



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO

ISSN – 0100-2694

Boletim da

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

B. FCAP	Belém	n. 17	p. 1 - 78	dez. 1988
---------	-------	-------	-----------	-----------

BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

n. 17

dez. 1988

ISSN – 0100-2694

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Ministro: Hugo Napoleão do Rêgo Neto

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ

Diretor: José Fernando Lucas de Oliveira

Vice-Diretor: Emir Chaar El-Husny

Comissão Editorial

Rui de Souza Chaves
Virgílio Ferreira Libonati
Sandra Bordallo Robilotta
Sérgio Augusto Silva Tabosa

Editor: Sandra Bordallo Robilotta

Endereço: Caixa Postal 917
66.000 – Belém-Pará-Brasil

Periodicidade: Irregular

Distribuição: Gratuita p/instituições

SUMÁRIO

**SILVA, Sérgio Brazão e;
FERREIRA, Walde-
mar de Almeida; CAR-
DOSO, Antonio; BAS-
TOS, Joaquim Braga**
Várzea do rio Guamá:
características físico-qui-
micas do solo após inun-
dação 1-15

VIEIRA, Lúcio Salgado
Formas de fósforo em so-
los amazônicos 17-30

**VIEIRA, Lúcio Salgado;
SANTOS, Paulo Cézar
Tadeu C. dos; VALEN-
TE, Moacir Azevedo;
OLIVEIRA JÚNIOR,
Raimundo Cosme de**
As terras roxas estrutura-
das da Amazônia 31-44

VIEIRA, Lúcio Salgado
Determinação do fósforo
orgânico em solos com alto
teor de ferro 45-56

**SANTANA, Antonio Cor-
deiro de**
Crescimento e estrutura
da produção agrícola na
Amazônia 57-78

B. FCAP

Belém

n. 17

p. 1-78

dez. 1988

BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ.

B. FCAP. Belém, n. 5 — , 1972 — . Irregular. Gratuito p/instituições. Av. Perimetral, s/n, C.P. 917, CEP. 66000, Belém-PA-Brasil. Antigo Boletim da Escola de Agronomia da Amazônia, n. 1-4, 1971. Resumo em inglês.

CDD: 630.509811

CDU: 631:378.096(811) (05)

VÁRZEA DO RIO GUAMÁ: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO APÓS INUNDAÇÃO

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	3
2 – MATERIAL E MÉTODOS	5
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4 – CONCLUSÃO	7
5 – ANEXOS	8
5.1 – TABELAS	8
5.2 – FIGURAS	10
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

VÁRZEA DO RIO GUAMÁ: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO SOLO APÓS INUNDAÇÃO

Sérgio Brazão e SILVA
Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da FCAP

Waldemar de Almeida FERREIRA
Químico Industrial, MS, EMBRAPA/CPATU

Antonio CARDOSO
Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Titular
da FCAP

Joaquim Braga BASTOS
Químico Industrial, MS,
EMBRAPA/CPATU.

RESUMO: *Experimento montado em condições de laboratório, com 4 repetições, em Glei Pouco Húmico de várzea do rio Guamá de onde foi extraída, periodicamente, a solução do solo. Eletrodos implantados nas parcelas participaram da determinação do potencial redox; procedeu-se a determinação do pH, Eh, P, K, Na, Ca, Mg, Cu, Al, Zn, Mn e Fe na solução. A redução máxima se deu em - 240 mV e o pH estabilizou em torno de 7,0. O fósforo não apresentou variação regular, assim como a maioria dos elementos dosados. Os teores encontrados situaram-se bastante abaixo dos teores totais do solo analisado.*

I - INTRODUÇÃO

É fato bastante conhecido que certas culturas, como o arroz (*Oriza sativa* L.) desenvolvem-se melhor em solos inundados. A água permanente beneficia o arroz, controlando invasoras, regulando o micro-clima durante o cultivo e principalmente proporcionando um ambiente microbiológico e químico favorável às suas raízes (13). Ao inundar-se o solo, a água preenchendo seus poros retira o ar, condicionando assim ambiente adequado para o desenvolvimento de microorganismos anaeróbicos que decompõe a matéria orgânica, doando elétrons a compostos aí presentes, como NO_3 , MnO_2 , Fe_2O_3 e outros. A redução desses compostos provoca decréscimo do pH em solos alcalinos, acréscimo em solos ácidos, aumento da condutividade elétrica devido a produção de Fe^{2+} , NH_4^+ e Mn^{2+} e diminuição do potencial redox (1, 2, 8).

Os micronutrientes, de modo geral, apresentam problemas de excesso ou de deficiência, após certo tempo de inundação,

principalmente o cobre, o zinco, o manganês, o molibdênio, o ferro e o boro (14).

Durante a inundação do solo com cultura de arroz pode haver a formação de uma camada oxidada, devido a difusão de O_2 ser maior que seu consumo pelos microorganismos e raízes. Essa camada é afetada em seu tamanho em relação a quantidade de matéria orgânica, pois quanto maior for a sua concentração no solo, naturalmente associada a uma quantidade elevada de microorganismos, menor será o tamanho da camada, que somente será maior quando o teor dessa matéria orgânica apresentar-se em pequenas quantidades (8).

O arroz, por sua vez, possui canais denominados arênquimas, onde se efetua o transporte do ar das folhas às raízes. Quando o consumo por parte das raízes é mais lento que a difusão pelas folhas, parte do oxigênio transportado pode difundir-se para o exterior e resultar em uma região oxidada em torno da raiz. Essa camada oxidada apresenta importância porque diminui a absorção de alguns produtos tóxicos reduzidos, apesar de, por outro lado, poder diminuir a absorção do fósforo que é fixado pelo Fe^{3+} (5).

Em trabalho em solos de várzea do estuário do Rio Guamá, MORAES & BASTOS (10) notaram que há um acréscimo de fósforo com o decorrer do tempo de inundação, não sucedendo-se portanto o decréscimo como verificou PONNAMPERUMA (11).

O potencial de oxi-redução é o mais utilizado para expressar o grau de redução dos compostos no solo. PONNAMPERUMA (11) encontrou, na camada de oxidação, o potencial redox situado em torno de + 300 mV, decrescendo, para cerca de - 300 mV na camada de redução, após a estabilização que se dá com a redução dos nitratos para nitrogênio elementar, seguido pela redução do manganês e posteriormente, a do ferro.

GOTOH & YAMSHITA (6) demonstraram em estudo realizado em "paddy soil" (solos com índice de umidade elevado, onde é realizado um manejo específico para o cultivo) que o potencial redox chega a 798 mV para o $MnO_2 - Mn^{2+}$, 278 mV para $Fe(OH)_3 - Fe^{2+}$ e 0 - 190 mV para S^{2-} . Eles, ao testarem o

tempo de permanência dos elétrodos em contato com o solo, para realizar as leituras, notaram a existência de rápido decréscimo no potencial redox (Eh). Por isso concluíram que os eletrodos devem estar em contato com o solo durante cinco horas, para se obter uma perfeita estabilidade ao se efetuarem as leituras.

VIEIRA (15) ao estudar as várzeas do rio Guamá, verificou que o fósforo inorgânico está em torno de 200 ppm, com cerca de 30% correspondendo ao fosfato de Fe, o que exemplifica a influência do ferro na fixação do fósforo.

Apesar dos efeitos benéficos da inundação, existem ocasiões em que se manifestam deficiências ou toxidez de elementos cuja sintomatologia já estudada, demonstra efeitos danosos para a cultura do arroz, IRRRI (9).

Nas várzeas do rio Amazonas, onde são encontradas grandes atividades agrícolas com culturas alimentares, como o arroz, feijão, milho e mandioca, poucos são os estudos feitos sobre as transformações físico-químicas. No estuário onde há presença de Ca com altos valores Mg e K geralmente com valores baixos e Na com valores médios, os teores de matéria orgânica são médios na superfície, decrescendo com a profundidade (3).

