

# SEÇÃO IV - FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

## ALTERAÇÕES EDÁFICAS SOB PLANTIOS PUROS E MISTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DO SUDESTE DA BAHIA, BRASIL<sup>(1)</sup>

A. C. GAMA-RODRIGUES<sup>(2)</sup>, N. F. BARROS<sup>(3)</sup> & E. S. MENDONÇA<sup>(4)</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi relacionar o acúmulo de serapilheira com sua composição química e desta com as características físicas e químicas do solo, em plantios puros e misto de espécies florestais nativas. O trabalho foi desenvolvido em solos de tabuleiro do sudeste da Bahia, Brasil, no período de agosto de 1994 a novembro de 1996, em plantios, com 22 anos de idade, de pau-roxo (*Peltogyne angustiflora*), putumuju (*Centrolobium robustum*), arapati (*Arapatiella psilophylla*), arapaçu (*Sclerolobium chrysophyllum*), claraíba (*Cordia trichotoma*) e óleo-comumbá (*Maclobium latifolium*). Foram utilizadas uma floresta secundária, praticamente em estado clímax, e uma capoeira, de 40 anos de idade. O solo na camada de 0-5 cm estava mais bem estruturado no plantio misto do que sob as outras coberturas vegetais. A estruturação dessa camada foi positivamente relacionada com o acúmulo de C orgânico no solo e de serapilheira sobre este. O nível de fertilidade do solo (0-10 cm) sob as espécies implantadas nos sistemas puros e misto foi superior ao da capoeira e da floresta natural. A fitomassa e a qualidade nutricional da serapilheira revelaram a capacidade diferenciada das coberturas florestais para absorver e reciclar nutrientes; o plantio misto representou uma situação intermediária em relação ao sistema de plantios puros. A quantidade de serapilheira acumulada dependeu da sua composição química. Segundo resultados deste trabalho, a estruturação e o nível de fertilidade do solo distinguiram-se de acordo com as coberturas florestais, em razão da quantidade, da composição química e da taxa de decomposição da serapilheira. As espécies claraíba, arapaçu e pau-roxo revelaram-se promissoras em melhorar a fertilidade do solo. Contudo, o plantio misto mostrou ser o sistema florestal mais adequado, por proporcionar simultaneamente melhor estruturação, maior quantidade de C orgânico, maiores níveis de nutrientes do solo e, conseqüentemente, maior eficiência da ciclagem de nutrientes.

**Termos de indexação:** floresta tropical, plantio misto, serapilheira, decomposição, estrutura e fertilidade do solo.

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em junho de 1998 e aprovado em março de 1999.

<sup>(2)</sup> Professor Associado do Laboratório de Solos do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias - CCTA, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. CEP 28015-620 Campos dos Goytacazes (RJ).

<sup>(3)</sup> Professor Titular do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa - UFV. CEP 36571-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq.

<sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFV.

**SUMMARY:** *EDAPHIC ALTERATIONS UNDER PURE AND MIXED STANDS OF TREE SPECIES IN SOUTHEASTERN BAHIA STATE, BRAZIL*

*The objective of this study was to evaluate the relation between the chemical composition of litter accumulation and its effect on the physics and fertility of soil in two plantation systems of native forest species. The plantation systems consisted of 22 year-old mixed stand and pure stands of six hardwood species (Peltogyne angustiflora, Centrolobium robustum, Arapatiella psilophylla, Sclerolobium chrysophyllum, Cordia trichotoma, Macrolobium latifolium) native to the southeastern region of Bahia, Brazil, evaluated from August 1994 through November 1996. As a reference for the characteristic analyzed, the study included a secondary forest near climax, and a 40 year-old naturally regenerated forest. The soil of the 0-5 cm upper layer was better structured in the mixed stand than in the other forest systems. This layer's soil structure was positively influenced by litter mass and organic carbon. Soil fertility (0-10 cm upper layer) was higher in the planted stands than in the regenerating and secondary forests. The litter mass and its nutritional quality revealed differences in the capacity the various types of forest had in nutrient uptake and cycling. The mixed stand had an intermediate position in relation to the pure and natural forest stands. The litter decay rate was regulated by its quality. The results of this study indicate that the soil structure and fertility level under forest could be affected by litter nutritional quality and its decay rate. The mixed stand of forests species seemed to be the best plantation system, as it increases soil organic matter and fertility level and improve soil structure.*

*Index terms: tropical forests, plantation systems, native tree mixed-stands, nutrient cycling, litter decomposition, soil structure and fertility.*

## INTRODUÇÃO

Em 1945, a região dos tabuleiros costeiros do sudeste da Bahia apresentava mais de dois milhões de ha de Mata Atlântica, representando 85% da área. Em 1990, restavam apenas 164.825 ha, ou seja, 6% do que existia em 1945. Parte da área desmatada teve seu solo degradado pela atividade pecuária, com uso freqüente de fogo para renovação das pastagens (Silva, 1995). Em razão disso, o plantio de árvores constitui possível alternativa de recuperação dessas terras degradadas, especialmente de áreas com baixo potencial de regeneração natural da floresta. Isso reduziria a pressão de exploração sobre as áreas remanescentes de floresta natural.

A presença de determinadas espécies arbóreas em sistemas produtivos pode influenciar certas características do solo, mediante a reciclagem dos nutrientes e das interações delas com o microambiente, resultando em melhorias da estrutura do solo e aumento do teor de matéria orgânica e da disponibilidade de nutrientes do solo (Nair, 1993; Silva, 1995; Sanchez, 1995). Em geral, o plantio de árvores eleva a fertilidade da camada superficial do solo, podendo torná-la adequada às culturas agrícolas (Montagnini & Sancho, 1994), além de reduzir os riscos de erosão, dada a permanente cobertura do solo pela serapilheira acumulada (Wormald, 1992). As espécies florestais

diferenciam-se marcadamente na sua capacidade de alterar a disponibilidade de nutrientes do solo (Sanchez et al., 1985).

Dentre os sistemas de produção florestal com espécies nativas destaca-se o plantio misto. Tal sistema pode ser mais produtivo e financeiramente atraente, além de exercer maiores efeitos positivos sobre o solo do que os plantios puros (Wormald, 1992; Montagnini et al., 1994b).

A hipótese deste trabalho considera que, no plantio misto, a serapilheira, por ser uma combinação de diferentes espécies, com qualidade nutricional e orgânica bastante distinta, apresenta contínua decomposição, aumentando não somente a disponibilidade de nutrientes, mas também a quantidade de matéria orgânica, acarretando, conseqüentemente, melhoria da estrutura do solo. Para testar esta hipótese, foram analisados a fitomassa, a composição química da serapilheira e alguns atributos físicos e químicos do solo sob plantios puros e misto de espécies florestais nativas na região dos tabuleiros costeiros do sudeste da Bahia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no arboreto da Estação Ecológica do Pau-Brasil (ESPAB), Porto Seguro,

Bahia, Brasil (16°23'S e 39°11'W). A vegetação foi classificada como "Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas" (Veloso et al., 1991). Estrutural e fisionomicamente, essa vegetação muito se assemelha à Floresta Amazônica (Mori & Silva, 1980). O clima é classificado como Af, caracterizado por uma pluviosidade média anual de 1.696 mm, sem estação seca definida, e a temperatura média anual é de 23°C, com máxima de 30°C e mínima de 20°C (Vinha & Lobão, 1989). O solo é um Podzólico Amarelo Tb álico, fortemente ácido e de fertilidade natural muito baixa (Leão & Melo, 1990).

