

**BALANÇO DE NUTRIENTES EM
CAPOEIRAS, AGROECOSSISTEMAS E
PASTAGENS NO NORDESTE DO PARÁ**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Geral
Jorge Alberto Gazel Yared - Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha - Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene - Chefe Adjunto de Administração

**BALANÇO DE NUTRIENTES EM
CAPOEIRAS, AGROECOSSISTEMAS E
PASTAGEM NO NORDESTE DO PARÁ**

Leopoldo Brito Teixeira
Raimundo Freire de Oliveira



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (91) 276-6653, 276-6333

Fax: (91) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Antonio Pedro da S. Souza Filho

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Antonio Agostinho Müller – Embrapa Amazônia Oriental

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho – Embrapa Amazônia Oriental

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Rosa Maria Melo Dutra

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Maria de Lourdes Reis Duarte (texto em Inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R.F. de. **Balanco de nutrientes em capoeiras, agroecossistemas e pastagem no nordeste do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 24p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 10).

ISSN 1517-2228

1. Solo – Disponibilidade de nutriente – Brasil – Pará – Nordeste.
2. Fertilidade do solo. 3. Ecologia vegetal. 3. Consorciação de cultivo.
5. Capoeira. 6. Castanha-do-brasil. 7. Cacau. 8. Seringueira. 9. Capim-
-quicuío. I. Oliveira, R.F. de, colab. II. Embrapa. Centro de Pesquisa Agro-
florestal da Amazônia Oriental. III. Título. IV. Série.

CDD: 631.422098115

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO..... | 7 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 11 |
| CONCLUSÕES | 21 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 22 |

BALANÇO DE NUTRIENTES EM CAPOEIRAS, AGROECOSSISTEMAS E PASTAGEM NO NORDESTE DO PARÁ

Leopoldo Brito Teixeira¹
Raimundo Freire de Oliveira²

RESUMO: A região nordeste do Estado do Pará detém como vegetação predominante, capoeiras em vários estádios de desenvolvimento e com estoques de fitomassa e de nutrientes variando em face do manejo dos sistemas agrícolas de derruba-e-queima e do desgaste do solo. Grande parte das áreas cultivadas é de culturas temporárias e pastagens, sendo o restante com culturas perenes. O trabalho foi realizado sobre um platô de Latossolo Amarelo distrófico, predominante na região, onde são encontradas limitações de fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiência de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio e pH baixo. Foram utilizadas duas áreas com agroecossistemas, sendo uma de consórcio de castanheira-do-brasil com cacauero e a outra de consórcio de seringueira com cacauero, ambos com 20 anos de idade; duas áreas de capoeira, sendo uma de capoeira grossa e outra de capoeira rala, todas com catorze anos de pousio e mais uma área com pastagem de *Brachiaria humidicola*, com dez anos de idade. Foram registradas reservas de material orgânico de 297.891 kg/ha no agroecossistema de castanheira-do-brasil com cacauero, de 275.865 kg/ha no agroecossistema de seringueira com cacauero, de 178.005 kg/ha no ecossistema de capoeira grossa, de 187.328 kg/ha no ecossistema de capoeira rala e de 126.942 kg/ha na pastagem de *Brachiaria humidicola*. Na fitomassa viva (folhas, caule, galhos e raízes) dos sistemas, as quantidades dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg foram de 3.158 kg/ha no sistema castanheira-do-brasil com cacauero, 7.617 kg/ha no sistema seringueira com cacauero, 1.000 kg/ha no sistema capoeira grossa, 903 kg/ha no sistema capoeira rala e 264 kg/ha no sistema de pastagem de *B. humidicola*. Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, concluiu-se que a implantação de agroecossistemas em Latossolo Amarelo da região nordeste do Pará não altera drasticamente as características químicas do solo; que as maiores reservas de nitrogênio nos agroecossistemas e capoeiras estão no solo; que na fitomassa viva dos agroecossistemas em consórcio e capoeiras estão as maiores reservas de fósforo e de potássio e que no solo da área de pastagem estão as maiores reservas de todos os nutrientes.

Termos para indexação: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, fitomassa, liteira, raiz, solo, Amazônia.

¹Eng.-Agr., Doutor, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

²Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

NUTRIENTS BALANCE IN CAPOEIRAS, AGROECOSYSTEMS AND PASTURE ON THE NORTHEAST OF PARÁ

ABSTRAT: The northeast region of Pará state has as predominante vegetation capoeiras of several sizes with fitomass stocks and nutrients varying upon the agricultural managment of slash and burn system and soil wearing. Great portion of the cultivated areas is with cash crops and pasture, and the remaining with perennial crops. This work was realized on a plateau of dystrophic oxysol, predominante on the region, facing low fertility, high acidity, low cation exchange capacity, deficiency of phosphorus, nitrogen, calcium and magnesium, and low pH. Were utilized two areas with agroecosystems being one of Brazil nut x cocoa consortium, both 20 years old; two areas of capoeira, being one dense and the other not dense, both 14 years in fallow and one more area with pasture of "Brachiaria humidicola" 10 years old. Were registered stocks of organic material of 297.891 kg/ha on the agroecosystem of Brazil nut x cocoa; 275.865 kg/ha on the agroecosystem of rubber tree x cocoa; 178.005 kg/ha on the agroecosystem of dense capoeira; 187.328 kg/ha on the agroecosystem of not dense capoeira and 126.942 kg/ha on the "Brachiaria humidicola" pasture. On the alive fitomass (leaves, stem, branches and roots) of the systems, the nutrients amount of N, P, K, Ca and Mg were 3.158 kg/ha on the system Brazil nut x cocoa; 7.617 kg/ha on the system rubber tree x cocoa; 1.000 kg/ha on the system dense capoeira; 903 kg/ha on the system not dense capoeira and 264 kg/ha on the system of B. humidicola pasture. Based on the results of this research, the conclusions are that the implantation of agroecosystems on the oxysols of the northeast region of Pará, do not change drastically the chemical characteristics of the soil; that the higher stocks of nitrogen on the agroecosystems and capoeiras are in the soil; that the alive fitomass of the agroecosystem in consortium and capoeiras hold the higher stocks of phosphorus and potassium; and that in the area of pasture is the higher stocks of all the nutrients.