Este trabalho se propõe avaliar o efeito da inundação sobre o grau de redução de compostos do solo, acompanhar modificações no pH e estudar as mudanças de concentração e disponibilidade de macro e micronutrientes, além de testar a seguinte metodologia.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado em situação controlada no laboratório de solos do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, utilizando a amostra de solo coletada à margem direita da várzea do rio Guamá às proximidades de Belém. A amostra após secada, foi passada em peneira de 2 mm, analisada (Tabela 1) e acondicionada em caixas de isopor com 3 litros de capacidade, com 4 repetições. Foi colocada em cada parcela uma cápsula de porcelana porosa com um tubo através do qual, sob a ação de

vácuo, se fez a retirada da solução a ser analisada. Introduziu-se também eletrodo de platina juntamente com um de calomelano que permaneceram desde o início ao fim do experimento inseridos nas parcelas, a fim de permitirem a leitura do Eh (Fig. 1). O pH foi determinado inserindo eletrodo combinado de calomelano no momento da determinação. Na solução foi determinada o pH, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Al. O fósforo foi dosado por colorimetria, o potássio e o sódio por fotometria de chama e os demais elementos foram dosados por espectrofotometria de absorção atômica. Os eletrodos destinados a medir o Eh foram aferidos por solução-tampão de 430 mV, preparada de maneira descrita por PONNAMPERUMA (12) e antes de cada leitura o aparelho era aferido por um par de eletrodos que não ficavam inseridos nas parcelas. A amostra de solo foi anteriormente analisada utilizando o método WALKLEY & BLACK (16) para o C, o método KJELDAHL¹ citado por HESSE (7) para o N e empregou-se volumetria de neutralização para determinar-se o H⁺ e Al⁺⁺⁺. Na análise granulométrica foi empregado o método da pipeta e os demais elementos, dosados da mesma forma, da empregada na solução extraída do solo.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos resultados obtidos com as 4 repetições realizadas em função do tempo, são encontradas na Tabela 2. Notou-se logo a ausência de teores de Al, P e Cu desde o início até o fim do experimento. O Eh permitiu visualizar a redução acentuada dos primeiros dez dias (Fig. 2) com uma estabilização em torno de - 230 mV no 26º dia, enquanto o pH subia para estabilizar-se em torno de 7,0. O pH da solução extraída apresentou variação, mantendo-se entre 7,0 e 7,9. O ferro manteve-se em níveis médios sendo precedido de um pico da ordem de 60 ppm para após decrescer (Fig. 3) Esse comportamento não concorda com o encontrado por ou-

¹ KJELDAHL, J. Z. Anal. Chem, 22:366,1883.

tros autores assim como para o zinco que apresentou desenvolvimento irregular (Fig. 4), talvez pela ação microbiológica. O manganês (Fig. 3) apresentou teores crescentes, assim como o cálcio e o magnésio (Fig. 5). Convém ressaltar que os resultados demonstrados nos gráficos mesmo crescentes, estão distantes dos teores disponíveis existentes neste solo. Interessante seria a comparação destes dados obtidos pela análise direta do solo após este sofrer uma extração, onde avaliar-se-ia as condições do P, do Fe, e do Zn que tiveram comportamento irregular. O potássio e o sódio (Fig. 5) também apresentaram baixos teores, com um decréscimo de valores na ordem de 0,79 meq/l e o K variando entre 0,14 a 0,32 meq/l.

4 – CONCLUSÃO

- a) Não foi possível notar tendência nítida entre os parâmetros avaliados, à exceção do pH e Eh que apresentam variação semelhante à encontrada por outros autores;
- b) O experimento demonstrou a necessidade da comparação dos resultados da análise da solução com a análise do solo, após este ter sofrido a ação de extratores químicos;
- c) A análise microbiológica antes e durante a execução do experimento seria recomendada em função da importância da ação microbiológica no solo.

(Aprovado para publicação em 29.2.88)

Várzea do Rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação
SÉRGIO BRAZÃO E SILVA; WALDEMAR DE ALMEIDA FERREIRA; ANTONIO CARDOSO; JOAQUIM
BRAGA BASTOS

5 - ANEXOS

5.1 - TABELAS

TABELA 1 - Resultados analíticos da amostra superficial de Gleí Pouco Húmido do rio Guamá, Pará, antes da inundação.

AMOSTRA nº	%		Argila total	Argila natural	%	Grau de Floculação	H ₂ O	PH				
	Areia	Silte										
1	0	78	22	14	63		4,2	3,8				
meq/100g												
%		C/N										
C	M.O.	N	Ca	Mg	K	Na	S	H	Al	T		
1,17	2,01	0,15	8	4,68	3,96	0,16	0,24	9,04	4,52	0,40	13,96	65
ppm												
P	Zn (ppm)	Cu (ppm)		Fe (ppm)		Mn (ppm)						
	Total Solúvel	Total Solúvel		Total Solúvel		Total Solúvel						
3,83	44,16	0,38	8,55	1,90	67222,06	356,84	483,00	256,15				

B. FCAP, Belém (17) : 1 - 15, dez. 1988

Várzea do Rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação
SÉRGIO BRAZÃO E SILVA; WALDEMAR DE ALMEIDA FERREIRA; ANTONIO CARDOSO; JOAQUIM BRAGA BASTOS

TABELA 2 - Resultados analíticos obtidos na solução do solo Glei Pouco Húmido do rio Guamá, Pará, com o decorrer do tempo de incubação.

ELEMENTO	D I A S																			
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	14º	15º	16º	14º	17º	21º	22º	25º	27º	29º	
Ca (mg/l)	0,0547	1,224	1,046	1,055	0,785	1,224	1,444	1,260	1,504	1,581	1,471	1,533	1,520	1,541						
Mg (mg/l)	1,413	1,748	4,486	5,707	6,654	7,961	8,714	8,675	8,884	8,986	8,659	7,793	7,768	7,625						
Na (mg/l)	1,52	1,40	1,23	1,34	1,40	1,25	1,18	1,18	1,04	0,99	1,20	0,76	0,68	0,79						
K (mg/l)	0,16	0,21	0,23	0,22	0,25	0,27	0,26	0,30	0,27	0,31	0,32	0,17	0,17	0,13						
Zn (ppm)	0,1	0,03	0,03	0,002	0,005	0,0	0,0	0,002	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
Fe (ppm)	0,24	8,51	44,52	60,34	21,21	20,33	12,33	13,44	15,76	13,00	13,83	12,89	12,01	16,81						
Mn (ppm)	2,6	7,48	16,04	9,66	5,79	6,72	7,43	7,87	11,78	11,34	11,34	13,89	15,06	18,90						
pH	5,22	5,32	5,72	6,12	6,27	6,52	6,82	6,90	7,0	6,87	7,26	7,22	7,27	6,90	6,90	6,97	7,05	6,92		
pH SOL.	-	7,7	7,36	7,87	7,57	7,30	7,75	7,87	7,85	7,75	7,42	7,92	7,82	7,97	7,85	-	-	-	-	-
EH (mV)	+590,0	+238,4	+282,5	+260	-97,5	-135,0	-166,0	-195,0	-190,0	-170,0	-220,0	-322,5	-242,5	-230,0	-230,0	-230,0	-273,5	-332,5	-340,0	

5.2 — FIGURAS

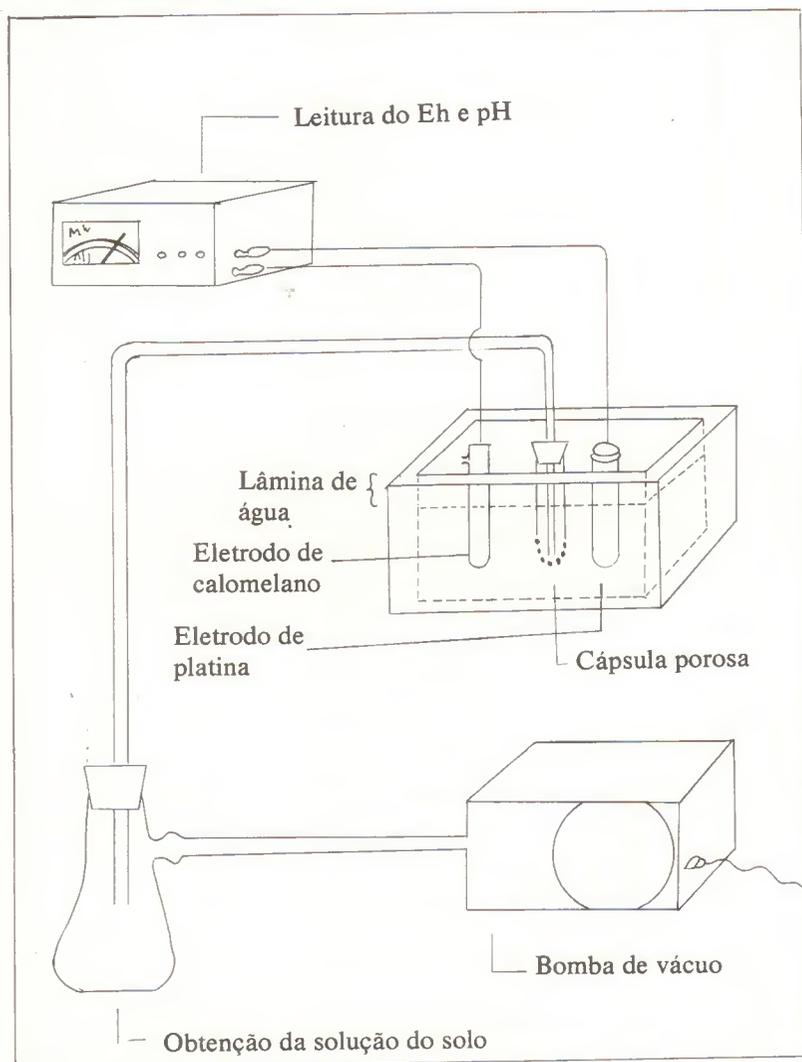


Fig. 1 — Representação esquemática de parcela experimental.