Estudaram-se seis espécies nativas, plantadas em parcelas puras, sem adubação, no espaçamento de 2 x 2 m. As parcelas eram de 144 m<sup>2</sup>, totalizando 36 árvores por espécie. As espécies estudadas foram: pau-roxo, *Peltogyne angustiflora*; putumuju, *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart.; arapati, *Arapatiella psilophylla* (Harms.) Cowan; arapaçu, *Sclerolobium chrysophyllum* Loep & Endl; claraíba, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab.; e óleo-comumbá, *Macrolobium latifolium* Vog. Essas espécies também foram estudadas em plantio misto, associadas com outras 57 espécies nativas e exóticas, no mesmo espaçamento dos plantios puros, em parcela de 5.320 m<sup>2</sup>, totalizando 1.330 árvores plantadas aleatoriamente com diferentes frequências para cada espécie. A idade, em ambos os sistemas de plantio, era de 22 anos na época das amostragens.

A amostragem da serapilheira acumulada (material depositado sobre o solo e com diferentes graus de decomposição) foi feita trimestralmente, utilizando-se um quadrado de madeira de 0,25 m<sup>2</sup>, com quatro repetições, no período de agosto de 1994 a novembro de 1996. Determinaram-se, ainda, na serapilheira, os teores de K (fotometria de chama), de P (colorimetricamente, pelo método do complexo fosfo-molibídico, reduzido com vitamina C, modificado por Braga & Defelipo (1974), de Ca e Mg (espectrofotometria de absorção atômica), após digestão nítrico-perclórica (Tedesco et al., 1985), e de N pelo método Kjeldahl, descrito por Bataglia et al. (1983). O teor de C foi obtido por queima de 1 g de material vegetal, a 550°C, em mufla. Na determinação de lignina e de celulose da serapilheira, empregou-se o método da fibra em detergente ácido (FDA) de van Soest & Wine (1968). Determinou-se, ainda, o potencial de lixiviação de nutrientes da serapilheira, usando-se uma subamostra de 50 g de massa fresca que foi submetida à infusão, durante 24 h, em recipiente de vidro que continha 1 L de água destilada. Após a infusão, coletou-se uma alíquota de 100 mL, para determinação do pH e dos teores de C orgânico, P, K, Ca e Mg. O nitrogênio total foi obtido pelo método Kjeldahl, tomando-se uma alíquota de 10 mL.

Os resultados foram referidos para massa seca em estufa a 75°C até peso constante. Para reduzir os problemas de contaminação pelo solo na análise

da serapilheira, fez-se a separação desses materiais por peneiramento seqüencial em peneiras de malhas de 4, 2 e 1 mm, sendo descartado o material de solo ainda retido nas peneiras.

O solo sob os plantios puros e misto foi caracterizado quimicamente em quatro amostras compostas, coletadas, em fevereiro de 1996, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, conforme os métodos descritos por EMBRAPA (1979): pH (água); P e K extraíveis por Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis por KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; C orgânico por oxidação com K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,4 mol L<sup>-1</sup>; e N total pelo método Kjeldahl. A análise granulométrica foi feita segundo EMBRAPA (1979). A avaliação da estrutura foi feita com solo seco, estabelecendo-se um índice de desagregação (Id) relativo ao percentual quantitativo de agregados maiores que 1 mm, pela fórmula:  $Id = 100/\% > 1 \text{ mm}$ , cujos valores são inversamente proporcionais à quantidade de agregados. Estabeleceram-se, assim, duas classes de agregados (maior e menor que 1 mm), que foram caracterizadas quimicamente, depois de destorroadas, conforme descrição já mencionada.

Anteriormente à formação do arboreto, o solo foi utilizado na atividade agropecuária de subsistência, com uso regular de fogo, sem pousio, e por um período superior a cinco anos. Contudo, não há registros sobre o nível de fertilidade durante e após o término dessa atividade. Amostras de serapilheira e de solo de uma Floresta Ombrófila Densa Secundária, praticamente em estado clímax, e de uma capoeira, de aproximadamente 40 anos de idade, foram coletadas em parcelas de 500 m<sup>2</sup> e analisadas para servir de referencial às coletadas nos outros sistemas.

Foram realizadas análises de regressão, utilizando-se a fitomassa da serapilheira e os teores de nutrientes do solo de cada cobertura florestal, como variáveis dependentes da composição mineral e orgânica da serapilheira.

Na análise de variância dos dados de fitomassa e composição química da serapilheira e dos atributos físicos e químicos do solo nas parcelas das coberturas florestais, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, a exemplo do procedimento empregado por Lugo et al. (1990). Para comparar as médias, foi usado o teste de Duncan a 5%. Cada cobertura florestal foi considerada um tratamento de efeito fixo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fitomassa e composição química da serapilheira

Os ecossistemas heterogêneos tiveram valores de fitomassa de serapilheira intermediários, em comparação com os plantios puros (Quadro 1). A serapilheira acumulada no plantio misto (9,1 Mg ha<sup>-1</sup>) foi similar à dos ecossistemas da capoeira (9,4 Mg ha<sup>-1</sup>)

e da floresta natural (9,5 Mg ha<sup>-1</sup>). Entretanto, nos plantios puros, houve grande variação na quantidade de serapilheira, com amplitude de 3,4 Mg ha<sup>-1</sup> (claraíba) a 17,7 Mg ha<sup>-1</sup> (arapaçu), o que reflete a diferença fenológica, em termos de senescência de órgãos, das espécies em plantios puros. No arboreto da ESPAB, a amplitude de fitomassa da serapilheira de 20 espécies nativas, com idade de 15 anos, foi de 4,0 a 30 Mg ha<sup>-1</sup> (Montagnini et al., 1994a). Silva (1990), em sítios de tabuleiros do sudeste da Bahia, encontrou valores de fitomassa de serapilheira de 6,8 Mg ha<sup>-1</sup> e 8,3 Mg ha<sup>-1</sup>, para floresta natural e capoeira de 12 anos de idade, respectivamente.

A fitomassa e a qualidade nutricional da serapilheira revelaram a capacidade diferenciada das coberturas florestais para absorver e reciclar nutrientes (Quadro 1). A claraíba foi a espécie que, em geral, mostrou maior concentração de nutrientes na serapilheira. Destaca-se apenas o maior teor de Ca (27,3 g kg<sup>-1</sup>) no pau-roxo. As coberturas florestais distinguiram-se mais nos teores de Mg e menos nos de K. Em conseqüência, o conteúdo de nutrientes também variou amplamente entre as coberturas florestais (Quadro 1). Desse modo, as coberturas florestais que apresentaram os maiores acúmulos de serapilheira revelaram alto potencial de reciclagem de nutrientes. Isto seria o caso, principalmente, dos plantios de arapaçu, arapati, óleo-comumbá e pau-roxo (Quadro 1). A ordem decrescente do potencial de reciclagem por nutrientes foi de Ca > N > Mg > K > P.