Indexs terms: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, fitomass, litter, root, soil, Amazônia.

INTRODUÇÃO

A região nordeste do Estado do Pará detém como vegetação predominante, capoeiras em vários estádios de desenvolvimento e com estoques de fitomassa e de nutrientes variando em face do manejo dos sistemas agrícolas de derruba-e-queima e do desgaste do solo. Grande parte das áreas cultivadas é de culturas temporárias e pastagens, sendo apenas uma pequena parte com culturas perenes.

As capoeiras apresentam vegetação bastante heterogênea, em face dos diversos tipos de uso com plantios sucessivos de milho, feijão e mandioca, variando de capoeirões, que se assemelham à floresta primária, a macegas, que representam estádio de menor estoque de fitomassa e de baixa diversidade de espécies. As áreas de capoeiras são também usadas para culturas perenes, sendo o preparo de derruba-queima, semelhante ao utilizado na agricultura tradicional.

Este trabalho foi realizado sobre um platô de Latossolo Amarelo distrófico, predominante na região, onde são encontradas limitações de fertilidade, acidez elevada, baixa capacidade de troca de cátions, deficiência de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio e pH baixo. Jordan (1985) cita que devido à lixiviação e intensidade de intemperização, a disponibilidade de nutrientes nos solos do trópico úmido é geralmente baixa, e que esse problema é praticamente crítico nas regiões central e oriental da bacia amazônica e está associado à história geológica da região.

Nos ecossistemas naturais, o depósito de nutrientes é realizado em três compartimentos: no solo, quase sempre com baixas quantidades de nutrientes totais; na biomassa e na liteira, que é composta de detritos diversos (Teixeira, 1987). A folhagem e os detritos, ao se acumularem sobre o solo, sofrem o processo de mineralização, que corresponde à degradação da matéria orgânica, e os compostos resultantes são assimilados pelas plantas ou contribuem para aumentar o nível de fertilidade da superfície do solo (Toledo & Serrão, 1982).

Em capoeira com dez anos de pousio, Nunez (1995) constatou reservas totais de 5.327 kg/ha de nitrogênio, 45 kg/ha de fósforo, 300 kg/ha de potássio, 1.594 kg/ha de cálcio e 477 kg/ha de magnésio. O autor observou, também, que no solo estavam as maiores reservas de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, e na fitomassa aérea estava a maior reserva de potássio.

O presente trabalho objetivou determinar a distribuição dos nutrientes nos diversos compartimentos de agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero em consórcio, em ecossistema de capoeiras grossa e rala e em pastagem de *Brachiaria humidicola*, no nordeste paraense.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Campo Experimental de Capitão Poço, da Embrapa Amazônia Oriental, situado no Km 40 da rodovia PA - 253, nas coordenadas de 1° 46' de latitude sul e de 47° 4' de longitude oeste de Greenwich.

Foram utilizadas duas áreas com agroecossistemas, sendo uma de consórcio de seringueira com cacauero (SC) e a outra de consórcio de castanheira-do-brasil com cacauero (CC), ambos com 20 anos de idade; duas áreas de capoeira, sendo uma de capoeira grossa (CG) e outra de capoeira rala (CR), todas com catorze anos de pousio e mais uma área com pastagem de *Brachiaria humidicola* (P), com dez anos de idade.

As áreas estão situadas em um platô de Latossolo Amarelo distrófico, que é predominante na região. O teor de argila variou de 200 a 340 g kg⁻¹, o que caracteriza o solo das áreas de todos os ambientes como sendo de textura média.

O clima é tropical chuvoso do tipo Ami, segundo a classificação de Köppen, com a região de Capitão Poço sendo caracterizada por apresentar temperatura média anual de 26 °C e precipitação média anual de 2.700 mm, enquanto a média da umidade relativa do ar é de 83%.

As fitomassas das capoeiras e dos sistemas agro-florestais foram determinadas no período de novembro de 1996 a agosto de 1997. No consórcio de seringueira com cacauero foram consideradas 140 plantas de seringueira e 960 de cacauero por hectare e no consórcio de castanheira-do-brasil com cacauero foram consideradas 56 plantas de castanheira-do-brasil e 1.280 de cacauero por hectare. Em cada consórcio foram formados três grupos de plantas de cada espécie, de acordo com as circunferências à altura do peito. Foram selecionadas cinco plantas de cada espécie, sendo uma planta na classe de diâmetros superiores, três plantas na classe de diâmetros intermediários e uma planta na classe de diâmetros inferiores. De cada árvore foram pesados todos os ramos, folhas, caule, e raízes pivotantes e grossas, até 1m de profundidade.