Várzea do Rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação
SÉRGIO BRAZÃO E SILVA; WALDEMAR DE ALMEIDA FERREIRA;
ANTONIO CARDOSO; JOAQUIM BRAGA BASTOS

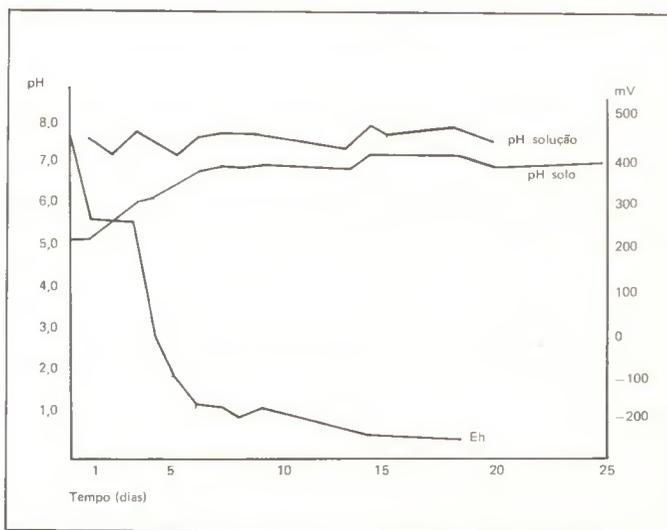


Fig. 2 – Variações de pH e Eh

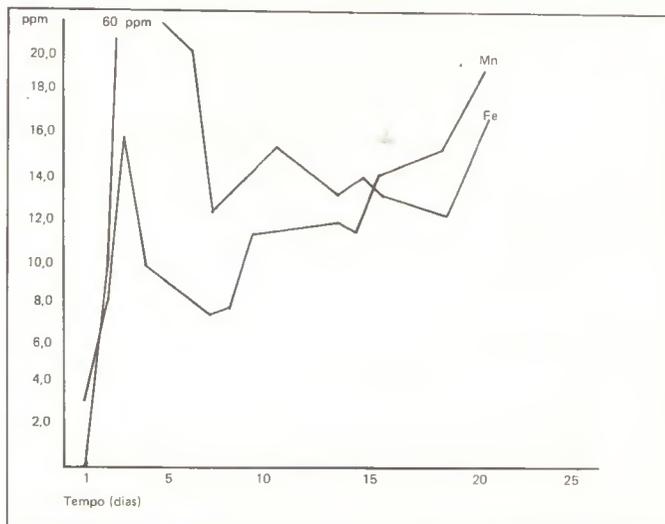


Fig. 3 – Variações apresentadas pelas concentrações de ferro e manganês.

Várzea do Rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação

SÉRGIO BRAZÃO E SILVA; WALDEMAR DE ALMEIDA FERREIRA;
ANTONIO CARDOSO; JOAQUIM BRAGA BASTOS

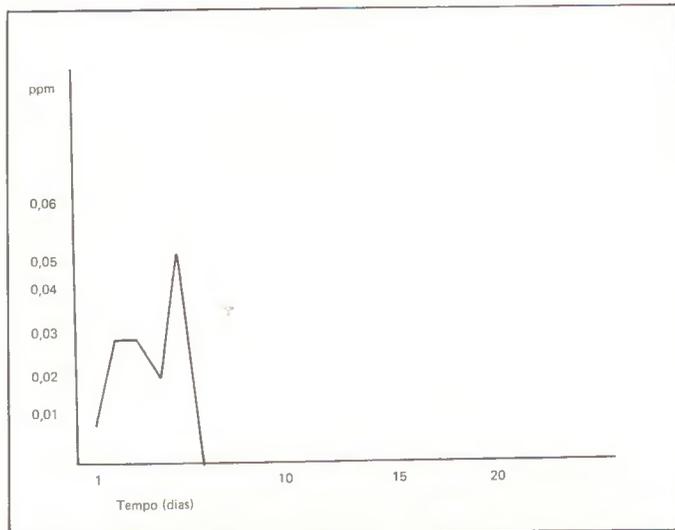


Fig. 4 – Variação apresentada pela concentração pelo zinco.

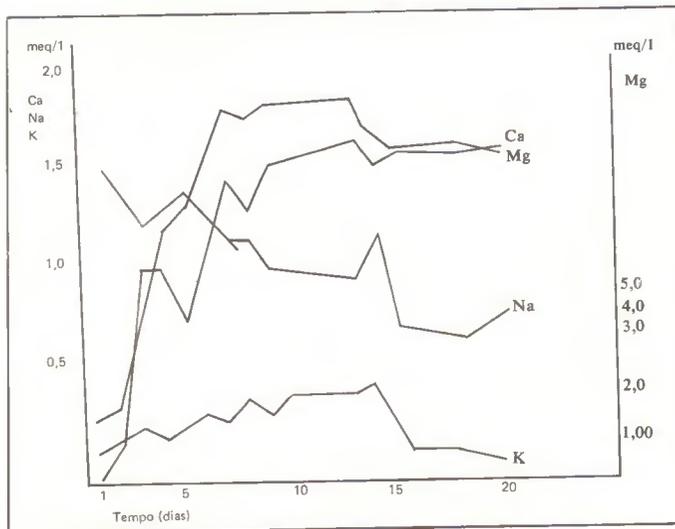


Fig. 5 – Variações apresentadas pela concentração de cálcio, magnésio, potássio e sódio.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – ALVARADO, J.R. *Cantidad e manejo de água*. Cali, CIAT, 1978. (Curso Produccion de Arroz, set. 1978).
- 2 – CHEANEY, R.L. *El manejo de suelos para el cultivo de arroz*. Cali, CIAT, 1975. (Curso postgraduados de técnicos de suelos, set. 1975).
- 3 – EMBRAPA. *Projeto de pesquisa em arroz para as várzeas da região do Trópico Úmido brasileiro*. Belém, CPATU, 1976. 17p. (datilografado)
- 4 – EMBRATER & EMBRAPA. *Sistemas de produção de arroz, feijão, milho e mandioca, Estado do Amazonas, Manaus*. Manaus, 1982. 65p. (Boletim, 2).
- 5 – FERREIRA, W. de A. *Dinâmica dos processos físico-químicos em solos submersos*. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1981. 7p. (Seminário Interno do CPATU, Belém, 1981)
- 6 – GOTOH, S. & YAMASHITA, K. Oxation-reduction potential of a paddy soil in situ with special reference to the production of ferrous iron, manganous, manganese and sulfide. *SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRICTIONS*, Tokio, 12 (6): 24-32, 1966.
- 7 – HESSE, P. R. *A texbook of soil chemical analysis*. New York, Chemical Pub. Co, 1972. 520p.
- 8 – HOWELER, R. H. *La química de suelos inundados*. Cali, CIAT, s.d. (mimeografado)

- 9 – INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE.
Fied problems of tropical rice. Los Baños, IRRI, 1983. 172p.
- 10- MORAES, V.H.F. & BASTOS, J.B. Variações de pH e da solubilidade do fósforo em solo da várzea inundada. *BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA*, Belém (4):33-40,1971.
- 11 – PONNAMPERUMA, F.N. Dynamic aspects of flooded soil. In: _____ . *The mineral nutritions of the rice plant.* Baltimore, J. Hopkins Press, 1964. p. 295-328
- 12 – _____. The chemistry of sumerged soil. *ADVANCES IN AGRONOMY*, New York, 24:29-96, 1972.
- 13 – _____. Factores de suelos anaerobicos que limitan el crecimiento. In: IRRI. *Anual Report for 1974.* Los Baños, 1975.
- 14 – _____. Comportamiento de elementos menores en suelos arroceros. In: IRRI. *Anual Report for 1976.* Los Baños, 1977.
- 15 – VIEIRA, L.S. *Ocorrência e forma de fósforo em solos da Amazônia, Brasil.* Turrialba, IICA. Centro de Enseñanza e Investigación, 1966. 110p. (Tese Mag. Sc).
- 16 – WALKLEY, A. & BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *SOIL SCIENCE*, Baltimore, 37: 29-38, 1934.

Várzea do Rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação

SÉRGIO BRAZÃO E SILVA; WALDEMAR DE ALMEIDA FERREIRA;
ANTONIO CARDOSO; JOAQUIM BRAGA BASTOS

SILVA, Sérgio Brazão e; FERREIRA, Waldemar de Almeida; CARDOSO, Antonio; BASTOS, Joaquim Braga. Várzea do rio Guamá: características físico-químicas do solo após inundação. BOLETIM DA FCAP, Belém (17): 1-15, dez. 1988.

ABSTRACT: An experiment was conducted on laboratory conditions with four replications, on a "How Humic Gley" soil from the varzea of Guama river, being the soil solution extracted periodically. The redox potential was measured by the use of electrodes fixed on the plots. The pH, Eh, P, V, Na, Ca, Mg, Cv, Al, Zn, Mn and Fe of the soil solution were determined. The maximum reduction was obtained on -240 mV the pH was established around 7,0. The P did not show regular variation as well as most of the measured. The found rates were very much lower than the total rates of the available soil.