A eficiência para reciclar nutrientes é determinada pela taxa de decomposição da serapilheira. Essa taxa é regulada pela qualidade nutricional do substrato. Regressões exponenciais negativas significativas foram encontradas para a acumulação de serapilheira em função das

concentrações de N, P, K e Mg (Quadro 2). Quando as concentrações desses nutrientes aumentaram, ocorreu decréscimo de fitomassa da serapilheira, como resultado da rápida decomposição, visto que a alta qualidade nutricional da serapilheira supre a necessidade de seus decompositores, especialmente dos microrganismos (Heal et al., 1997). Todavia, tendência inversa, foi observada para a regressão da relação C/N da serapilheira com a sua fitomassa (Quadro 2) e para a regressão da relação (lignina + celulose)/N e da concentração de celulose (Quadro 2). Resultados similares foram encontrados por Lugo et al. (1990) para os teores de N, K e Mg da serapilheira de 10 espécies florestais, com idade de 26 anos, plantadas em solos de Porto Rico.

Outro fator que regularia a decomposição da serapilheira seria a perda de C e nutrientes por lixiviação da própria serapilheira. Regressões negativas significativas também foram encontradas entre a acumulação de serapilheira e o potencial de lixiviação de C, P, K, Ca e Mg (Quadro 2). Verificou-se que, quanto maior a concentração desses nutrientes na serapilheira, maior o seu potencial de lixiviação (Quadro 3).

Esses resultados estão em consonância com a hipótese de Lugo et al. (1990) de que haveria uma concentração-limite para alguns nutrientes, a partir da qual a redução de fitomassa da serapilheira (decomposição) é acelerada. Hipótese similar, mas de sentido inverso, valeria para a relação (lignina + celulose)/N. Por outro lado, os modelos ajustados para o potencial de lixiviação revelaram que a redução de parte da fração de C lábil prontamente decomponível da serapilheira seria lixiviada. Tal hipótese precisa ser testada experimentalmente, especialmente em plantios de putumuju, que mostraram elevado potencial de lixiviação de C (Quadro 4).

**Quadro 1. Fitomassa, teores e quantidades de nutrientes da serapilheira de diferentes coberturas florestais na região sudeste da Bahia**

Cobertura	Fitomassa	Teor de nutriente					Quantidade de nutriente				
		N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	Mg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>					kg ha <sup>-1</sup>				
Pau-roxo	12,7 b <sup>(1)</sup>	12,2 bc	0,17 c	1,01 b	27,3 a	1,37 e	156 abc	2,2 bc	12 abc	344 a	17 cde
Putumuju	7,3 c	14,3 abc	0,26 b	1,24 b	13,1 d	3,28 b	106 cd	1,8 c	9 bc	96 de	24 c
Arapati	15,1 ab	13,6 abc	0,23 b	1,32 b	9,3 e	0,93 f	209 a	3,4 a	17 ab	141 cd	13 de
Arapaçu	17,7 a	12,2 bc	0,19 c	1,09 b	14,9 cd	1,80 d	218 a	3,3 a	19 a	262 b	32 b
Claraíba	3,4 d	16,8 a	0,47 a	2,39 a	21,7 b	4,74 a	55 d	1,5 c	7 c	69 e	15 de
Óleo-comumbá	15,3 ab	12,4 bc	0,19 c	1,00 b	16,7 c	2,98 b	196 ab	2,8 ab	14 abc	258 b	45 a
Misto	9,1 c	14,9 abc	0,19 c	1,04 b	14,9 cd	2,24 c	133 bc	1,7 c	9 bc	134 cd	20 cd
Capoeira	9,4 c	11,8 c	0,23 b	1,18 b	16,3 c	1,41 e	113 cd	2,1 bc	10 abc	154 c	12 e
Floresta natural	9,5 c	16,3 ab	0,19 c	1,22 b	14,1 d	2,08 cd	152 abc	1,8 c	12 abc	135 cd	20 cd

<sup>(1)</sup> As médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

**Quadro 2. Equações de regressão da fitomassa de serapilheira (SER) de diferentes coberturas florestais, considerando os teores de nutrientes, as qualidades orgânicas (teores de carbono, lignina e celulose) e o potencial de lixiviação de nutrientes**

Equação	R <sup>2</sup>
Serapilheira = f (teor de nutrientes)	
log (SER) = 2,1797 - 0,08510 (N)	0,47*
log (SER) = 1,4808 - 2,03574 (P)	0,71**
log (SER) = 1,5414 - 0,4222 (K)	0,64**
log (SER) = 1,3319 - 0,1423 (Mg)	0,53**
Serapilheira = f (qualidade orgânica)	
log (SER) = -3,4454 + 2,9357 log (C/N)	0,62**
log (SER) = -2,6602 + 2,2406 log [(LIG + CEL)/N]	0,62**
log (SER) = -3,4930 + 1,7785 log (CEL)	0,32°
Serapilheira = f (potencial de lixiviação)	
SER = 0,4862 + 7274,82/ (C)	0,46*
SER = 1/ [0,05464 + 0,01096 (P)]	0,49*
SER = 1/ [0,06336 + 0,0001162 (K)]	0,91***
SER = 27,8279 - 3,7496 Ln (Ca)	0,52*
SER = 1/ [0,02460 + 0,000786 (Mg)]	0,89***

°, \*, \*\* e \*\*\* significativos a 10, 5, 1 e 0,1% pelo teste F, respectivamente.

**Quadro 3. Equações de regressão do potencial de lixiviação de P, K, Ca e Mg, considerando as respectivas concentrações na serapilheira (SER) de diferentes coberturas florestais**

Equação	R <sup>2</sup>
P = -5,578 + 46,5586 P (SER)	0,714**
K = -1351,04 + 1395,43 K (SER)	0,964***
Ca = -158,866 + 17,1574 Ca (SER)	0,647**
Mg = -43,1227 + 67,4232 Mg (SER)	0,768**

\*\* e \*\*\* significativos a 1 e 0,1% pelo teste F, respectivamente.

A serapilheira das coberturas florestais estudadas mostrou elevados teores de lignina e celulose (Quadro 5). Os valores desses compostos orgânicos foram superiores aos encontrados em serapilheira de florestas de clima temperado (Melillo et al., 1982; Kögen-Knabner, 1993) e similares aos de plantios puros e mistos de *Eucalyptus saligna* e *Albizia falcataria* (Binkley et al., 1992). Altos teores de lignina e celulose revelam serapilheira de baixa taxa de decomposição (Gosz, 1984) e, conseqüentemente, contribuem para seu maior acúmulo. Contudo, os valores isolados de lignina e celulose, normalmente, não são bons indicadores do potencial de decomposição da serapilheira. Neste caso, as relações (lignina + celulose)/N (Quadro 2) e lignina/N (Melillo et al., 1982; Taylor et al., 1989) confeririam maior capacidade preditiva da taxa de decomposição, por ser o N o nutriente mais limitante à atividade dos microrganismos (Singh & Gupta, 1977; Gosz, 1984; Heal et al., 1997). Assim, considerando as relações lignina/N, (lignina + celulose)/N e C/N apresentadas no quadro 5, esperar-se-ia maior acúmulo de serapilheira na capoeira do que no plantio misto e na floresta natural e não fitomassa similar, como observado (Quadro 1).