As fitomassas das capoeiras grossa e rala foram determinadas em três parcelas de 25m², em cada área de capoeira, localizadas em "transectos" de 100m de comprimento, distantes 20m uma das outras. De cada parcela foram também pesados todos os ramos, folhas e caules.

Na pastagem, a fitomassa foi determinada através de coletas bimestrais, da parte aérea do capim, cortado a cinco cm do solo, no período de agosto de 1996 a setembro de 1997, usando-se um quadro de madeira, com um metro quadrado de área interna, em um "transecto" de 200m de comprimento com direção escolhida ao acaso e retirando-se 20 amostras, distantes 20m uma da outra.

As raízes finas foram coletadas usando-se um traço tubular de 8 cm de diâmetro, nas camadas de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm. As coletas foram feitas em dois pontos, distanciados de 0,50 m e de 1,00 m do tronco das plantas de seringueira e cacauero e de 2,00 e de 4,00 m das de castanheiras. Nas áreas de capoeiras grossa e rala, as coletas

em 20 pontos de cada área foram feitas nas mesmas parcelas da coleta de fitomassa, e na pastagem, as coletas foram feitas em "transecto" de 200 m de comprimento com direção escolhida ao acaso, retirando-se 20 amostras, a cada profundidade.

Para a determinação das fitomassas, em peso seco, foram retiradas amostras, representativas de todo o material coletado nas cinco áreas estudadas. O material foi pesado e colocado em estufa para secagem a 65 °C. A partir do peso seco dessas amostras foram calculadas as fitomassas de folhas, ramos, caule e raízes.

O material orgânico da liteira foi determinado através da coleta bimestral de 20 amostras, no período de janeiro de 1996 a dezembro de 1997, utilizando-se um quadro de madeira, com 484 cm² de área interna. O material foi secado em estufa a 65 °C, pesado e determinada a quantidade de matéria seca por hectare.

A matéria orgânica do solo foi determinada através da análise de carbono orgânico, em uma amostra composta formada pela mistura das 20 amostras simples, coletadas em diferentes pontos das parcelas experimentais, às profundidades de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm. A reserva orgânica do solo por hectare foi determinada em função da massa específica e da densidade aparente do solo.

As análises dos tecidos vegetais e solos foram feitas no Laboratório de Solos e Plantas da Embrapa Amazônia Oriental. A descrição detalhada dos métodos utilizados nas análises está contida no Manual de Métodos de Análises de Solos (Embrapa... 1979). As análises de solos foram realizadas em amostra composta, formada de 20 amostras simples, coletadas em diferentes pontos das parcelas experimentais, às profundidade de 0-20cm; 20-40cm e 40-60cm, nos anos de 1995 e 1996. As reservas de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) por hectare foram determinadas em função da massa específica e da densidade aparente do solo. As análises de tecidos vegetais foram realizadas em amostras de folhas, caule, galhos, raízes e liteira, coletadas por ocasião da avaliação da fitomassa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos da região amazônica, em grande parte, são pobres em nutrientes como decorrência do material originário e do alto grau de intemperismo que apresentam. As principais limitações de fertilidade são acidez elevada, deficiência de P, baixa capacidade de troca de cátions e deficiência de N, K, Ca e Mg.

As concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e pH, no solo, nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, em agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero em consórcio, com 20 anos de idade, ecossistemas de capoeiras grossa e rala, com catorze anos de pousio, e agroecossistema de pastagem de *Brachiaria humidicola*, com dez anos de idade, no nordeste do Estado do Pará, são mostradas na Tabela 1.

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O nitrogênio apresenta-se com teores baixos (inferior a 0,80 g/kg) nas áreas de seringueira com cacauero (SC) e pastagem de *B. humidicola* (P), enquanto nas de castanheira-do-brasil com cacauero (CC), capoeira grossa (CG) e capoeira rala (CR) são encontrados teores médios. Em todas as camadas, a área de CG apresenta os maiores teores, enquanto na área de SC se encontram os menores teores. Na camada de 0-20 cm houve diferença estatística entre o teor da área de CG (0,90 g/kg) e o da área de SC (0,73 g/kg). Para todos os sistemas, a distribuição do nitrogênio no perfil segue o esperado, com os teores decrescendo da camada de 0-20 cm para a de 40-60 cm, constatando-se diferença significativa da camada superficial em comparação com as demais.

TABELA 1. Concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e pH em agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero (CC), seringueira com cacauero (SC) e pastagem (P) e capoeira grossa (CG) e capoeira rala (CR), nas camadas do solo, 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm.