FORMAS DE FÓSFORO EM SOLOS AMAZÔNICOS

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	19
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	20
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4 - CONCLUSÃO	26
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

FORMAS DE FÓSFORO EM SOLOS AMAZÔNICOS

Lúcio Salgado VIEIRA
Engenheiro Agrônomo, MS, Professor
Titular da FCAP

RESUMO: *Foram estudadas as formas de fósforo orgânico, de fosfatos de Ca, Al e Fe e de fosfatos solúveis em água, de sete classes de solos da Amazônia. Nestes solos, altamente intemperizados, as quantidades de P total encontradas foram pequenas, com média de 359 ppm. A fração de P inorgânico foi, de maneira geral, baixa e representou de 20 a 50% do fósforo total. A maior parte dos fosfatos inorgânicos se encontrava como fosfato ocluído e solúvel em redutores, os quais foram somente determinados indiretamente. Para a maioria dos solos, os fosfatos de Ca e solúvel em água foram menores que 10% do P total. As relações C/P e N/P orgânicos apresentaram-se bastante variáveis, representando a grande heterogeneidade dos solos estudados e apareceram com valores variando de 6,1 a 1325,0 para um e de 0,7 a 70,0 para outro, respectivamente. É de crer que, com base nos resultados apresentados e na literatura existente, o uso de fertilizantes fosfatados nesses solos resultará muito efetivo.*

1 - INTRODUÇÃO

A Região Amazônica, com aproximadamente 5,8 milhões de quilômetros quadrados, é ainda uma área pouco conhecida que necessita ser melhor estudada. As informações sobre recursos naturais VIEIRA et alii (20) somente agora estão tendo maior desenvoltura, quando as suposições vão sendo paulatinamente suplantadas por informações técnicas e seguras. O estudo dos solos regionais também não tem fugido à regra. A maioria dos trabalhos existentes ainda é do tipo reconhecimento, como o de SOMBROEK (15) e encontra-se espalhada pela região do Médio Amazonas, FALESI et alii (8), do Estuário FALESI et alii (7), VIEIRA e SANTOS (18), Bragantina VIEIRA et alii (19), Xingu FALESI et alii (7), existindo outros sobre utilização de nutrientes e ocorrência de solos FASSBENDER et alii (10), KLINGE (11,12), VIEIRA & BORNEMISZA (17) além daqueles sobre variados assuntos DAY (5) FALESI (6) KLINGE e OHLE (13) VIEIRA (16).

O estudo das várias formas de P nos solos Amazônicos se constitui, portanto, mais uma fonte de informações a ser gerada e a

juntar-se a importância que este elemento possui do ponto de vista edafológico.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Sete foram as classes de solos estudadas, a saber:

a) LATOSSOLO AMARELO; b) CONCRECIONÁRIO LATERÍTICO; c) LATOSSOLO AMARELO HÚMICO; d) TERRA ROXA ESTRUTURADA; e) LATOSSOLO ROXO; f) GLEI POUCO HÚMICO; e g) PODZOL HIDROMÓRFICO.

Para melhor compreensão e interpretação do estudo do fósforo, a Tabela 1 apresenta alguns resultados analíticos dos solos, para os quais VIEIRA (16) apresentou detalhada descrição.

Nas determinações analíticas os métodos usados foram os seguintes:

O pH foi determinado em água na proporção de 1:1 e em solução KCl N na proporção de 1:5.

O carbono orgânico foi determinado por oxidação com bicromato de potássio e o nitrogênio pelo processo de KJELDAHL, usando-se mescla sulfônica e recolhimento do destilado em ácido bórico.

A análise granulométrica empregou o método da pipeta e NaOH N como dispersor.

Para o fracionamento do fósforo inorgânico foi utilizado o processo de CHANG & JACKSON (3), com o qual foram determinados o fósforo solúvel em NH_4Cl , o fosfato de alumínio, o fosfato de ferro e o fosfato de cálcio. Foi também determinado o fósforo orgânico, seguindo-se o processo de Mehta et alii (1954), modificado por VIEIRA (16) devido ao alto conteúdo de ferro de alguns solos estudados. Para o fósforo inorgânico e total foi empregado o método de Mehta et alii modificado por VIEIRA (16). Os demais fosfatos foram calculados pela diferença entre valores e a soma das quatro frações determinadas pelo método de CHANG & JACKSON (3).

Formas de fósforo em solos amazônicos
LÚCIO SALGADO VIEIRA

TABELA 1 – Resultados analíticos das classes de solos estudados.

Solos	Hor.	Prof. cm	p ^H		C %	N %	C/N	Granulometria %		
			H ₂ O	KCl				Areia	Silte	Argila
Latossolo	Ap	0-10	4,2	3,8	2,87	0,19	15	21	19	60
Amarelo	A ₃	10-44	4,8	4,2	0,95	0,07	14	14	12	74
(Itacoatiara - AM)	B ₂₁	44-90	5,0	4,7	0,56	0,06	11	11	14	75
	B ₂₂	90-125	5,2	4,3	0,35	0,04	11	11	17	72
	B ₂₃	125-160	4,8	4,0	0,32	0,04	12	12	20	68
Concrecionário Laterítico (Amapá)	A ₁	0-12	4,4	4,2	1,20	0,12	10	56	14	30
	A ₃	12-40	4,5	4,7	0,70	0,07	10	52	17	31
Lotossolo	B _{2cn}	80-150	4,8	4,4	0,33	0,03	11	48	15	37
	Ap	0-15	4,9	4,5	4,00	0,21	19	20	41	39
Amarelo	A ₁₂	15-35	4,9	4,6	3,78	0,19	20	16	43	41
Húmico (P. Velho - RO)	A ₃	35-78	5,1	4,6	2,41	0,09	27	12	29	59
Latossolo Roxo	B ₂₁	78-110	5,0	4,3	0,99	0,06	17	10	16	74
	B ₂₂	110-150	5,4	4,4	0,54	0,05	11	8	16	76
(Alenquer - PA)	Ap	0-20	6,8	5,8	1,75	0,19	9	40	31	29
	A ₃	20-50	6,8	6,0	0,55	0,07	8	44	26	30
Terra Roxa Estruturada	B ₂₁	50-110	6,7	6,1	0,28	0,03	9	44	22	34
	B ₂₂	110-170	6,9	6,3	0,16	0,02	8	36	25	31
(Altamira - PA)	Ap	0-11	5,8	5,2	1,14	0,14	11	32	27	41
	B ₂₁	28-60	6,0	5,4	0,32	0,05	6	25	22	53
Glei Pouco Húmico (Pedreira - MA)	B ₂₂	60-110	6,3	5,8	0,27	0,03	9	26	20	54
	B ₂₃	110-160	6,4	5,6	0,19	0,03	6	27	20	53
Podzol Hidromórfico (Manaus-AM)	A ₁	0-10	4,8	3,9	1,36	0,15	9	30	24	46
	A _{3g}	10-30	4,6	3,8	0,53	0,09	6	24	14	62
C _{1g}	C _{1g}	30-62	4,7	3,8	0,35	0,05	7	42	8	50
	C _{2g}	62-91	4,8	3,7	0,32	0,04	8	42	6	52
B _h	A ₁	0-20	4,0	3,6	3,84	0,19	20	88	8	4
	A ₂₁	20-60	4,5	3,9	0,30	0,02	15	98	1	1
B _h	A ₂₂	60-100	4,4	3,8	0,32	0,02	16	99	1	1
	B _h	100-130	3,9	3,8	1,48	0,10	15	91	5	4

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 2, onde são apresentadas as frações orgânica e inorgânica do P total, pode ser observado que os solos estudados, com exceção da Terra Roxa Estruturada de Altamira (Pará), apresentam teores baixos de todas as categorias de fósforo. Isto coincide com evidência indireta apresentada por vários investigadores KLINGE & OHLE (13); VIEIRA & BORNEMISZA (17); ROEDER & BORNEMISZA (14) para a Região Amazônica e circunvizinhança.

As quantidades de fósforo orgânico encontradas são bastante baixas e consideravelmente menores que as registradas por BORNEMISZA & IGUE (2) para solos mais jovens de Costa Rica. O que se verifica é que a baixa quantidade de P orgânico está de acordo com a tendência geral indicada na literatura BORNEMISZA (1) para solos com baixo conteúdo de P total e envelhecidos, como foi demonstrado pelo trabalho de DAHNKE et alii (4) para solos de El Salvador.

A contribuição do P orgânico ao P total foi moderada, pois a maioria somente contém um pouco mais de 20% do P total na forma orgânica e destes somente uns 4% contiveram mais P orgânico que P inorgânico, dados bastante diferentes dos determinados para os solos jovens de Costa Rica, BORNEMISZA & IGUE (2), onde a porcentagem média de P orgânico para o P total alcançou a mais de 50%. Entretanto, esta baixa porcentagem é muito similar a encontrada por DAHNKE et alii (4) em Latossolos velhos de El Salvador.

Foi observado também uma maior contribuição do P orgânico no caso do Latossolo Roxo e da Terra Roxa Estruturada, enquanto que esta contribuição se faz menos importante no caso do Gleí Pouco Húmido, do Latossolo Amarelo e do Concrecionário Laterítico (Latossolo Amarelo, fase pedregosa I).

As relações C/P orgânico foram em geral de valores numéricos inferiores às médias indicadas na literatura para solos tropicais BORNEMISZA (1). Isto provavelmente se deve ao fato do método de

Mehta et alii modificado por VIEIRA (16), aqui usado, extrair de maneira mais completa o P orgânico dos solos, reduzindo o valor C/P orgânico, à semelhança do observado para outros solos tropicais.

Como se tem notado em outros trabalhos executados nos trópicos, nas amostras estudadas também a relação C/P orgânico decresce em profundidade, indicando que a matéria orgânica é mais rica em P nos horizontes inferiores.