O acúmulo de serapilheira indica baixa taxa de ciclagem de nutrientes, mediante o processo de decomposição, e não necessariamente menor capacidade de melhorar a fertilidade do solo. Este é o caso do pau-roxo e da claraíba que acumularam 12,5 e 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> de serapilheira, respectivamente; no entanto, apresentaram os maiores teores de Ca na serapilheira (Quadro 1). Isto é evidenciado pelas regressões lineares positivas das concentrações de nutrientes da serapilheira com as do solo (0-5 cm) sob as coberturas florestais estudadas (Quadro 6). A mesma tendência foi encontrada para os teores de P e K do lixiviado da serapilheira (Quadro 6). Essas regressões indicam que, provavelmente, o fluxo de água por meio da serapilheira constitui importante mecanismo de transferência de nutrientes para o solo e que estes, também, estariam

**Quadro 4. Valores de pH, teores de C orgânico e de nutrientes lixiviados da serapilheira de diferentes coberturas florestais**

Atributo químico	Pau-roxo	Putumuju	Arapati	Arapaçu	Claraíba	Óleo-comumbá	Misto	Capoeira	Floresta natural
	mg kg <sup>-1</sup>								
pH	6,84	6,81	6,42	6,51	7,15	7,11	6,84	6,97	7,12
C	820	1.259	705	427	946	573	672	580	785
N	3.377	2.729	3.469	1.417	2.249	1.622	2.726	1.691	2.577
P	1,23	6,93	10,34	3,41	16,06	3,14	4,59	1,48	1,22
K	175	368	270	157	2.047	144	216	229	287
Ca	277	120	21	32	327	48	101	103	87
Mg	107	169	39	49	328	85	101	57	84

**Quadro 5. Teores de C, lignina (LIG) e celulose (CEL) e suas respectivas relações com N da serapilheira de diferentes coberturas florestais**

Cobertura	C	LIG	CEL	C/N	LIG/N	(LIG + CEL)/N
	g kg <sup>-1</sup>					
Pau-roxo	420 d	258 a	279 d	34,4 b	21,1 ab	44,0 cd
Putumuju	455 ab	222 a	310 cd	31,8 c	15,5 c	37,2 e
Arapati	480 a	216 a	425 a	35,3 b	15,9 c	47,1 bc
Arapaçu	450 b	278 a	321 cd	36,9 a	22,8 a	49,1 abc
Claraíba	430 cd	289 a	247 d	25,6 f	17,2 c	31,9 f
Óleo-comumbá	470 a	270 a	413 ab	37,9 a	21,8 a	55,1 a
Misto	450 b	254 a	333 bcd	30,0 d	16,9 bc	39,1 de
Capoeira	440 bc	250 a	371 abc	37,3 a	21,2 ab	52,6 ab
Floresta natural	455 ab	236 a	377 abc	27,9 e	14,5 c	37,6 e

As médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

**Quadro 6. Equações de regressão dos teores de P, K e Ca do solo (0-5 cm), considerando suas respectivas concentrações na serapilheira e os teores de nutrientes lixiviados da serapilheira de diferentes coberturas florestais**

Equação	R <sup>2</sup>
Nutriente no solo = f (nutriente na serapilheira)	
P = 0,763157 + 5,68601x	0,602**
K = 1,58644 + 29,9149x	0,862***
Ca = -0,120374 + 0,128844x	0,296°
Nutriente no solo = f (nutriente no lixiviado da serapilheira)	
P = 1,42874 + 0,124821x	0,894***
K = 31,0622 + 0,020149x	0,782***

°, \*\* e \*\*\* significativos a 10, 1 e 0,1% pelo teste F, respectivamente.

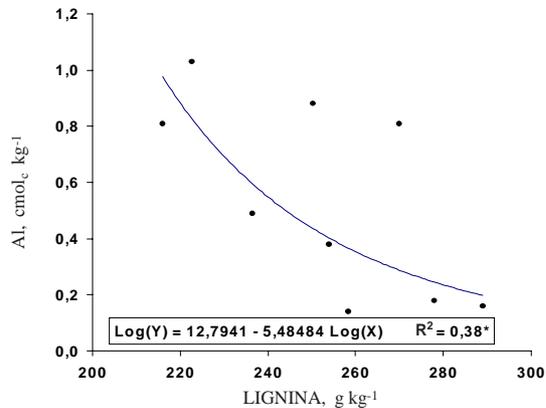
prontamente disponíveis para serem reabsorvidos pelas raízes presentes tanto na camada F da serapilheira quanto na superfície do solo. No quadro 4, verifica-se o alto potencial de lixiviação de nutrientes, especialmente do N total, da serapilheira das coberturas florestais estudadas.

Leite (1985), usando o mesmo método do presente estudo, encontrou correlação positiva entre o teor de K lixiviado da serapilheira e o do horizonte superficial de solo sob plantio de cacau. Neste agrossistema, nas condições de campo, Gama-Rodrigues & Miranda (1991) evidenciaram o potencial de transferência de K e Mg lixiviados da serapilheira para o solo.

O pH do lixiviado da serapilheira das coberturas florestais variou de 6,4 a 7,2 (Quadro 4). Assim, pode-se supor que a serapilheira exerça alguma influência

sobre o pH na face de contato com o solo. As regressões positivas do pH do solo com as concentrações de Ca no tecido ( $\hat{Y} = 4,6173 + 0,05687x$ ,  $R^2 = 0,28^\circ$ ) e no lixiviado ( $\hat{Y} = 5,2016 + 0,002855x$ ,  $R^2 = 0,31^\circ$ ) da serapilheira são indicadores dessa influência. Contudo, não é o Ca que altera o pH do solo, mas, sim, os ânions orgânicos presentes na serapilheira. Noble et al. (1996) obtiveram correlações positivas entre as concentrações de Ca e os teores de cinzas alcalinas (ânions orgânicos) em serapilheira foliar de 16 espécies florestais. Usando esses materiais, Noble et al. (1996) encontraram elevação do pH do solo após oito semanas de incubação. Segundo esses autores, os teores de Ca podem ser usados para avaliar o conteúdo de ânions orgânicos da serapilheira de espécies florestais e a sua função corretiva na acidez do solo. Os teores de Al da camada de 0-5 cm do solo correlacionaram-se inversamente com as concentrações de Ca no tecido ( $\hat{Y} = 1/[-2,9591 + 0,3692x]$ ,  $R^2 = 0,55^*$ ) e no lixiviado ( $\hat{Y} = 1/[1,1582 + 0,01593x]$ ,  $R^2 = 0,40^*$ ) da serapilheira. A diminuição dos teores de Al do solo não foi devida ao Ca, mas talvez aos ânions orgânicos, já que houve correlação negativa entre os teores de Al do solo e os de lignina da serapilheira (Figura 1). É provável que um dos mecanismos de neutralização da acidez do solo tenha provocado a formação de complexos organo-Al, oriundos da degradação da lignina. Noble et al. (1996) relataram que complexos organo-Al influíram na concentração de Al monomérico em solo tratado com serapilheira de *Liquidambar styraciflua*, *Quercus robur* e *Pinus radiata*. Essa hipótese precisa ser testada experimentalmente nos solos de tabuleiros.

Os resultados aqui apresentados ressaltam a importância da qualidade nutricional da serapilheira na acumulação e reciclagem de nutrientes de ecossistemas florestais em solos de baixa fertilidade. Práticas de manejo que afetem este componente, como a queima, para controle de plantas invasoras,



**Figura 1. Teor de Al do solo (0-5 cm) em função do teor de lignina da serapilheira de diferentes coberturas florestais.**

ou a retirada da serapilheira, como fonte de matéria orgânica para sistemas agrícolas de baixos insumos, podem causar efeitos deletérios na qualidade do sítio. Além disso, numa possível exploração comercial dos plantios, a serapilheira representaria uma substancial reserva de nutrientes para rotações futuras.