| Elementos | Camada (cm) | Sistema | | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | CC | SC | CG | CR | P |
| N (g/kg) | 0-20 | 0,83 ^{aAB} | 0,73 ^{aB} | 0,90 ^{aA} | 0,88 ^{aAB} | 0,77 ^{aAB} |
| | 20-40 | 0,60 ^{bA} | 0,52 ^{bA} | 0,63 ^{bA} | 0,57 ^{bA} | 0,57 ^{bA} |
| | 40-60 | 0,47 ^{bAB} | 0,47 ^{bAB} | 0,60 ^{bA} | 0,42 ^{cB} | 0,46 ^{bAB} |
| P (mg/kg) | 0-20 | 3,83 ^{aA} | 4,17 ^{aA} | 2,00 ^{aB} | 1,50 ^{aB} | 1,67 ^{aB} |
| | 20-40 | 1,50 ^{bA} | 2,00 ^{bA} | 2,00 ^{aA} | 1,50 ^{aA} | 1,50 ^{aA} |
| | 40-60 | 1,00 ^{bA} | 1,00 ^{bA} | 1,00 ^{aA} | 1,00 ^{aA} | 1,00 ^{aA} |
| K (mg/kg) | 0-20 | 28,33 ^{aAB} | 21,50 ^{aB} | 23,50 ^{aAB} | 29,50 ^{aA} | 23,83 ^{aAB} |
| | 20-40 | 16,00 ^{bA} | 9,67 ^{bA} | 11,50 ^{bA} | 16,17 ^{bA} | 11,16 ^{bA} |
| | 40-60 | 13,00 ^{bAB} | 7,33 ^{bAB} | 7,50 ^{bAB} | 14,83 ^{bA} | 6,67 ^{bB} |
| Ca (mmol _e /kg) | 0-20 | 17,50 ^{aA} | 15,00 ^{aA} | 9,50 ^{aB} | 13,33 ^{aAB} | 9,33 ^{aB} |
| | 20-40 | 5,50 ^{bA} | 7,33 ^{bA} | 7,33 ^{aA} | 8,00 ^{bA} | 7,00 ^{aA} |
| | 40-60 | 4,17 ^{bA} | 5,17 ^{bA} | 6,67 ^{aA} | 5,83 ^{bA} | 6,16 ^{aA} |
| Mg (mmol _e /kg) | 0-20 | 7,00 ^{aA} | 4,33 ^{aB} | 5,33 ^{aAB} | 3,33 ^{aB} | 5,33 ^{aAB} |
| | 20-40 | 3,33 ^{bA} | 3,67 ^{aA} | 4,00 ^{aA} | 4,00 ^{aA} | 4,00 ^{aA} |
| | 40-60 | 3,16 ^{bA} | 2,50 ^{aA} | 3,83 ^{aA} | 3,17 ^{aA} | 3,83 ^{aA} |
| Al (mmol _e /kg) | 0-20 | 1,67 ^{aAB} | 1,16 ^{aB} | 3,33 ^{aA} | 1,83 ^{aAB} | 2,33 ^{aAB} |
| | 20-40 | 4,33 ^{aA} | 3,83 ^{aAB} | 5,17 ^{aA} | 3,66 ^{aAB} | 2,17 ^{aB} |
| | 40-60 | 5,50 ^{bA} | 4,83 ^{bA} | 5,33 ^{bA} | 4,50 ^{bA} | 1,66 ^{aB} |
| pH | 0-20 | 4,88 ^{aA} | 5,00 ^{aA} | 4,85 ^{aA} | 5,02 ^{aA} | 5,05 ^{aA} |
| | 20-40 | 4,68 ^{aA} | 4,68 ^{aA} | 4,78 ^{aA} | 4,85 ^{aA} | 4,95 ^{aA} |
| | 40-60 | 4,62 ^{aA} | 4,60 ^{aA} | 4,77 ^{aA} | 4,85 ^{aA} | 4,96 ^{aA} |

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna por elemento não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

O fósforo apresenta-se em todos os sistemas com teores baixos (inferior a 10 mg/kg). Os maiores teores são encontrados nas áreas de CC e SC, cujas concentrações na camada superficial são estatisticamente superiores em comparação com as demais áreas que não apresentam diferenças entre si, nas três camadas. As concentrações de fósforo mais altas na camada superficial nos sistemas de CC (3,83 g/kg) e SC (4,17 g/kg) refletem o efeito residual das adubações nessas áreas. Baena et al. (1998) encontraram diferenças marcantes entre teores de fósforo no solo de agroecossistemas de cacauero em comparação com solos em sistemas naturais, atribuindo essas diferenças ao efeito residual da adubação.

O potássio, à semelhança do fósforo, também apresenta teores baixos (inferior a 45 mg/kg) nas áreas dos cinco sistemas, sendo o maior valor encontrado na área de CR (29,50 g/kg) e o menor na de SC (21,50 g/kg), que diferem estatisticamente entre si na camada de 0-20 cm. Para todos os sistemas, a concentração do potássio na camada superficial é sempre significativamente maior em comparação com as duas camadas inferiores.

O cálcio encontra-se com teor médio no sistema CC e teores baixos nos outros sistemas. Na camada superficial, o teor encontrado no sistema CC (17,50 mmol_c/kg) é significativamente maior do que os valores encontrados em CG e P (9,50 e 9,33 mmol_c/kg, respectivamente).

O magnésio apresenta-se com teores baixos nas áreas de SC e CR, enquanto nas áreas de CC, CG e P, são encontrados teores médios. Na camada superficial existe diferença estatística entre o maior teor, encontrado na área de CC (7,00 mmol_c/kg) e os menores teores, apresentados nas áreas de CR e SC (3,33 e 4,33 mmol_c/kg, respectivamente).

O alumínio, na camada de 0-20 cm, encontra-se com valores baixos (inferior a 3 mmol_c/kg) para todas as áreas, menos para a do sistema CG, que apresenta teor de alumínio ligeiramente acima do teor não tóxico. O teor encontrado neste sistema (3,33 mmol_c/kg) tem diferença estatística ao menor teor encontrado no sistema SC (1,16 mmol_c/kg). Com exceção do sistema P, os demais apresentam teores de alumínio bem acima de 3 mmol_c/kg nas duas camadas inferiores.