A relação N/P orgânico foi bastante variável, considerando todos os solos. Entretanto, para o Podzol Hidromórfico e para o Latossolo Amarelo observaram-se valores acima de 20.

Baseado nisto e nos resultados obtidos por FASSBENDER (9) que indicou somente uma fixação moderada de fósforo para alguns destes mesmos solos, se pode esperar que a análise química deverá refletir bem o conteúdo de P disponível e que suas respostas à adubação têm uma boa possibilidade de ser proporcionais e previsíveis pelos dados analíticos.

Os resultados do fracionamento do P inorgânico em diferentes categorias, mediante a metodologia de CHANG & JACKSON (3), TABELA 3, serviram como correspondentes do fósforo inorgânico determinado pelo método de Mehta et alii modificado por VIEIRA (16), que também estão apresentados na mesma tabela. Muito embora as diferentes frações de P inorgânico tenham sido determinadas pelo método de CHANG & JACKSON (3) crê-se que os valores obtidos sejam passíveis de estimação, muito embora indiretamente, com os resultados determinados pelo método de Mehta et alii modificado. As colunas das outras formas de P inorgânico correspondem à soma dos fosfatos ocluídos e solúveis em redutores de CHANG & JACKSON (3), os quais não foram aqui determinados diretamente.

Em geral, o que se nota, como é comum para solos envelhecidos, é a maior quantidade de P se encontrar na forma ocluída ou solúvel em redutores, que aqui foi chamado de outras formas de P inorgânico. Esta fração inclui metade do P inorgânico total presente em 70% das amostras estudadas.

TABELA 2 - Fósforo total, orgânico e inorgânico, relações C/P orgânico N/P orgânico e porcentagem de P orgânico dos solos estudados.

Solos	Hor.	Formas de fósforo em ppm			Relações		P orgânico em % do P total
		Total	Inorg.	Organ.	C/P	N/P	
Latossolo Amarelo (Itacoatiara-AM)	Ap	198	171	27	1063,0	70,0	13,6
	A ₃	120	105	15	634,0	47,0	12,5
	B ₂₁	135	122	13	423,0	46,0	9,6
	B ₂₂	96	82	14	250,0	29,0	14,6
	B ₂₃	107	96	11	291,0	36,0	10,3
Concrecionário Laterítico (Amapá)	A ₁	290	113	177	68,0	6,8	61,0
	A ₃	193	97	96	73,0	7,3	49,7
	B _{2cn}	168	95	73	45,0	4,1	43,4
Latossolo Amarelo Húmico (Porto Velho - RO)	Ap	327	211	116	344,0	18,0	35,5
	A ₁₂	333	235	98	385,0	19,2	29,4
	A ₃	382	209	73	330,0	12,3	19,2
	B ₂₁	271	205	66	150,0	9,1	24,3
	B ₂₂	274	198	76	71,0	6,6	27,7
Latossolo Roxo (Alenquer - PA)	Ap	522	202	320	55,0	6,0	61,3
	A ₃	353	182	171	32,0	4,1	48,0
	B ₂₁	312	202	110	25,0	2,7	35,2
	B ₂₂	366	280	86	19,0	2,3	24,5
Terra Roxa Estruturada (Altamira - PA)	Ap	1521	823	698	21,0	2,0	33,8
	B ₂₁	1305	999	306	10,5	1,6	28,9
	B ₂₂	1293	988	305	8,9	1,0	20,0
	B ₂₃	1293	981	312	6,1	0,9	15,7
Glei Pouco Húmico (Pedreira - MA)	A ₁	349	231	118	115,0	12,7	33,8
	A _{3g}	154	111	43	118,0	20,0	28,9
	C _{1g}	145	116	29	120,0	17,0	20,0
	C _{2g}	140	118	22	145,0	18,0	15,7
Podzol Hidromórfico (Manaus - AM)	A ₁	137	108	29	1325,0	66,0	21,2
	A ₂₁	46	43	3	1000,0	67,0	6,5
	A ₂₂	40	28	12	267,0	17,0	30,0
	B _h	352	129	223	60,0	4,5	63,4

TABELA 3 – Formas de fosfatos inorgânicos em amostras dos solos estudados.

Solos	Formas de fósforo (ppm)						P inorg. total
	Hor.	Sol. em H ₂ O	Al-P	Fe-P	Ca-P	Outras formas de P	
Latossolo Amarelo (Itacoatiara-AM)	Ap	tr	49	39	6	77	171
	A ₃	0,1	13	13	15	64	105
	B ₂₁	tr	16	7	17	82	122
	B ₂₂	tr	24	10	16	32	82
	B ₂₃	tr	12	14	12	58	96
Concrecionário Laterítico (Macapá-AP)	A ₁	tr	15	39	6	53	113
	A ₃	tr	11	27	8	51	97
	B _{2cn}	2,0	5	18	6	64	95
Latossolo Amarelo Húmico (Porto Velho - RO)	Ap	tr	63	42	1	105	211
	A ₁₂	tr	57	43	1	134	235
	A ₃	tr	22	37	1	149	209
	B ₂₁	tr	22	32	5	146	205
	B ₂₂	1,4	12	34	3	148	198
Latossolo Roxo (Alenquer - PA)	Ap	2,0	16	33	12	139	202
	A ₃	1,0	6	27	4	144	182
	B ₂₁	tr	7	42	9	143	202
	B ₂₂	1,0	11	43	9	216	280
Terra Roxa Estruturada (Altamira - PA)	Ap	1,0	14	126	15	667	823
	B ₂₁	2,0	24	275	18	680	999
	B ₂₂	3,0	33	297	17	638	988
	B ₂₃	3,0	28	299	18	633	981
Glei Pouco Húmico (Pedreira-MA)	A ₁	tr	25	144	15	84	239
	A _{3g}	1,0	9	30	4	94	138
	C _{1g}	1,0	8	27	8	205	249
	C _{2g}	2,0	15	39	10	177	243
Podzol Hidromórfico (Manaus-AM)	A ₁	12,0	40	13	2	41	108
	A ₂₁	4,0	9	10	4	16	43
	A ₂₂	4,0	10	8	5	1	28
	B _h	4,0	52	8	3	62	129

tr = traços

No Latossolo Amarelo, nos horizontes superiores do Latossolo Amarelo Húmico e no Podzol Hidromórfico, foi observado que a categoria quimicamente maior era a do fosfato de alumínio. Ao contrário, no Latossolo Roxo, na Terra Roxa Estruturada, no Concrecionário Laterítico e no Glei Pouco Húmico, foi encontrado mais fosfato de ferro que o de alumínio. Esta alta contribuição do fosfato de alumínio é comparável com a informação de DAHNKE et alii (4) para alguns Latossolos e confirmado por dados de FASSBENDER (9) que encontrou, para os mesmos solos aqui estudados, uma grande parte de P fixado sob a forma de fosfato de alumínio.

Como é comum em solos ácidos e altamente intemperizados, a quantidade de fosfatos solúveis em água apresentou-se baixa e constituindo-se uma pequena porção dos fosfatos inorgânicos totais. Isto indica a pequena quantidade imediatamente disponível do elemento e também a apreciável quantidade de fosfato de ferro e alumínio a ser considerada na determinação do P disponível.

4 – CONCLUSÃO

- a) os solos estudados, com exceção da Terra Roxa Estruturada de Altamira (Pa), possuem baixos teores de todas as categorias de P ;
- b) a contribuição do P orgânico no solo foi da ordem de 20% do P total;
- c) houve maior contribuição do P orgânico no Latossolo Roxo do que na Terra Roxa Estruturada e menor no Latossolo Amarelo, Concrecionário Laterítico e Glei Pouco Húmico;

- d) a relação N/P foi bastante variável. Somente no Latossolo Amarelo e no Podzol Hidromórfico os valores estiveram acima de 20;
- e) a relação C/P decresceu com a profundidade, o que indica que a matéria orgânica é superficialmente mais rica em P;
- f) é possível esperar para os solos estudados, que a análise química reflita o conteúdo real de P disponível e possibilite respostas proporcionais à adubação fosfatada;
- g) a maior parte do P existente nos solos estudados se encontra na forma inorgânica;
- h) o fosfato de alumínio domina na fração inorgânica do Latossolo Amarelo, Latossolo Amarelo Húmico e Podzol Hidromórfico e o fosfato de ferro no Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada, Concrecionário Laterítico e Glei Pouco Húmico;
- i) como é comum nos solos ácidos, o P solúvel em água representa uma pequena parte do P inorgânico total.

(Aprovado para publicação em 14.3.88)

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BORNEMISZA, E. El fósforo orgánico en suelos tropicales. *TURRIALBA*, Turrialba, 16(1): 33-38, mar. 1966.
- 2 - _____ & IGUE, K. A comparison of three methods for determining organic phosphorus in Costa Rican Soils. *SOIL SCIENCE*, Baltimore, 103(5): 347-354, 1967.