#### Atributos físicos do solo

Houve diferenças significativas entre as coberturas florestais para os índices de desagregação (Quadro 7). O plantio misto mostrou a maior proporção de agregados acima de 1 mm (índices de desagregação menores). Contudo, só diferiu significativamente da claraíba e da floresta natural. Não houve diferenças significativas entre as espécies dos plantios puros.

**Quadro 7. Índice de desagregação (Id; agregados menores que 1 mm) do solo coletado em duas profundidades sob diferentes coberturas florestais**

Cobertura	Profundidade (cm)	
	0-5	5-10
	— Id (100% > 1 mm) —	
Pau-roxo	1,97 bc <sup>(1)</sup>	2,23 bc
Putumuju	2,08 bc	2,11 bc
Arapati	1,89 bc	2,01 bc
Arapaçu	1,79 bc	2,30 bc
Claraíba	2,15 b	2,37 b
Óleo-comumbá	1,86 bc	2,11 bc
Misto	1,70 c	1,89 c
Capoeira	1,84 bc	1,89 c
Floresta natural	3,04 a	3,25 a

<sup>(1)</sup> Os valores seguidos pela mesma letra, em cada profundidade, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

Obteve-se, na camada de 0-5 cm, uma regressão hiperbólica negativa dos índices de desagregação (Id) em função dos teores de C orgânico do solo e da sua relação C/N (Quadro 8). Essas regressões mostram uma relação inversa entre a formação de agregados e a mineralização de C orgânico do solo indicada pela relação C/N. Analisando apenas os solos sob plantios puros, não se obteve correlação significativa entre os teores de C orgânico e os índices de desagregação do solo (Id), e, sim, com a serrapilheira acumulada (Quadro 8). Esses resultados se devem, em parte, ao fato de ter o solo sob a claraíba apresentado o maior teor de C orgânico, ao se considerarem os plantios puros (Quadro 9), mas a menor agregação do solo (Quadro 7) e a menor acumulação de serapilheira (Quadro 1). Espera-se que, quanto maior o teor de C orgânico do solo, maior a sua agregação. Todavia, essas correlações destacam a importância da acumulação de serapilheira na formação de agregados do solo. Em solos agrícolas, Black (1973) constatou aumentos lineares do tamanho de macroagregados em função da adição de resíduos vegetais. Por outro lado, o maior acúmulo de serapilheira protege o solo contra o impacto de gotas de água de chuva.

Houve regressão negativa e significativa dos índices de desagregação da camada de 0-5 cm com a relação C/N da serapilheira das espécies florestais ( $\hat{Y} = 2,9101 - 0,02833x$ ,  $R^2 = 0,82^{**}$ ), ocorrendo o mesmo com a relação lignina/N, quando foram incluídos os valores da serapilheira do plantio misto, da capoeira e da floresta natural ( $\hat{Y} = 0,5647 + 26,5837/x$ ,  $R^2 = 0,30^0$ ).

Essas regressões evidenciam a forte influência das espécies de baixas taxas de decomposição da serapilheira na estruturação do solo, revelando, assim, importante atributo ecofisiológico para distinguir o efeito das espécies florestais sobre o solo. Isso revela, de certa maneira, que menores taxas de decomposição permitiriam que todos os estágios do processo de formação de agregados se realizassem plenamente. A formação de agregados é afetada pela ação de microrganismos e raízes e pela presença de

**Quadro 8. Equações de regressão do índice de desagregação (Id) do solo (0-5 cm) considerando os teores de C orgânico do solo e a relação C/N do solo e da serapilheira (SER) acumulada (referente à dos plantios puros)**

Equação	R <sup>2</sup>
Id = 0,7332 + 37,6189/ (C)	0,58*
Id = -0,8468 + 56,2626/ (C/N)	0,54*
Id = 2,2531 - 0,02481 (SER)	0,97***

\*e \*\*\* significativos a 5 e 0,1% pelo teste F, respectivamente.

**Quadro 9. Valores de pH e teores de Al, C orgânico, N total, P e soma de bases (SB) em duas classes de agregados (menor e maior que 1 mm), em duas profundidades do solo sob diferentes coberturas florestais**

Cobertura	Profundidade/classe de agregado							
	0-5 (cm)		5-10 (cm)		0-5 (cm)		5-10 (cm)	
	> 1 mm	< 1 mm	> 1 mm	< 1 mm	> 1 mm	< 1 mm	> 1 mm	< 1 mm
	pH				Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			
Pau-roxo	6,4 ab <sup>(1)</sup>	5,9 a	5,5 abc	5,3 a	0,13 c	0,15 c	0,80 c	0,60 ab
Putumuju	5,6 cd	5,0 cd	5,1 bcd	4,6 c	1,40 a	0,65 abc	1,75 a	1,30 a
Arapati	5,4 d	4,9 d	5,2 bcd	4,8 bc	1,15 a	0,48 bc	1,25 b	1,00 ab
Arapaçu	6,5 a	5,6 ab	5,8 a	5,3 a	0,20 c	0,15 c	0,65 cd	0,58 ab
Claraíba	6,5 a	5,7 ab	6,0 a	5,4 a	0,18 c	0,15 c	0,60 cd	0,43 b
Óleo-comumbá	4,9 e	4,8 d	4,8 d	4,8 bc	0,68 b	0,95 ab	0,80 c	1,15 ab
Misto	6,0 abc	5,2 cd	5,6 ab	5,1 ab	0,13 c	0,63 abc	0,25 d	0,80 ab
Capoeira	5,5 d	4,9 d	5,0 cd	4,8 bc	0,60 b	1,15 a	0,85 c	1,35 a
Floresta natural	5,6 cd	5,4 bc	5,3 bc	5,2 ab	0,38 bc	0,60 abc	0,70 c	0,95 ab
Média <sup>(2)</sup>	5,8 A	5,3 B	5,4 A	5,0 B	0,54 A	0,54 A	0,85 A	0,91 A
	C (g kg <sup>-1</sup> )				N (g kg <sup>-1</sup> )			
Pau-roxo	42,6 ab	25,2 a	27,7 ab	18,7 ab	1,95 bc	1,43 a	1,55 bc	1,23 ab
Putumuju	33,3 b	18,7 ab	26,2 ab	17,0 ab	1,68 bc	1,03 bc	1,40 bcd	1,28 ab
Arapati	40,0 ab	21,4 a	28,2 ab	18,6 ab	1,98 bc	1,08 bc	1,43 bcd	1,13 abc
Arapaçu	37,9 ab	19,4 ab	27,9 ab	14,6 b	2,00 bc	1,03 bc	1,68 b	0,88 cd
Claraíba	53,4 a	22,3 a	40,3 a	21,1 a	2,75 a	1,20 ab	2,05 a	1,05 abc
Óleo-comumbá	38,3 ab	22,6 a	26,6 ab	18,6 ab	1,78 bc	1,00 bc	1,28 cd	0,98 bc
Misto	56,0 a	23,1 a	39,1 a	17,7 ab	2,23 b	1,18 ab	1,63 b	1,30 a
Capoeira	29,8 b	21,4 a	20,3 b	15,2 b	1,78 bc	1,03 bc	1,38 bcd	0,98 bc
Floresta natural	24,7 b	13,6 b	13,9 b	9,7 c	1,50 c	0,83 c	1,13 d	0,60 d
Média <sup>(2)</sup>	39,5 A	20,9 B	27,8 A	16,8 B	1,96 A	1,09 B	1,50 A	1,04 B
	P (g kg <sup>-1</sup> )				SB (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )			
Pau-roxo	1,6 def	1,4 e	1,1 c	1,1 de	5,46 a	3,89 a	2,35 cd	1,61 abc
Putumuju	2,7 b	2,6 bc	1,7 b	1,5 bcd	2,61 b	1,29 e	1,04 e	0,57 d
Arapati	2,6 bc	2,4 bc	1,8 b	1,6 bc	2,59 b	1,35 de	1,77 de	1,17 bcd
Arapaçu	2,0 cd	2,1 cd	1,6 b	1,3 cde	5,90 a	3,60 ab	3,36 ab	2,03 a
Claraíba	3,3 a	3,4 a	2,6 a	1,8 ab	6,00 a	2,96 abc	4,08 a	2,14 a
Óleo-comumbá	1,9 de	1,8 de	1,5 b	1,5 bcd	1,78 b	1,13 e	1,02 e	0,77 d
Misto	1,4 ef	2,8 b	1,1 c	2,2 a	5,11 a	2,79 bc	3,00 bc	1,80 ab
Capoeira	1,3 f	1,2 e	0,7 c	0,9 e	2,86 b	1,26 e	1,56 de	0,99 cd
Floresta natural	1,0 f	2,2 bcd	0,9 c	1,6 bcd	2,85 b	2,26 cd	1,72 de	1,52 abc
Média <sup>(2)</sup>	2,0 A	2,2 A	1,5 A	1,5 A	3,91 A	2,28 B	2,21 A	1,40 B