O pH apresenta-se com valores estatisticamente semelhantes tanto entre os sistemas quanto entre as camadas. Comportamento semelhante foi encontrado em solos de vários sistemas em levantamento realizado por Baena et al. (1998). Os valores encontrados na camada superior dos sistemas CC, SC e CG estão incluídos na faixa muito fortemente ácido (entre 4,5 e 5,0), enquanto os valores das áreas de

CR e P encontram-se na faixa fortemente ácido (entre 5,1 e 5,5). Apesar de não significativos, os valores de pH das camadas seguem a tendência natural, ou seja, diminuem com o aumento da profundidade, indicando o aumento de acidez do solo.

Falesi et al. (1980), estudando as conseqüências agropecuárias sobre as condições dos solos da região nordeste paraense, tendo como padrão o solo nas condições de mata virgem, concluíram que independentemente da cobertura vegetal os solos não sofreram prejuízo em suas propriedades químicas e físicas,

Na Tabela 2 são mostradas as concentrações de carbono e matéria orgânica e relação C/N, no solo, nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, em agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero em consórcio, com 20 anos de idade, ecossistemas de capoeiras grossa e rala, com catorze anos de pouso, e agroecossistema de pastagem de *Brachiaria humidicola*, com dez anos de idade, no nordeste do Estado do Pará

TABELA 2. Concentrações de carbono e matéria orgânica e relação C/N em agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero (CC), seringueira com cacauero (SC), capoeira grossa (CG), capoeira rala (CR) e pastagem (P), nas camadas do solo 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm.

| Elementos | Camada (Cm) | Sistema | | | | |
|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | CC | SC | CG | CR | P |
| C (g/kg) | 0-20 | 10,40 ^{ab} | 9,40 ^{aC} | 11,57 ^{aA} | 12,20 ^{aA} | 12,13 ^{aA} |
| | 20-40 | 6,17 ^{bA} | 5,23 ^{bB} | 5,07 ^{bB} | 6,18 ^{bA} | 4,85 ^{bB} |
| | 40-60 | 4,07 ^{cA} | 3,45 ^{cAB} | 3,03 ^{cB} | 4,05 ^{cA} | 3,20 ^{cB} |
| MO (g/kg) | 0-20 | 17,88 ^{ab} | 16,17 ^{aC} | 19,89 ^{aA} | 20,99 ^{aA} | 20,87 ^{aA} |
| | 20-40 | 10,61 ^{bA} | 9,00 ^{bB} | 8,71 ^{bB} | 10,64 ^{bA} | 8,34 ^{bB} |
| | 40-60 | 6,99 ^{cA} | 5,94 ^{cAB} | 5,22 ^{cB} | 6,97 ^{cA} | 5,50 ^{cB} |
| Relação C/N | 0-20 | 13/1 ^{aA} | 13/1 ^{aA} | 13/1 ^{aA} | 14/1 ^{aA} | 15/1 ^{aA} |
| | 20-40 | 11/1 ^{abA} | 10/1 ^{aA} | 9/1 ^{bA} | 11/1 ^{bA} | 9/1 ^{bA} |
| | 40-60 | 9/1 ^{bAB} | 8/1 ^{bABC} | 5/1 ^{cC} | 10/1 ^{bA} | 7/1 ^{bBC} |

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna por elemento não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O carbono, na camada de 0-20 cm, apresenta-se com teores médios (entre 8,0 e 15,0 g/kg) em todos os sistemas. Nas camadas inferiores, o carbono encontra-se com baixos teores (inferior a 8,0 g/kg), e para todos os sistemas, há um decréscimo significativo dos teores com o aumento da profundidade. Na camada superficial, o maior teor encontra-se na área de CR (12,20 g/kg) e o menor na área de SC (9,40 g/kg).

Segundo Volkoff e Cerri (1981), os solos da floresta amazônica, na camada 0-10cm, contém, em média, 50,0 g/kg de matéria orgânica, e a maior parte (95% ou mais) encontra-se na forma de húmus. Observaram-se no solo dos agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e seringueira com cacauero, concentrações de matéria orgânica variando de 17,88 g/kg, na camada 0-20cm, a 5,94 g/kg na camada 40-60cm. Nos ambientes de capoeiras grossa e rala, as concentrações de matéria orgânica variaram de 20,99 g/kg, na camada 0-20cm, a 5,22 g/kg, na camada 40-60cm. No agroecossistema de pastagem de *B. humidicola* foram registradas concentrações de matéria orgânica de 20,87 g/kg, na camada 0-20, e 5,50 g/kg, na camada 40-60cm. Segundo Teixeira et al. (1994), a maior concentração de matéria orgânica na camada superficial do solo deve-se ao fato de que na superfície ocorre a adição de grandes quantidades de resíduos orgânicos que são transformados e incorporados, pela ação microbiana e fatores climáticos.

A relação C/N nos solos, na camada 0-20 cm, dos cinco sistemas, variou de 13/1 a 15/1, sendo estatisticamente semelhantes. Estas relações demonstram que a matéria orgânica do solo está estabilizada na forma de húmus.

Na Tabela 3 são mostradas as reservas de matéria orgânica e de nutrientes, nos diferentes componentes dos agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero, em consórcio, com 20 anos de idade, ecossistemas de capoeiras grossa e rala, com catorze anos de pousio e de pastagem de *Brachiaria humidicola*, com dez anos de idade, no nordeste do Estado do Pará.

