINGE. 1973. On biomass and trophic structure of the centralamazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*, 5 (1): 2-14.
- FITTKAU, E. J.; U. IRMLER; W. JUNK; F. REISS & G.W. SCHMIDT. 1975a. Productivity, biomass and population dynamics in Amazonian water bodies. In: F.B.SOLLEY & E. MEDINA (eds.): *Tropical ecological systems*. Trends in terrestrial and aquatic research. Springer, New York – Berlin: 284-311.
- FITTKAU, E.J.; W. JUNK; H. KLINGE & H. SIOLI. 1975b. Substrate and vegetation in the Amazon region. In: H. DIERSCHKE (ed.). *Substrate and Vegetation*, pp. 73-93. Vadüz, J. Cramer.
- HERRERA, R; C. J. JORDAN; H. KLINGE & E. MEDINA. 1978. Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciencia* 3: 223-232.
- JORDAN, C. J. & N. STARK. 1978. Retención de nutrientes em la estera de raices de um bosque pluvial amazónico. *Acta Científica Venezuelana*. 29: 263-267.
- GENTRY, A. H. 1983. Lianas and “paradox” of contrasting latitudinal gradients in wood and litter production. *Tropical Ecology* 24 (1): 63-67.

- KLINGE, H. 1973a. Struktur und Artenreichtum des zentralamazonischen Regenwaldes. *Amazoniana* 4: 283-292.
- KLINGE, H. 1973b. Root mass estimation in lowland tropical rain forest of Central Amazonia, Brazil. I. *Tropical Ecology* 14: 29-38.
- KLINGE, H. 1973c. Biomasa y materia orgánica del suelo em el ecosistema de la pluviselva centro-amazónica. *Acta Científica Venezuelana* 24: 174-181.
- KLINGE, H. 1973d. Root mass estimation in lowland tropical rain forest of Central Amazonia, Brazil. II. "Coarse root mass" of trees and palms in different height classes. *Anais Acad. Bras. Ciências* 45: 595-609.
- KLINGE, H. 1977. Preliminary data in nutrient release from decomposing soil leaf litter in a neotropical rain forest. *Amazoniana* 6(2): 193-202.
- KLINGE, H. 1985. Foliar nutrient levels of native tree species from Central Amazonia. 2. Campina. *Amazoniana* 9 (3): 281 - 295.
- KLINGE, H. & W. A. RODRIGUES. 1968. Litter production in na area of Amazonian terra firme forest. Part.I: Litter-fall, organic carbon and total nitrogen contents of litter. *Amazoniana* 1 (4): 287-302.
- KLINGE, H. & W. A. RODRIGUES. 1971. Matéria orgânica e nutrientes na mata de terra firme perto de Manaus. *Acta Amazonica* 1: 69-72.
- KLINGE, H. & E. J. FITTKAU. 1972. Filtererfunktionen im ökosystem des zentralamazononischen Regenwaldes. *Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* 16: 130-135.
- KLINGE, H. & W. A. RODRIGUES. 1973. Biomass estimation in a Central Amazonian rain forest. *Acta Científica Venezuelana* 24: 225-237.
- KLINGE, H. & W. A. RODRIGUES. 1974. Phytomass estimation in a Central Amazonian rain forest. – H. A. YOUNG (ed.). *IUFRO biomass studies*, University Press, Orono, Maine: 337-350.
- KLINGE, H.; W. A. RODRIGUES; E. BRUNIG & E. J. FITTKAU. 1975. Biomass and structure in a Central Amazonian rain forest. In: F. B. GOLLEY & E. MEDINA (eds.): *Trends in terrestrial and aquatic research*. Tropical Ecology Studies, Analysis and Synthesis, Springer, New York, Heidelberg, Berlin, 2: 115-122
- KLINGE, H., J. ADIS & M. WORBES. 1995. The vegetation of a seasonal várzea forest in the lower Solimões River, Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica* 25 (3/4): 201 – 234.