<sup>(1)</sup> As médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%. Compara os valores das características do solo entre coberturas florestais. <sup>(2)</sup> As médias seguidas de letras iguais, maiúscula para uma mesma profundidade, não diferem entre si pelo teste F a 5%. Compara os valores das características do solo entre classes de agregados.

polissacarídeos e compostos húmicos aromáticos, que combinam partículas primárias para formar microagregados, os quais, por sua vez, tornam-se unidades estruturais, para formar macroagregados (Tisdall & Oades, 1982; Gupta & Germida, 1988; Tisdall et al., 1997).

Dentre esses fatores, destacam-se os microrganismos, por sintetizarem várias substâncias (gorduras e ceras, por exemplo), que atuam como agentes cimentantes, bem como os micélios de fungos, que mantêm unidas as partículas do solo.

Nas coberturas florestais, onde se acumularam elevadas quantidades de serapilheira (Quadro 1), observou-se maior presença de raízes na superfície do solo e na camada F da serapilheira, sendo a estrutura do solo na camada de 0-5 cm granular fraca a moderadamente desenvolvida. É provável, portanto, que, nessas coberturas florestais, haja maior produção de substâncias orgânicas, derivadas de exsudados de raízes e da atividade microbiana, as quais favoreceriam a formação de agregados.

Essa hipótese, no entanto, seria válida apenas para a camada de 0-5 cm, uma vez que foi encontrada menor agregação do solo na camada de 5-10 cm, especialmente nos plantios puros (Quadro 7). Isso indica que a acumulação de serapilheira teria também uma influência indireta sobre a agregação da camada superficial do solo (0-5 cm), possivelmente por evitar, ou reduzir, a ação direta da chuva na desestruturação do solo, principalmente dos macroagregados, que são menos estáveis que os microagregados quando umedecidos (Tisdall & Oades, 1982). Nos plantios puros, este seria o caso do arapaçu, no qual o solo apresentou o menor índice de desagregação na camada de 0-5 cm (Quadro 7) e a maior fitomassa de serapilheira (Quadro 1); por sua vez, o inverso ocorreu na claraíba. Todavia, na camada de 5-10 cm, os solos da claraíba e do arapaçu apresentaram valores de agregação semelhantes, com Id de 2,37 e 2,30, respectivamente.

### Atributos químicos do solo

Os agregados maiores que 1 mm apresentaram níveis significativamente superiores de pH, C orgânico, N total e soma de bases (Quadro 9), sugerindo, de maneira geral, que a quantidade e a qualidade da serapilheira tenham afetado tanto esses atributos químicos quanto a agregação do solo dos ecossistemas florestais (Quadros 7). O C orgânico foi o elemento que mais variou entre as duas classes de agregados, seguido do N total e da soma de bases. Os decréscimos dos níveis de fertilidade do solo no perfil foram mais acentuados na maior classe de agregados.

O nível de fertilidade do solo sob as coberturas florestais foi baixo (Quadro 9). Considerando o solo da floresta natural como referência, as maiores diferenças de fertilidade entre os ecossistemas florestais ocorreram na maior classe de agregados da camada de 0-5 cm, à exceção dos teores de C orgânico e de N total (Quadro 9). A floresta natural, com menor teor médio de argila (130 g kg<sup>-1</sup>), mostrou os menores valores deste elemento no perfil do solo, diferenciando-se significativamente das outras coberturas florestais, principalmente na menor classe de agregados da camada de 5-10 cm. A mesma tendência foi observada para os teores de N total, mas em menor magnitude. Todavia, quando se compararam as diferentes coberturas florestais na acumulação de C orgânico no solo, não se pôde distinguir a influência da textura, pois os solos estavam recebendo serapilheira em quantidade e com qualidade diferentes (Quadros 1 e 5). Isto explicaria, em parte, porque o solo sob plantio misto apresentou teores de C orgânico superiores e, ou, similares aos dos solos sob plantios puros (Quadro 9), apesar de o solo daquele ecossistema conter menores teores de argila (250 g kg<sup>-1</sup>) do que os plantios puros (299 g kg<sup>-1</sup>, valor médio).

De maneira geral, em solos com similar composição granulométrica, uma serapilheira mais

facilmente decomponível resultará em menor acúmulo de carbono que outro com substâncias mais resistentes à decomposição. No solo da camada de 0-5 cm, não foram detectadas correlações significativas a 10%, entre os teores de C orgânico do solo e os teores de lignina e celulose da serapilheira. Por outro lado, a melhor correlação talvez seja com o teor de lignina do solo, pois a decomposição da serapilheira de ecossistemas florestais resulta num aparente aumento do conteúdo de lignina do solo, dada a preferencial decomposição de carboidratos (Tan, 1994).

O processo de acumulação de C orgânico no solo de ecossistemas florestais dos tabuleiros costeiros do sudeste da Bahia requer estudos futuros mais detalhados. Todavia, as diferenças nos teores de C orgânico do solo entre as coberturas florestais (Quadro 9), principalmente nos plantios puros, decorrem do fato de que, no processo de decomposição da serapilheira acumulada, não haveria, de acordo com a espécie florestal, a imediata degradação de compostos orgânicos para CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, mas, sim, que materiais mais resistentes à degradação também seriam formados nas diversas etapas da decomposição, sendo convertidos em húmus ou material húmico pelo processo de humificação, proporcionando, desse modo, a acumulação de C no solo.