TABELA 3. Estoques de material orgânico e de nutrientes em agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e seringueira com cacauero, ecossistemas de capoeiras grossa e rala e pastagem de *Brachiaria humidicola*.

| Compartimento | Material orgânico (kg/ha) | Nutriente (kg/ha) | | | | |
|---|---------------------------|-------------------|-------|---------|---------|---------|
| | | N | P | K | Ca | Mg |
| Castanheira-do-brasil com cacauero | | | | | | |
| Fitomassa viva | 184.700 | 813,8 | 102,6 | 633,9 | 1.227,6 | 380,2 |
| Liteira | 5.800 | 79,4 | 5,9 | 13,7 | 94,8 | 25,0 |
| Solo (até 60cm) | 113.649 | 5.749,3 | 19,2 | 173,6 | 1.650,1 | 497,4 |
| Total | 304.149 | 6.642,5 | 127,6 | 821,2 | 2.972,5 | 902,6 |
| Seringueira com cacauero | | | | | | |
| Fitomassa viva | 176.230 | 2.791,6 | 138,1 | 2.051,3 | 1.901,5 | 734,6 |
| Liteira | 4.210 | 53,8 | 3,8 | 28,7 | 84,0 | 21,8 |
| Solo (até 60cm) | 97.806 | 5.246,0 | 22,2 | 118,9 | 1.699,6 | 389,4 |
| Total | 278.300 | 8.091,4 | 164,1 | 2.198,9 | 3.685,0 | 1.145,8 |
| Capoeira grossa | | | | | | |
| Fitomassa viva | 68.950 | 309,9 | 20,2 | 253,0 | 291,2 | 125,7 |
| Liteira | 3.300 | 43,5 | 1,4 | 4,1 | 43,8 | 7,4 |
| Solo (até 60cm) | 122.020 | 6.684,7 | 15,8 | 133,0 | 1.476,9 | 506,5 |
| Total | 194.270 | 7.038,0 | 37,4 | 390,0 | 1.711,9 | 639,6 |
| Capoeira rala | | | | | | |
| Fitomassa viva | 66.050 | 255,8 | 16,3 | 209,0 | 315,5 | 105,9 |
| Liteira | 3.830 | 31,2 | 1,6 | 5,0 | 46,5 | 8,5 |
| Solo (até 60cm) | 103.430 | 5.676,3 | 13,7 | 183,7 | 1.655,1 | 387,1 |
| Total | 173.310 | 5.960,3 | 31,6 | 397,7 | 2.017,1 | 501,4 |
| Pastagem de <i>Brachiaria humidicola</i> | | | | | | |
| Fitomassa viva | 20.280 | 121,1 | 6,5 | 61,0 | 41,4 | 34,3 |
| Liteira | 1.830 | 8,9 | 0,5 | 1,6 | 5,3 | 3,3 |
| Solo (até 60cm) | 105.240 | 5.498,7 | 12,8 | 126,1 | 1.378,4 | 489,8 |
| Total | 127.350 | 5.628,7 | 19,8 | 188,6 | 1.425,1 | 527,4 |

Nos agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero, o maior estoque de material orgânico foi observado na fitomassa viva (folhas, caule, galhos e raízes), correspondendo a mais de 60% do estoque total do sistema. Resultados semelhantes, para floresta primária, foram citados por Fassbender & Grimm (1981) e Klinge (1976). Por outro lado, estudos realizados por Fassbender (1985) e Teixeira et al. (1994) em agroecossistemas com culturas perenes de 4,5 e quinze anos de idade, mostram que as maiores quantidades de reservas de material orgânico estavam no solo.

Nas áreas de capoeiras grossa e rala e na pastagem de *B. humidicola*, o grande reservatório de material orgânico é o solo desses sistemas, correspondendo a mais de 59% de todo o material orgânico registrado na CG e na CR, e 82,64% na pastagem de *B. humidicola*. Teixeira & Bastos (1989) citam que em pastagens o estoque de material orgânico no solo, na camada até 1 m de profundidade, representa mais de 90% da reserva orgânica do ecossistema.

Comparando-se os sistemas estudados, observa-se que os agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero apresentam os maiores valores de fitomassa viva, correspondendo, aproximadamente, três vezes mais do que os encontrados nas capoeiras grossa e rala. Quando comparados com a pastagem de *B. humidicola*, estes valores são, aproximadamente, oito vezes maiores.

As maiores quantidades de nitrogênio, dos sistemas de castanheira-do-brasil com cacauero, seringueira com cacauero, capoeira grossa, capoeira rala e pastagem de *B. humidicola*, foram encontradas no solo, correspondendo, respectivamente, a 86,55%, 64,83%, 94,98%, 95,18% e 97,69% de todo o nitrogênio registrado no sistema.

As maiores reservas de fósforo nos sistemas foram registradas na fitomassa viva da castanheira-do-brasil com cacauero (80,32%) e de seringueira com cacauero (84,19%). Na capoeira grossa (54,06%) e na capoeira rala (51,58%), as maiores reservas foram observadas no solo e na fitomassa viva. Já na pastagem de *B. humidicola*, o solo foi o maior reservatório do fósforo. Resultados de pesquisa em áreas de floresta, pastagem e de cultivos citados por Teixeira & Bastos (1989), Chauvel (1982) e Klinge (1976), mostram que o fósforo, no solo, na sua maior parte, está na forma não disponível para as plantas.

Na fitomassa viva dos sistemas estudados, foram encontradas as maiores reservas de potássio, com exceção do sistema de pastagem de *B. humidicola*, que o solo foi o maior reservatório deste elemento.