- LECHTHALER, R. 1956. Inventário das árvores de um hectare de terra firme da zona Reserva Florestal Ducke, Município de Manaus. Rio de Janeiro, *Publ. Inst. Nac. Pesq. Amazônia -Botânica* 3: 1-10.
- LUIZÃO, F. J. & H. O. R. SCHUBART. 1986. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. *Acta Limnol. Bras.* 1: 575-600.
- LÜETZELBURG, PH. VON. 1940/41. Amazonien als organischer Lebensraum. *Ibero-Amerika Arch.* 14: 222-251.
- MATOS, F. D. A. & I. L. AMARAL. 1999. Análise ecológica de um hectare em floresta ombrófila densa de terra firme, estrada da Várzea, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica* 29 (3): 365-379.
- PAGANO, S. N. 1989a. Produção de folheto em mata mesófila semidecidual no município de Rio Claro, SP. *Rev. Bras. Biol.*, Academia Brasileira de Ciências, 49 (3): 7-13.
- PAGANO, S. N. 1989b. Nutrientes minerais no folheto produzido em mata mesófila semidecidual no município de Rio Claro, SP. *Rev. Bras. Biol.*, Academia Brasileira de Ciências, 49 (3): 14-19.
- PIRES, J. M.; TH. DOBZHANSKI & G. A. BLACK. 1953. An estimate of the number of species of trees in an Amazonian forest community. *Bot. Gaz.* 114: 467-477.
- PRANCE, G. T.; W. A. RODRIGUES & M. F. DA SILVA. 1976. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme km 30 da estrada Manaus – Itacoatiara. *Acta Amazonica* 6: 9 – 35
- RANKIN-DE-MERONA, J. M.; G. T. PRANCE; R. E. HUTCHINGS; M. F. DA SILVA; W. A. RODRIGUES. & M. E. UEHLING. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 22: 493-534.
- RIBEIRO, J. S. B.; S. R. B. BRINGEL & A. SANTOS. 1978. Hidrologia na Amazônia Central. II. Flutuações no fluxo de saída de nitrogênio e fósforo em dois ecossistemas na Amazônia. *Acta Amazonica* 8 (3): 409-416.
- RODRIGUES, T. E.; I. K. MORIKAWA; R. S. DOS REIS & I. C. FALES. 1971. Solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA (Trecho: km. 30-km. 79- Rod. BR-174). Instituto de Pesquisas e

- Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental. Manaus-Amazonas. *IPEAAOc. Série: Solos. 1*(1): 1-99
- RODRIGUES, T. E.; R. S. DOS REIS; I. K. MORIKAWA; I. C. FALESI & B. N. R. DA SILVA. 1972. Levantamento detalhado dos solos do IPEAAOc. Instituto de Pesquisas Agropecuária da Amazônia Ocidental. *Bol. Técn. IPEAAOc*3: 1-63.
- RODRIGUES, W. A. 1967. Inventário florestal piloto ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara. Estado do Amazonas: Dados preliminares. In: Herman Lent (ed.) *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Belém 1966, Conselho Nacional de Pesquisas, Rio de Janeiro, GB, 7 (Conservação da Natureza e recursos Naturais): 257-267.
- RODRIGUES, W. A. 1994. HILÉIA AMAZÔNICA. IN: S. MONTEIRO & L. KAZ(eds.), *Amazônia flora fauna*, p. 205-226. Ed. Alumbramentos/Livroarte, Rio de Janeiro.
- RODRIGUES, W. A.. 1996. A cobertura florestal da Amazônia brasileira. In: PAVAN, C. (org.), *Uma estratégia latino-americana para a Amazônia*, p. 57-78. Ed. UNESP & Memorial da América Latina, São Paulo. .
- RODRIGUES, W. A. (Em preparação). Dados fitossociológicos de 4 hectares de mata de platô na Reserva Florestal Ducke, Manaus, AM.
- RODRIGUES, W. A. & R. C. VALLE. 1964. Ocorrência de troncos ocos em mata de baixio da região de Manaus. Estudo preliminar. *Publ. Inst. Nac. Pesq. Amazônia, Botânica*, 16: 1-8.
- RODRIGUES, W. A., K. FURCH & H. KLINGE. Comparative study of the litterfall in primary and secondary terra firme forest in the vicinity of Manaus, state of Amazonas, Brazil. *Amazoniana* 16 (3/4). (no prelo).
- RUINEN, I. 1961. The phyllosphere. I. *Plant and soil* 15: 81-109.
- SCHMIDT, G. W. 1972. Chemical properties of some waters in the tropical rain-forest region of Central-Amazonia along the new road Manaus-Caracaraí. *Amazoniana* 3(2) : 199-207..
- SIOLI, H. 1951. Alguns problemas e resultados da Limnologia amazônica.. *Bol. Técn. I.A.N.*, Belém, Pará, 24:2-44.
- SIOLI, H. 1954a. Gewässerchemie und Vorgänge in den Böden im