- 3 - CHANG, S.C. & JACKSON, M.L. Fractionation of soil phosphorus. *SOIL SCIENCE*, Baltimore, 84(2): 133-144, 1957.
- 4 - DAHNKE, W.C. et alii. Phosphorus fractions in selected soils profiles of El Salvador as related to their development. *SOIL SCIENCE*, Baltimore, 90(1): 33-38, 1964.
- 5 - DAY, Th.H. *Guide to the classification of late Tertiary and Quaternary soils of the Lower Amazon Valley*. Belém, FAO/SPVEA Mission, 1959. 69p. (Mimeografado)
- 6 - FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. In: *Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Belém, 1966. *Atas*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisa, 1967. V.1 - Geociências, p. 151-168.
- 7 - _____ et alii. *Contribuição ao estudo dos solos de Altamira*. (região fisiográfica do Xingu). Belém, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, 1967. 47p. (IPEAN. Circular, 10).
- 8 - _____ et alii. *Levantamento de reconhecimento dos solos da Colônia Agrícola Paes de Carvalho, Alenquer-Pará*. Belém, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Norte, 1970. 150p. (IPEAN. Série: Solos da Amazônia, v.2, n.2).
- 9 - FASSBENDER, H.W. Retención y transformación de fósforos em 8 latosoles de la Amazonía del Brasil. *FITOTECNIA LATINOAMERICANA*, San José, 6(1): 1-9, ene./jun. 1969.

- 10 - FASSBENDER, H.W.; VIEIRA, L.S.: STABILE, M. E. Equilibrios catiónicos y liberación de potasio en algunos suelos de la Amazonía del Brasil. *REVISTA DE LA POTASSA*, Bern, 4 (56): 1-9, 1970.
- 11 - KLINGE, H. Podzols soils in the Amazon basin. *JOURNAL OF SOIL SCIENCE*, Oxford, 16(1): 95-103, mar. 1965.
- 12 - _____. Podzols soils: a source of blackwater rivers in Amazonia. In: *Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Belém, 1966. *Atas*. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisa, 1967. v.3 - Limnologia, p. 117-125.
- 13 - _____ & OHLE, W. Chemical properties of rivers in the Amazonian area in relation to soil conditions. *VERHANDLUNGEN FUR LIMNOLOGY*, Stuttgart, 18(4): 443-49, 1964.
- 14 - ROEDER, M. & BORNEMISZA, E. Algunas propiedades de suelos de la región Amazónica del Estado do Maranhão, Brasil. *TURRIALBA*, Turrialba, 18(1): 39-44, mar. 1968.
- 15 - SOMBROEK, W. G. *Amazon Soils*: a reconnaissance of the soil of the Brazilian Amazon Region. Wageningen, Center for Agricultural Publication and Documentation, 1966. 292p.
- 16 - VIEIRA; L.S. *Ocorrência e formas de fósforo em solos da Amazônia, Brasil*. IICA. Centro de Enseñanza e Investigación, 1966. 110p. (Tese (Mag. Sc.) - IICA. Centro de Enseñanza e Investigación).

- 17 - VIEIRA, L.S. & BORNEMISZA, E. Categorías de fósforos en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonía de Brasil. *TURRIALBA*, Turrialba, 18(3): 242-
- 18 - _____ & SANTOS, W.H. dos. Contribuição ao estudo dos solos de Breves. *BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO AGRONÔMICO DO NORTE*, Belém (42): 33-55, 1962.
- 19 - _____ et alii. Levantamento de reconhecimento dos solos da Região Bragantina, Estado do Pará. *BOLETIM TÉCNICO DO INSTITUTO DE PESQUISAS E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIAS DO NORTE*, Belém (47): 1-63, 1967.

VIEIRA, Lúcio Salgado. Formas de fósforo em solos amazônicos. *BOLETIM DA FCAP*, Belém (17): 17-30, dez. 1988.

ABSTRACT: *In soils samples taken different profiles of seven soils groups of the Bazilian Amazon Region, their organic, total, Ca, Al, Fe and water soluble phosphates were determined. It was observed that the organic phosphate fraction is small and in 70% of the soils it represents more or less 20% of the total P present. The largest inorganic P fraction correspond to the occluded and reductant soluble P, only indirectly determined here. The C/P and N/P organic rations found were rater variable, reflecting the heterogeneity of the soils studied. The average for two rations ate 217 and 15,7. Based on these results, it is believed that the use of phosphatic fertilizers could result in increased production.*

AS TERRAS ROXAS ESTRUTURADAS DA AMAZÔNIA

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	33
2 - MATERIAL E MÉTODO	35
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4 - CONCLUSÃO	40
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

AS TERRAS ROXAS ESTRUTURADAS DA AMAZÔNIA

Lúcio Salgado VIEIRA
Engenheiro Agrônomo, MS, Professor
Titular da FCAP.

Paulo César Tadeu C. dos SANTOS
Engenheiro Agrônomo, MS, Professor
Adjunto da FCAP.

Moacir Azevedo VALENTE¹
Engenheiro Agrônomo, IDESP-PA.

Raimundo Cosme de OLIVEIRA JÚNIOR¹
Engenheiro Agrônomo, EMBRAPA
CNPDS - AM.

RESUMO: *As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são solos predominantemente eutróficos, profundos, onde a CTC apresenta-se variando, em média, entre 8,03 e 18,52 meq/100g de solo; Ki em média oscilando no perfil entre 2,06 e 2,13; relação Al_2O_3/Fe_2O_3 em média encontrada entre 1,58 e 1,78; e o Fe_2O_3 livre variando em média entre 11,20 e 12,64%. Possuem CTC predominantemente influenciada pelo conteúdo de matéria orgânica do solo, chegando esta a participar, em média, com 81% das trocas processadas no horizonte A. Apresentam dominância de caolinita e subdominância de óxidos de Fe e Al no material mineral e variabilidade da CTC da fração mineral possivelmente devida à subdivisão de partículas argilosas e desordem de sua rede cristalina.*

1 - INTRODUÇÃO

As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia ocupam áreas de pequena extensão, quando comparadas às dos demais solos aí encontrados. Nesta região os estudos levados a efeito dizem mais respeito ao mapeamento e caracterizações física e química, não havendo ainda maior preocupação sobre a interação que deve existir entre elas e as plantas. Apesar disso, já tem havido interesse de pesquisadores para estudos que levam em conta o perfil, como um todo, no processo de utilização dos solos. HARA (4), por exemplo, explica que para ser compreendido o comportamento dos vegetais no solo é necessário que sejam acumulados conhecimentos de suas características intrínsecas, não somente dos hori-

(1) Estudantes de Pós-Graduação da FCAP, Mestrado em Agropecuária Tropical

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

zontes superficiais, os maiores responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, como também dos horizontes subsuperficiais, menos influenciados pelos processos de utilização e que refletem as suas características originais.

As Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são solos com conteúdo elevado dominante de bases trocáveis, mas que apresentam muito baixo teor de fósforo disponível, apesar de possuírem elevado conteúdo de fósforo total VIEIRA & BORNEMISZA (11). Segundo FALESI et alii (3); VIEIRA et alii (14); VIEIRA (10); VIEIRA & VIEIRA (13); VIEIRA et alii (15); ROSATELLI et alii (9), CORREA et alii (2), as Terras Roxas Estruturadas da Amazônia são semelhantes às encontradas na parte sul do Brasil e se assemelham aos "Low Humic Latosol" descritos por Sherman e Alexander, citados por VIEIRA & VIEIRA (13) e por CLINE et alii (1) no Havá e aos Reddish Brown Lateritic Soils encontrados no sul dos Estados Unidos da América. São solos minerais argilosos originados predominantemente da decomposição de rochas sub-básicas, básicas e ultra-básicas que, segundo Almeida, citado por FALESI et alii (3), pertencem ao Triássico ou ao Jurássico - Cretáceo.

Conforme o que demonstram VIEIRA & SANTOS (12) e KITAKAWA & MÖLLER (6, 7, 8), estes solos apresentam dominância de materiais argilosos de baixa capacidade de troca catiônica. Possuem em subdominância goetita (Gt) e hematita (Hm) responsáveis pela cor vermelho-fosco que apresentam VIEIRA & SANTOS (12). Segundo KAMPF & SCHWERTMANN (5) a cor dos solos é determinada pelo tipo de óxido de ferro neles encontrado, o que vem reforçar a sua participação na intensidade da cor. Tais autores explicam que o matiz Munsell está relacionado com o quociente $Hm/(Hm + Gt)$. À medida que a proporção de hematita (Hm) se aproxima de 50%, o matiz altera-se de 10YR para 2,5YR e 5YR e amostras úmidas e secas, o aumento de 50 a 92% no conteúdo de hematita produz, entretanto, menores alterações na cor, que passa de 2,5 YR para 10R. Esta fraca alteração é verificada quando o quociente $Hm/(Hm + Gt) > 0,5$, o

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

que dificulta a diferenciação de solos com dominância de hematita.

Além dos óxidos citados, existem também neles a presença de óxidos de manganês e titânio.

2 – MATERIAL E MÉTODO

Foram selecionados 13 perfis de Terra Roxa Estruturada descritas em várias partes da Amazônia, nos quais foram estudados os horizontes A₁, A₃, B₁ e B₂.