As maiores reservas de cálcio e de magnésio estavam no solo dos sistemas de castanheira-do-brasil com cacauero, de capoeiras grossa e rala e de pastagem de *B. humidicola*. Por outro lado, a fitomassa viva no sistema seringueira com cacauero, foi responsável pelas maiores reservas destes nutrientes.

Em estudos realizados por Nunez (1995), em vegetação secundária com dez anos de pousio, os resultados de reservas de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio foram semelhantes aos encontrados no agroecossistema castanheira-do-brasil com cacauero e ecossistema de capoeiras grossa e rala. Teixeira (1987), em pastagem de *Brachiaria humidicola* na região de Manaus, observou também que o solo, em sistema de pastagem, é o grande reservatório dos nutrientes no sistema.

No compartimento liteira, dos sistemas estudados, as maiores reservas (em kg/ha) de nitrogênio, fósforo, cálcio e de magnésio foram encontradas no agroecossistema castanheira-do-brasil com cacauero. As reservas totais de nutrientes na liteira desse agroecossistema foram de 218,8 kg/ha. As quantidades desses elementos nos sistemas, foram inferiores aos encontrados por Quisen et al. (1996), em liteiras de sistemas agroflorestais e Cunha et al. (1996), em florestas secundárias com diferentes idades. No entanto, foram superiores aos valores encontrados por Müller (1986) em regeneração natural, cacauero em sub-bosque e consórcio de cacauero com pupunheira.

Na Fig. 1, são apresentados os valores, em kg/ha, de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas, caule, galhos e raízes das plantas dos agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero em consórcio, com 20 anos de idade, ecossistemas de capoeiras grossa e rala, com catorze anos de pousio e de pastagem de *Brachiaria humidicola*, com dez anos de idade, no nordeste do Estado do Pará.

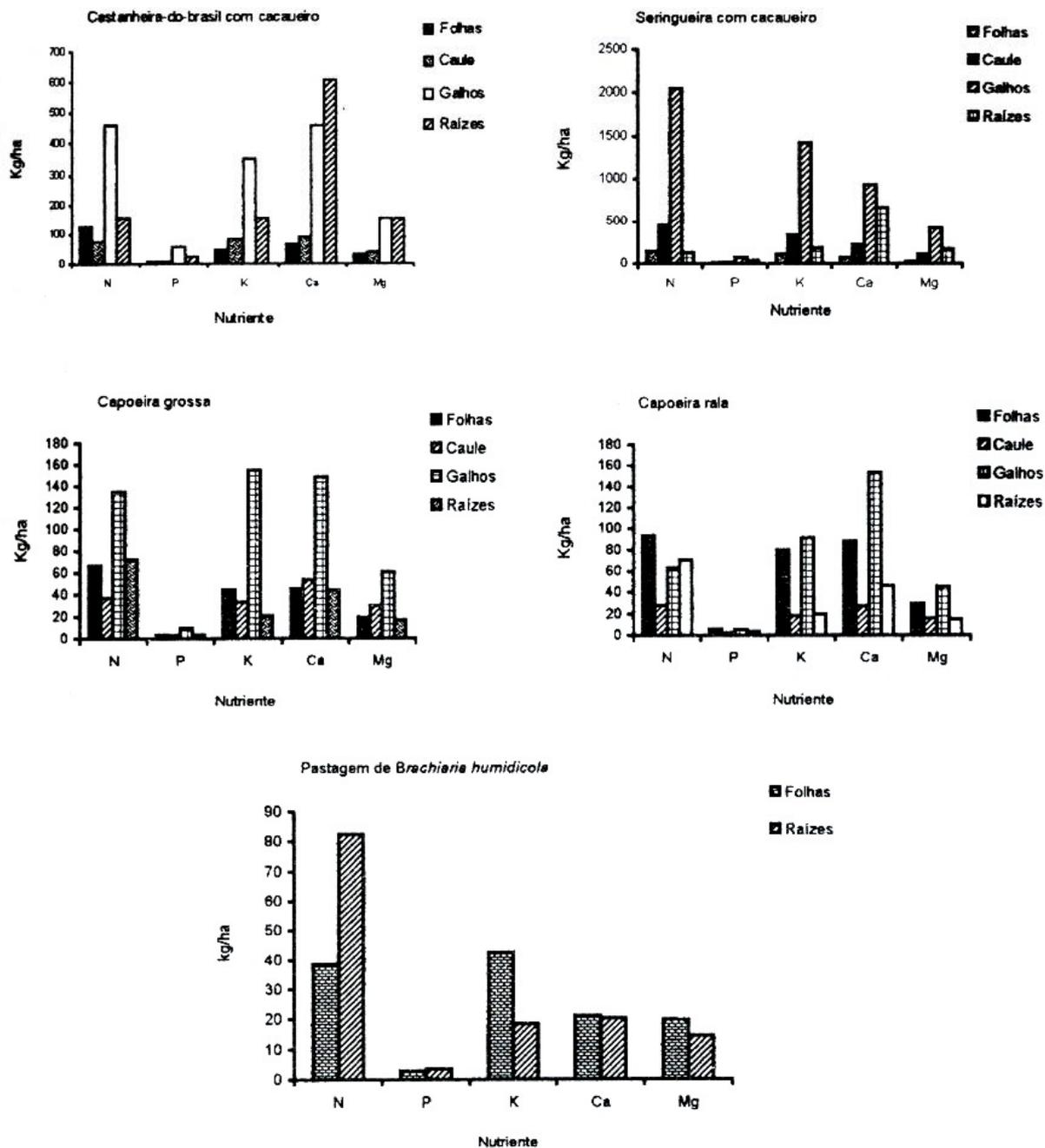


FIG. 1. Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na fitomassa viva (folhas, caule, galhos e raízes) de agroecossistemas de castanheira-do-brasil com cacauero, seringueira com cacauero, Capoeira grossa, capoeira rala e pastagem de *B. humidicola*.