- Amazonas-gebiet. *Naturwissenschaften* 41: 456-457.
- SIOLI, H. 1954b. *Amazônia. Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Trad. J. Becker. Ed. Vozes, Petrópolis. 72p.
- SIOLI, H. 1965. Bemaerkung zur Typologie amazonischer Flüsse. *Amazoniana* 1(1): 74-83.
- SIOLI, H. 1985. *Amazônia. Fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais*. Trad. J. BECKER. Ed. Vozes, Petrópolis. 72 p.
- SOARES, O. R. 1957. Inventário florestal na Reserva Florestal Ducke. Relatório ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- SOARES, O. R. 1961. In: AUBREVILLE, A., *Étude écologique des principales formations végétales du Brésil et contribution a la connaissance des forêts de l' Amazonie brésilienne*. Centre Techn. Forest. Trop., Nogent-Sur-Marne, p. 61-65.
- STARK, N. 1969. Mycorrhizae and nutrient cycling in the tropics. *Proc. 1st. North American Conference on Mycorrhizae. April 1969*. Miscell. Publ. 1189, US Dept. Agriculture-Forest Service, pp. 228-229.
- STARK, N. 1970 a. The nutrient content of plants and soils from Brazil and Surinam. *Biotropica* 2: 51-60.
- STARK, N. 1970b. Direct nutrient cycling in the Amazon basin. In: J. M. IDROBO (ed.). *II Simpósio y Foro de Biología Tropical Amazónica*, Asociación pro Biología Tropical: 172-177. Editorial Pax, Bogotá.
- STARK, N. 1971. Nutrient cycling II. Nutrient distribution in Amazonian vegetation. *Trop. Ecology* 12: 177-201.
- TAKEUCHI, M. 1960. A estrutura da vegetação na Amazônia. I – A mata pluvial tropical. *Bol. Mus. Para. E. Goeldi, nov. sér., Botânica*, 6: 1 – 17 + 12 tabs., 7 figs.
- TELLO, J. C. R. 1995. *Aspectos fitossociológicos das comunidades vegetais de uma topossequência da Reserva Florestal Ducke do INPA, Manaus – AM*. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Am., Brasil: 335p.
- VARJABEDIAN, R. & S. N. PAGANO. 1988. Produção e decomposição de folheto em um trecho de mata atlântica de encosta no município

- do Guarujá, SP. *Acta Bot. Bras.* (supl.) 1 (2): 243-256.
- VELOSO, H. P.; A. L. RANGEL FILHO & J. C. A. LIMA. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 124 pp.
- WENT, F. W. & N. STARK. 1968a. The biological and mechanical role of soil fungi. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 60: 497-504.
- WENT, F. W. & N. STARK. 1968b. Mycorrhize. *BioScience* 18: 1035-1039.
- WORBES, M. 1983. Vegetationskundliche Untersuchungen zweier Überschwemmungswälder in Zentral-amazonien-vorläufige Ergebnisse. *Amazoniana* 8 (1): 47-65.