A capacidade de troca catiônica (CT) da matéria orgânica foi determinada pela fórmula de VIEIRA & SANTOS (12) como segue:

$$CT \text{ da MO.} = \frac{CTC (\% C \times 4,5)}{(\% \text{ arg.} \times 0,08) + (\% C \times 4,5)}$$

Os resultados analíticos dos solos selecionados foram submetidos à análise estatística para a determinação dos valores médios, máximos e mínimos, da variância, do desvio padrão, da assimetria e da coeficiência de variação.

O valor “t”, calculado para o coeficiente de assimetria, foi determinado pela fórmula $t = gl/sgl$, onde gl é o grau de liberdade e sgl o desvio padrão do coeficiente de assimetria.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Terras Roxas Estruturadas eutróficas apresentam textura com valores médios de silte variando no horizonte A de 27 a 28% e em torno de 23% no horizonte B, considerando aqui somente o B₁ e o B₂. Segundo VIEIRA & SANTOS (12), os valores extremos mínimos e máximos (limites inferiores e superiores) variam, no perfil de 11% na B₂ a 38% no A₁, respectivamente (Tabelas 1 e 2).

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

TABELA 1 – Resultados analíticos médios das Terras Roxas Estruturadas eutróficas, textura argilosa e muito argilosa da Amazônia.

HOR.	Granulometria %		Argila natural %	Grau floc. %	Silte Argila
	Silte	Argila total			
A ₁	28	38	19	53	0,75
A ₃	27	50	19	60	0,59
B ₁	23	55	7	84	0,48
B ₂	23	57	7	92	0,41

%			Ki	Kr	Fe ₂ O ₃ (livre) %	%		C/N
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃				C	N	
17,62	15,55	16,82	2,11	1,16	11,20	2,91	0,27	8
19,16	16,61	18,44	2,13	1,21	12,58	1,07	0,12	8
21,16	18,22	17,11	2,08	1,27	12,50	0,58	0,08	7
24,41	19,89	19,13	2,06	1,30	12,64	0,34	0,04	9

pH		ΔpH	Al ₂ O ₃	100 Al	P ₂ O ₅
H ₂ O	KCl		Fe ₂ O ₃	Al + S	mg/100g
6,1	5,5	-0,6	1,78	4	0,79
6,1	5,3	-0,8	1,69	2	0,43
6,1	5,5	-0,6	1,88	4	0,38
5,9	5,3	-0,6	1,76	4	0,32

Complexo Sortivo meq/100g								V
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺⁺	S	H ⁺	Al ⁺⁺⁺	T	%
13,12	2,76	0,36	0,28	16,52	1,79	0,05	18,36	90
6,17	1,47	0,22	0,17	8,03	1,82	0,16	10,01	80
3,85	1,23	0,18	0,16	5,42	1,45	0,17	7,04	77
2,76	1,28	0,15	0,13	4,32	1,29	0,23	5,84	74

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

TABELA 2 – Resultados analíticos máximos e mínimos extremos das Terras Roxas Estruturadas eutróficas, textura argilosa e muito argilosa da Amazônia.

HOR.	Granulometria %				Silte/Argila		Ki	
	Silte		Argila total		MAX	MIN	MAX	MIN
	MAX	MIN	MAX	MIN				
A1	38	16	48	23	1,24	0,40	2,71	1,05
A3	32	19	60	26	1,19	0,40	2,61	1,33
B1	37	14	69	34	1,08	0,21	2,53	1,26
B2	40	11	70	35	0,88	0,15	2,71	0,68

Fe ₂ O ₃ livre %		C%		pH				Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	
MAX	MIN	MAX	MIN	H ₂ O		KCl		MAX	MIN
				MAX	MIN	MAX	MIN		
13,30	10,20	6,30	1,35	7,0	5,2	6,5	4,6	4,73	0,50
15,60	11,20	2,10	0,60	7,3	5,2	6,1	4,8	3,10	0,53
15,60	11,60	0,90	0,30	6,9	5,3	5,5	5,0	2,99	0,83
15,50	11,80	0,60	0,20	6,9	4,9	6,2	4,8	3,15	1,21

Complexo Sort. meq/100g				V %		P ₂ O ₅ meq/100g	
S		T		MAX	MIN	MAX	MIN
MAX	MIN	MAX	MIN				
37,28	5,73	39,86	8,12	99	70	2,31	< 0,11
11,82	2,82	23,23	4,96	98	57	0,55	< 0,11
10,34	2,31	14,16	3,63	97	53	0,55	< 0,11
6,94	2,30	9,70	3,21	97	50	0,96	< 0,11

Apresentam alto grau de flocculação de argila, principalmente no horizonte B, devido, em grande parte, à subdominância dos óxidos de ferro na fração argilosa; possuem capacidade de troca catiônica, em média, variando de 10,01 a 18,36 meq/100g de solo no A e de 5,84 a 7,04 meq/100g de solo no B, com valores extremos mínimos e máximos, VIEIRA & SANTOS (12) que vão de 3,21 meq/100g de solo no B₂ a 39,86 meq/100g de solo no A₁; média da saturação de bases variando no perfil de 74% (B₂) a 90% (A₁); e baixo conteúdo de fósforo disponível, apesar de, segundo VIEIRA & BORNEMISZA (11), conterem elevado conteúdo de P total em forma não utilizável.

Apresentam relação Ki variando, em média, entre 2,06 (B₂) a 2,13 (A₃) no perfil, com valores extremos, segundo VIEIRA & SANTOS (12), de 0,68 (B₂) e 2,71 (A₁ e B₂); a relação Al₂O₃/Fe₂O₃ varia, em média, entre 1,58 e 1,88, com valores extremos mínimos e máximos de 0,50 e 4,73, respectivamente. O Fe₂O₃ livre varia, em média, no perfil, de 11,20 a 12,64%, apresentando limite inferior de 10,20% e limite superior de 15,60%.

Com respeito às trocas catiônicas da matéria orgânica destes solos, verifica-se haver dominância bastante marcante, em relação à CTC da argila (Tabela 3). No horizonte A₁ pode chegar a 91%, embora os valores médios estejam entre 54 e 81% no horizonte A e entre 25 e 40% no horizonte B₁, valores estes que se aproximam ao dos Latossolos Amarelos, apesar de não diferirem muito dos demais Latossolos, VIEIRA & SANTOS (12).

Nas Terras Roxas Estruturadas amazônicas, as adições de matéria orgânica ao solo estão grandemente influenciadas pela acentuada intemperização biológica a que vem sendo submetida, e a sua diluição no perfil é o reflexo de intensa lixiviação proporcionada pela precipitação pluviométrica regional elevada e concentrada em um período bastante longo, seguido de um período seco característico. Nelas as remoções são contrabalançadas pela intemperização dos minerais primários nos solos eutróficos e são bastante acentuadas nos solos distróficos, onde o pH demonstra acidez elevada, condição que possibilita maior disponibilidade de Fe e Al,

proporcionando inclusive a intemperização dos silicatos secundários. Por sua vez, a matéria orgânica condiciona que, principalmente, os compostos de Fe sejam translocados e possam contribuir na formação dos micro-agregados, fortemente cimentados, que podem mascarar a determinação da composição granulométrica destes solos. Dessa maneira haveria a falsa idéia de valores mais elevados de silte e menores de argila.

São solos que apresentam alto grau de floculação das argilas minerais, condição que contribui para a formação de uma macroestrutura de moderada a fortemente desenvolvida, como acontece nas Terras Roxas Estruturadas do município de Óbidos, no estado do Pará.

Os índices Ki destes solos apresentam-se elevados, possivelmente devido à ação dos compostos orgânicos sobre os compostos de Fe e Al ou da liberação da sílica em pH adequado. Assim sendo, os valores tendem sempre a decrescer em profundidade, o que pode ser devido a um maior conteúdo de Al liberado pela distribuição biológica dos quelatos nos solos distróficos ou por maior perda de sílica nos solos eutróficos.

Outro fato a considerar é a relação Al_2O_3 / Fe_2O_3 que indica a existência de um acúmulo de Fe_2O_3 em relação ao Al_2O_3 .

A CTC da fração organo-mineral, tanto nos solos eutróficos como nos distróficos, apresenta grande variação nos valores encontrados, refletindo, dessa maneira, o alto coeficiente de variação encontrado. Por outro lado, sabendo-se de dominância da Caolinita e subdominância dos óxidos de Fe e Al nestes solos VIEIRA & SANTOS (12) não deveria haver valores discordantes da CTC da fração mineral dos vários perfis estudados. Isto, entretanto, reflete a presença de partículas de tamanhos diferentes na composição da fração argilosa, associada a um maior ou menor conteúdo de óxido de Fe e à desordem da rede cristalina de alguns minerais argilosos. Quando há diminuição do tamanho das partículas da caolinita, há aumento do conteúdo de Fe, daí então a variação encontrada na CTC da fração argilo-mineral destes solos da Região Amazônica, nos quais existe alto conteúdo de Fe_2O_3 livre.

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

TABELA 3 – Capacidade de troca catiônica (CT) da matéria orgânica, por 100g de solo, das Terras Roxas Estruturadas da Amazônia, segundo VIEIRA & SANTOS, 1987.