Na fitomassa viva (folhas, caule, galhos e raízes) dos cinco sistemas, as quantidades de N, P, K, Ca e Mg foram de 3.158 kg/ha no sistema castanheira-do-brasil com cacauero, 7.617 kg/ha no sistema seringueira com cacauero, 1.000 kg/ha no sistema capoeira grossa, 903 kg/ha no sistema capoeira rala e 264 kg/ha no sistema de pastagem de *B. humidicola*. A maior reserva de nutrientes registrada no sistema seringueira com cacauero estava concentrada basicamente nos galhos das plantas de seringueira.

Os galhos das plantas nos sistemas castanheira-do-brasil com cacauero e de seringueira com cacauero foram responsáveis pelas maiores reservas de N, P e K, correspondendo, respectivamente, a 73,39%, 54,63% e 69,53% dos estoques destes elementos nas plantas. As maiores reservas de Ca e Mg foram observadas nos galhos e nas raízes dos sistemas.

No sistema de capoeira grossa, as reservas nos galhos foram responsáveis pelas maiores quantidade de N, P, K, Ca e Mg, enquanto que, no sistema de capoeira rala, as maiores reservas de K, Ca e Mg foram encontradas nos galhos e as de N e P, nas folhas.

No sistema de pastagem de *B. humidicola*, onde foram considerados somente dois compartimentos, as folhas e as raízes, as maiores reservas de N e P foram registradas nas raízes das plantas, correspondendo a 68,02% e 54,39%, respectivamente. Por outro lado, nas folhas das gramíneas foram observadas as maiores reservas de K (69,76%), Ca (50,89%) e Mg (58,12%).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa concluiu-se que:

A implantação de agroecossistemas em Latossolo Amarelo da região nordeste do Pará não altera drasticamente as características químicas do solo.

As maiores reservas de nitrogênio nos agroecossistemas e capoeiras estão no solo.

Na fitomassa viva dos agroecossistemas em consórcio e capoeiras estão as maiores reservas de fósforo e de potássio.

No solo da área de pastagem estão as maiores reservas de todos os nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAENA, A.R.C.; FALESI, I.C.; DUTRA, S. **Características físico-químicas do solo em diferentes agroecossistemas na região bragantina do nordeste paraense.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998. 38p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 185).
- CHAUVEL, F.S. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos, dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. **Acta Amazônica**, v.3, n.12, p.47-60, 1982. Suplemento.
- CUNHA, G.C.; POGGIANI, F.; GRENDENE, L.A. Ciclagem de nutrientes através da queda de serapilheira em florestas secundárias com diferentes idades no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3, 1996, Brasília, DF. **Resumos.** Brasília: UNB/Sociedade de Ecologia do Brasil, 1996, p.77.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro, 1979.
- FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C.; DUTRA, S. **Conseqüências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos das microrregiões do nordeste paraense.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 14).
- FASSBENDER, H.W. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus, BA. **Anais.** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.203-230.

- FASSBENDER, H.W.; GRIMM, U. Ciclos biogeoquímicos em un ecossistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. IV. Modelos y conclusiones. **Turrialba**, v.31, p.101-108, 1981.
- JORDAN, C.F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus, BA. **Anais**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.187-202.
- KLINGE, H. Bilanzierung von hanptnhrstoffen in okosysten tropischer regenwald (Manaus)-vorlanfing date. **Biogeographica**, v.7, p. 59-77, 1976.
- MÜLLER, A.A. **Produção de liteira e retorno de fósforo, potássio, cálcio e magnésio ao solo em agrossistema de cacau e em regeneração natural**. Manaus: INPA/FUA, 1986. 72p. Tese de Mestrado.
- NUNEZ, J.B.H. **Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense, Brasil**. Belém: UFPa, 1995. 185p. Dissertação de Mestrado.
- QUISEN, R.C.; SOUZA,V.F.; CASTILLA, C. Avaliação da biomassa e conteúdo de nutrientes em liteira em sistema agroflorestal em solo de baixa fertilidade. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3, 1996, Brasília, DF. **Resumos**. Brasília: UNB/Sociedade de Ecologia do Brasil, 1996, p.66.
- TEIXEIRA, L.B. **Dinâmica do ecossistema de pastagem cultivada em áreas de floresta na Amazônia Central**. Manaus: INPA/FUA, 1987. 100p. Tese Doutorado.
- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B. **Matéria orgânica nos ecossistemas de floresta primária e pastagens na Amazônia Central**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1989. 26p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 99).

- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B.; OLIVEIRA, R.F. de. **Biomassa vegetal em agroecossistemas de seringueira consorciada com cacaueteiro no nordeste paraense**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1994. 15p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 153).
- TOLEDO, J.M.; SERRÃO, E.A.S. Pasture and animal production in Amazonia. In: HECHT, S.B., ed. **Amazônia: investigación sobre agricultura y uso de tierras**. Cali: CIAT, 1982. p.281-309.
- VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. Húmus em solo da floresta amazônica na região do rio Madeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, n.1, p.15-21, 1981.