Normalmente, o C orgânico contido nos macroagregados está menos protegido da ação microbiana (Gupta & Germida, 1988). Assim, esperar-se-iam altas taxas de mineralização de C e N nos ecossistemas estudados, apesar de os maiores teores desses elementos terem sido encontrados na maior classe de agregados (Quadro 9). Em solos sob pastagem e floresta nativa, a maior quantidade de matéria orgânica estaria associada aos macroagregados, sendo esta menos humificada do que a matéria orgânica contida nos microagregados, constituindo-se, portanto, de uma matéria orgânica mais lábil (Tisdall & Oades, 1982; Elliott, 1986). Em conseqüência, a mineralização de C, N, P e S seria maior nos macroagregados (Elliott, 1986; Gupta & Germida, 1988). Entretanto, Mendonça (1988) reportou maior teor de matéria orgânica nos microagregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta natural da região amazônica; por sua vez, a matéria orgânica contida nos macroagregados foi menos resistente à oxidação com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. No entanto, situação inversa foi encontrada em plantios de seringueira (Mendonça, 1988).

Dessa maneira, a mineralização de C do solo estaria dependente da proporção de macroagregados e da quantidade e da qualidade da matéria orgânica neles contidas. Assim, os valores da relação C/N do solo sob as diferentes coberturas florestais das duas classes de agregados, na camada de 0-10 cm (Quadro 10), revelaram que, nos ecossistemas da capoeira e da floresta natural, haveria alta taxa de mineralização de C e N, ao contrário do plantio misto.

Considerando que em solos com relação C/N menor que 25 haveria predominância da mineralização de nutrientes (Smith et al., 1993), o plantio misto apresentaria, então, a maior capacidade de conservação de nutrientes do solo, na forma orgânica, seguido dos plantios puros, em comparação com os ecossistemas da capoeira e da floresta natural (Quadro 10), pois altas taxas de mineralização de C e N podem resultar em perdas desses elementos do sistema solo-planta.

Como a relação C/N da matéria orgânica do solo da maior classe de agregados do plantio misto foi próxima de 25 (Quadro 10), os processos de mineralização e imobilização apresentam aparentemente a mesma magnitude (Smith et al., 1993), o que poderia levar a uma mineralização de N lenta e contínua, que atenderia às diferentes demandas nutricionais das espécies que compõem esse ecossistema. Desse modo, o plantio misto, por ter proporcionado melhor estruturação, maior quantidade de C orgânico e, supostamente, contínua mineralização de N do solo (Quadros 7, 9 e 10), seria o ecossistema de maior eficiência da ciclagem de nutrientes. É provável que, no plantio misto, ocorra maior equilíbrio das diferentes frações funcionais que compõem o C orgânico do solo. As frações mais ativas são responsáveis pelo processo de liberação de nutrientes, enquanto as frações menos ativas e inertes são mais responsáveis pelo desenvolvimento e pela manutenção da estrutura do solo (Sanchez, 1995).

A mineralização de C e N na maior classe de agregados de capoeira, putumuju, arapati e óleo-comumbá talvez seja mais baixa que a indicada pela relação C/N (Quadro 10), considerando os altos teores de Al presentes nesses ecossistemas (Quadro 9). Como a mineralização do C e N nos

macroagregados está positivamente associada à biomassa microbiana neles contida (Gupta & Germida, 1988), admite-se, então, que o maior teor de Al encontrado na menor classe de agregados (Quadro 9) reduza o efeito da toxidez do elemento na biomassa microbiana, principalmente no plantio misto e na floresta natural. Mendonça (1988) reportou que os teores de Al foram maiores nos microagregados de solo sob floresta natural, estando tal elemento fortemente complexado com a matéria orgânica contida nesses agregados.

O nível de fertilidade do solo sob a floresta natural, de maneira geral, foi inferior ao das outras coberturas florestais, especialmente em relação ao plantio misto e aos plantios puros de claraíba, arapaçu e pau-roxo (Quadro 9). Os maiores valores de pH e soma de bases (S) foram observados no solo sob essas coberturas florestais. Contudo, os valores de S do solo sob os plantios de putumuju e óleo-comumbá foram inferiores aos da floresta natural. Os plantios puros, à exceção do pau-roxo, diferenciaram-se significativamente da floresta natural em relação aos teores de P, na maior classe de agregados, nas duas camadas do solo estudada. O nível de fertilidade do solo sob a capoeira foi similar ao da floresta natural.

Dentre os plantios puros, destacam-se os da claraíba, em que o nível de fertilidade do solo foi maior, o do pau-roxo e do arapaçu (Quadro 9). O nível de fertilidade do solo sob plantio misto representou uma situação intermediária em relação ao sistema de plantios puros, e apenas a claraíba mostrou teores de P significativamente maiores na maior classe de agregados das duas camadas do solo estudada.

Na ESPAB, a atividade agropecuária anterior à formação do arboreto foi de subsistência, com uso regular de fogo, sem pousio, e por um período

**Quadro 10. Relação C/N de duas classes de agregados (menor e maior que 1 mm) de solo sob diferentes coberturas florestais**

Cobertura	Profundidade/classe de agregado					
	0-5 (cm)		5-10 (cm)		0-10 (cm)	
	> 1 mm	< 1 mm	> 1 mm	< 1 mm	> 1 mm	< 1 mm
	Relação C/N					
Pau-roxo	21,8 ab <sup>(1)</sup>	17,6 bc	17,9 ab	15,2 ab	19,9 ab	16,4 b
Putumuju	19,8 ab	18,2 bc	18,7 ab	13,3 b	19,3 ab	15,8 b
Arapati	20,2 ab	19,8 abc	19,7 ab	16,5 ab	20,0 ab	18,2 ab
Arapaçu	19,0 ab	18,8 abc	16,6 ab	16,6 ab	17,8 ab	17,7 ab
Claraíba	19,4 ab	18,6 abc	19,7 ab	20,1 a	19,6 ab	19,4 ab
Óleo-comumbá	21,5 ab	22,6 a	20,8 ab	19,0 ab	21,2 ab	20,8 a
Misto	25,1 a	19,6 abc	24,0 a	13,6 ab	24,6 a	16,6 b
Capoeira	16,7 b	20,8 ab	14,7 ab	15,5 ab	15,7 b	18,2 ab
Floresta natural	16,5 b	16,4 c	12,3 b	16,2 ab	14,4 b	16,3 b

<sup>(1)</sup> As médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan a 5%.

superior a cinco anos. Isso provavelmente teria causado acentuada redução da fertilidade do solo. Nesse sentido, os teores de matéria orgânica e de nutrientes apresentados no quadro 9 são indicadores da capacidade das coberturas florestais para proporcionarem níveis diferenciados da fertilidade do solo, principalmente entre os sistemas de plantio puro e misto. Os efeitos das árvores na fertilidade do solo variam segundo as espécies e condições ambientais (Young, 1989).

De modo geral, as alterações edáficas proporcionadas pelos plantios de árvores são mediadas pelas diferentes taxas de decomposição e qualidade nutricional da serapilheira e das raízes (Nair, 1993). O fato de a capoeira ter apresentado nível de fertilidade do solo similar ao da floresta natural pode ser decorrente do uso anterior do solo ou da imobilização na fitomassa da parte dos nutrientes daquele ecossistema. Entretanto, em outros sítios dos tabuleiros costeiros do sudeste da Bahia, as capoeiras adjacentes à floresta natural, sem a ocorrência de atividade agropecuária anterior, proporcionaram níveis de fertilidade superiores aos da floresta natural (Silva, 1990; Montagnini et al., 1994b).

## CONCLUSÕES

1. A fitomassa e a qualidade nutricional da serapilheira revelaram a capacidade diferenciada das coberturas florestais para absorver e reciclar nutrientes. Quanto a esses aspectos, o plantio misto representou situação intermediária em relação ao sistema de plantios puros e formações naturais.

2. A qualidade nutricional e a orgânica regularam a taxa de decomposição da serapilheira dessas coberturas florestais. Em consequência, a fertilidade e a estruturação do solo superficial foram afetadas por esses fatores.

3. O fluxo de água pela serapilheira foi também importante meio de transferência de nutrientes para o solo.

4. As espécies claraíba, arapaçu e pau-roxo revelaram-se promissoras em melhorar a fertilidade do solo.

5. O plantio misto mostrou ser o sistema florestal mais adequado, por proporcionar, simultaneamente, melhor estruturação, maior quantidade de C orgânico, maiores níveis de nutrientes do solo e, conseqüentemente, maior eficiência da ciclagem de nutrientes.

## LITERATURA CITADA

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. & GALLO, J.R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78)

BINKLEY, D.; DUNKIN, K.A.; DeBELL, D. & RYAN, M.G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of *Eucalyptus* and *Albizia* in Hawaii. For. Sci., 38:393-408, 1992.

BLACK, A.L. Soil property changes associated with crop residue management in a wheat-fallow rotation. Soil Sci. Soc. Am. J., 37:943-946, 1973.

BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. R. Ceres, 21:73-85, 1974.

ELLIOTT, E.T. Aggregate structure and C, N, and P in native and cultivated soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 50:627-633, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. não paginado.

GAMA-RODRIGUES, A.C. & MIRANDA, R.A.C. Efeito da chuva na liberação de nutrientes do folheto num agrossistema de cacau do Sul da Bahia. Pesq. Agropec. Bras., 26:1345-1350, 1991.

GOSZ, J.R. Biological factors influencing nutrient supply in forest soils. p.119-145. In: BOWEN, G.D. & NAMBIAR, E.K.S., eds. Nutrition of plantation forests. London, Academic Press, 1984. 516p.

GUPTA, V.V.S.R. & GERMIDA, J.J. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. Soil Biol. Biochem., 20:777-786, 1988.

HEAL, W.; ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. pp.3-30. In: CADISCH, G. & GILLER, K.E., eds. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Wallingford, CAB International, 1997. 409p.

KÖGEN-KNABNER, I. Biodegradation and humification processes in forest soils. In: BOLLAG, J.M. & STOTZKY, G., eds. Soil biochemistry. New York, Marcel Dekker, 1993. 300p.

LEÃO, A.C. & MELO, A.A.O. Características morfológicas, físico-químicas e mineralógicas dos solos da Estação Ecológica do Pau-Brasil, Porto Seguro, Bahia. Agrotrópica, 2:105-112, 1990.

LEITE, J.O. Relação entre o fósforo, o potássio e o cálcio contidos em quatro componentes do ecossistema de cacau na Bahia. R. Bras. Ci. Solo, 9:95-101, 1985.

LUGO, A.E.; CUEVAS, E. & SANCHEZ, M.J. Nutrients and mass in litter and soil of ten tropical tree plantations. Plant Soil, 125:263-280, 1990.

MELILLO, J.M.; ABER, J.D. & MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology, 63:621-626, 1982.

MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica e características de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob Mata natural, Seringueira e Pastagem. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. 78p. (Tese de Mestrado)

- MONTAGNINI, F.; FANZERES, A. & VINHA, S.G. Studies on restoration ecology in the Atlantic forest region of Bahia, Brasil. *Interciencia*, 19:323-330, 1994a.
- MONTAGNINI, F.; GONZÁLEZ E.; PORRAS, C.; RHEINGANS R. & SANCHO, F. Mixed-tree plantations in the humid tropics: Growth, litterfall and economics of experimental systems in Latin America. In: IUFRO International Symposium on Growth and Yield of Tropical Forests. Tokyo, 1994. Proceedings. Tokyo: University of Agriculture and Technology, 1994b. p.125-135.
- MONTAGNINI, F. & SANCHO, F. Nutrient budgets of young plantations with native trees: strategies for sustained management. In: BENTLEY, W. & GOWEN, M., eds. Forest resources and wood-based biomass energy as rural development assets, New Delhi, Winrock International and Oxford IBH Publishing Co. 1994. p.213-233.
- MORI, S.A. & SILVA, L.A.M. O herbário do Centro de Pesquisas do Cacau em Itabuna, Brasil. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, 1980. 8p.(Boletim Técnico, 78)
- NAIR, P.K.R. An introduction to agroforestry. Wageningen, Kluwer Academic Publishers, ICRAF, 1993. 499p.
- NOBLE, A.D.; ZENNECK, I. & RANDALL, P.J. Leaf litter ash alkalinity and neutralisation of soil acidity. *Plant Soil*, 179:293-302, 1996.
- SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; DAVEY, C.B.; SZOTT, L.T. & RUSSELL, C.E. Tree crops as soil improvers in the humid tropics? In: CANNELL, M. & JACKSON, J.E., eds. Attributes of tree as crop plants. Huntington, Institute of Terrestrial Ecology, 1985. p.327-358.
- SANCHEZ, P.A. Science in agroforestry. *Agrof. Syst.*, 30:5-55, 1995.
- SILVA, L.F. Interação solo-vegetação em floresta primária e capoeira do ecossistema de tabuleiro do sudeste da Bahia. *Agrotrópica*, 2:96-104, 1990.
- SILVA, L.F. Solos tropicais: aspectos pedológicos, ecológicos e de manejo. São Paulo, Terra Brasilis, 1995. 137p.
- SINGH, J.S. & GUPTA, S.R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. *Bot. Rev.*, 43:449-528, 1977.
- SMITH, J.L.; PAPENDICK, R.I.; BEZDICEK, D.F. & LYNCH, J.M. Soil organic matter dynamics and crop residue management. In: METTING Jr., F.B., ed. Soil microbial ecology applications in agricultural and environmental management. New York, Marcel Dekker, 1993. p.65-94.
- TAN, K.H. Environmental soil science. New York, Marcel Dekker, 1994. 304p.
- TAYLOR, B.R.; PARKINSON, D. & PARSONS, W.F.J. Nitrogen and lignin content as predictors of litter decay rates: a microcosm test. *Ecology*, 70:97-104, 1989.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 50p. (Boletim Técnico, 5)
- TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water stable aggregates in soil. *J. Soil Sci.*, 33:141-163, 1982.
- TISDALL, J.M.; SMITH, S.E. & RENGASAMY, P. Aggregation of soil by fungal hyphae. *Aust. J. Soil Res.*, 35:55-60, 1997.
- van SOEST, P. & WINE, R.H. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Assoc. Offic. Agr. Chem.*, 51:780-785, 1968.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 124p.
- VINHA, S.G. & LOBÃO, D.E.V.P. Estação ecológica do Pau-Brasil, Porto Seguro, Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC, 1989. 40p.
- WORMALD, T.J. Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. 152p. (FAO Forestry Papers, 103, FAO Technical Papers)
- YOUNG, A. Agroforestry for soil conservation. Oxford, CAB International/ICRAF, 1989. 276p.