Solo Hor.	CTC *			CT da Matéria Orgânica					
	meq/100g			meq/100g			%		
	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN
TEe A ₁	27,95	18,36	9,24	25,42	14,90	6,43	91	81	69
A ₃	16,78	10,01	5,95	12,70	5,46	2,14	75	54	36
B ₁	10,79	7,04	6,41	6,42	2,62	1,25	59	37	19
B ₂	8,83	5,84	5,79	3,71	1,46	1,06	36	25	18
TEd A ₁	14,53	11,43	11,87	11,99	8,61	8,23	82	75	72
A ₃	7,96	7,12	4,14	4,97	4,00	1,84	62	56	44
B ₁	8,04	5,64	4,89	3,49	2,25	1,63	43	40	33
B ₂	8,35	5,10	5,77	2,34	1,21	1,07	32	25	18

* Os valores máximo, médio e mínimo da CTC total estão relacionados aos valores máximo, médio e mínimo da CT da matéria orgânica. TEe – Terra Roxa Estruturada eutrófica; TEd – Terra Roxa Estruturada distrófica.

Portanto, os resultados analíticos apresentados por estes solos descritos e coletados na Amazônia, constantes dos vários trabalhos publicados nos últimos 30 anos, não possuem representatividade em relação às médias, talvez devido aos poucos dados disponíveis e analisados. Apesar disso, os dados estudados demonstraram uma tendência lógica e portanto devem ser considerados como um ponto de referência para trabalhos futuros mais precisos.

4 – CONCLUSÃO

A partir dos dados estudados foi possível concluir que:

- existe uma heterogeneidade bastante grande dos dados analíticos disponíveis com relação à morfologia destes solos;

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

- b) as médias determinadas deverão ser tomadas somente como ponto de referência para outros trabalhos onde os dados a estudar possam estar estatisticamente ajustados;
- c) a capacidade de troca catiônica dos solos está bastante influenciada pelo teor de matéria orgânica neles encontrados, pois a capacidade de troca da matéria orgânica chega a alcançar valores entre 54 e 81%, em média, das trocas processadas no horizonte A₁.

(Aprovado para publicação em 14.3.88)

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - CLINE, M.G. et alii. *Soil survey of territory of Hawaii; islands of Hawaii, Kawai, Lanai, Mani, Molokai and Oahu*. Washington D.C., U.S. Department of Agriculture, 1939, 1955. p. 3-635. (Soil Survey Series, 25)
- 2 - CORREA, P.R.S. et alii. Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM-BRASIL. *Folha NA. 20-Boa Vista e parte das folhas NA-21-Tumucumaque, NB-20 -Roraima e NB-21*; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. p. 183-273 (RADAM-BRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 8)
- 3 - FALESI, I.C. et alii. *Levantamento de reconhecimento dos solos da colônia agrícola Paes de Carvalho, Alenquer - Pará*. Belém, Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Norte, 1970. 150p. (IPEAN. Série: Solos da Amazônia, v.2, nº 2)

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

- 4 – HARA, T. *Capacidade de troca catiônica de três solos de Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974. 74p. (Tese de Mestrado)
- 5 – KAMPF, N. & SCHWERTMANN, U. Relação entre óxidos de ferro e a cor em solos cauliniticos do Rio Grande do Sul. *REV. BRAS. CIÊNCIA SOLO*, Brasília, 7(1): 27-31, jan./abr. 1983.
- 6 – KITAGAWA, Y. & MOLLER, M.R.F. Clay mineralogy of some typical soils in Brazilian Amazon region. *PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA*, Brasília, 14(3): 201-228, jul. 1979.
- 7 – _____. Clay mineralogy of the Terra Roxa Estruturada soils from florest/savannah the Amazon region. *SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION*, Tokio, 25(3): 385-95, 1979.
- 8 – _____. Comparative clay mineralogy of Terra Roxa Estruturada soils in Amazon region. *SOIL SCIENCE & PLANT NUTRITION*, Tokio, 25 (3): 385-95, 1979.
- 9 – ROSATELLI, J.S. et alii. Levantamento exploratório de solos da Folha SB. 22-Araguaia e parte da Folha SC. 22-Tocantins. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SB. 22-Araguaia e parte da Folha SC 22-Tocantins*; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1974. p. III/1-90. (RADAM. Levantamento de Recursos Naturais, 4).
- 10 – VIEIRA, L.S. *Manual da ciência do solo*. São Paulo, Agromônica Ceres, 1975. 464p.

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

- 11 – VIEIRA, L.S. & BORNEMISZA, E. Categorías y formas de fosforo en los principales grandes grupos de suelos en la Amazonia de Brasil. *TURRIALBA*, Turrialba, 18(3): 242 - 48, jul./set., 1968.
- 12 – _____ & SANTOS, P.C.T.C. dos. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo, Agrônômica Ceres, 1987. 450p.
- 13 – _____ & VIEIRA, M. de N.F. *Manual de morfologia e classificação de solos*. São Paulo, Agrônômica Ceres, 1983. 313p.
- 14 – _____; OLIVEIRA, N.V. de C.; BASTOS, T.X. *Os solos do Estado do Pará*. Belém, Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará, 1971. 175p. (IDESP. Cadernos Paraenses, 8)
15. _____ et alii. Folha SB. 21 - Tapajós. III – Levantamento exploratório de solos. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAM. *Folha SB. 21-Tapajós; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, 1975. p. 161-232. (RADAM. Levantamento de Recursos Naturais, 7).

As terras roxas estruturadas da Amazônia

LÚCIO SALGADO VIEIRA; PAULO CÉZAR TADEU C. DOS SANTOS;
MOACIR AZEVEDO VALENTE; RAIMUNDO COSME DE OLIVEIRA
JÚNIOR

VIEIRA, Lúcio Salgado; SANTOS, Paulo César Tadeu C. dos; VALENTE, M.A.; OLIVEIRA Jr., R. C. de. As terras roxas estruturadas da Amazônia. BOLETIM da FCAP, Belém (17): 31-44, dez. 1988.

ABSTRACT: The Terra Roxa Estruturada of Amazonia are dominantly eutrophic soils, deep, where the CEC present with variation in average between 8,03 and 18,52 meg/100g of soils; Ki in average varying between 2,06 and Fe₂O₃ free, varying between 11,20 and 12,64%. They have CEC dominantly influenced by the organic matter content of soil, that has a participation in average of 81% of changes found in a horizon. They present cominantly Kaolinite and subdominance of Fe and Al oxides in mineral material, and variability of CEC of mineral fraction, may be due to subdivision of clay particles and disturbance of structural units.

DETERMINAÇÃO DO FÓSFORO ORGÂNICO EM SOLOS COM ALTO TEOR DE FERRO

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	47
2 - MATERIAL E MÉTODO	48
2.1 MÉTODO	50
2.1.1 - Determinação do P Total	50
2.1.2 - Determinação do P Inorgânico	52
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4 - CONCLUSÃO	53
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

DETERMINAÇÃO DO FÓSFORO ORGÂNICO EM SOLOS COM ALTO TEOR DE FERRO

Lúcio Salgado VIEIRA

Engenheiro Agrônomo, MS, Professor

Titular da FCAP

RESUMO: Método para determinação do conteúdo total de fósforo orgânico e inorgânico em solos que possuem alto teor de ferro livre, como usualmente ocorre em solos amazônicos. Seguiu-se o método de MEHTA et alii, com modificação consistindo na eliminação de cátions através de resina cambiadora fortemente ácida e lavagem da coluna de extratos com solução a 1% de ácido acético, a fim de separar o fósforo retido pelas partículas de resina e absorvido na sílica da amostra, na parte superior da coluna.

1 - INTRODUÇÃO

Grande é a variedade de metodologia para a determinação do fósforo do solo, hoje utilizada. Isto se deve em ser o fósforo um elemento importante no processo de nutrição vegetal e por se encontrar em baixa disponibilidade nos solos tropicais. O seu conteúdo, na maioria dos solos minerais, está em torno de 0,5% BORNEMISZA (6) de onde uma parte se deve aos fosfatos complexos de Al, Fe e Ca e outros fosfatos orgânicos que, segundo BLACK & GORING (5), podem alcançar até 75% do P total ou mesmo 80% em solos tropicais, segundo AWAN (4) e FRIEND & BIRCH (10). A necessidade de melhor conhecimento deste elemento no solo, condicionou o aparecimento de uma série de métodos analíticos que visam a caracterização das várias frações do P de maneira mais aproximada do real. A determinação do P orgânico, por exemplo, se pratica a mais de 75 anos BORNEMISZA (6), mesmo assim ainda hoje segue sempre sendo um problema a ser resolvido. A maior preocupação está em ser indireta a quase totalidade dos métodos, isto é, o P orgânico sendo considerado como a diferença entre o P total e o P inorgânico. Como consequência, qualquer erro irá se refletir na quantidade do P orgânico.

Os métodos utilizados na determinação do P orgânico, segundo BORNEMISZA (6) podem ser classificados em quatro grupos:

a) método da ignição; b) técnica de diferentes extratores; c) uso de água oxigenada; e d) determinações diretas, empregando em determinados casos o carvão ativado como adsorvente.

No método da ignição, a amostra do solo é aquecida a temperatura bastante elevada, de maneira que se processe a liberação do P orgânico das moléculas nas quais se encontra. A temperatura usada está entre 500° e 550° C, CATANI et alii (7), DAHNKE et alii (8), SAUNDERS & WILLIAMS (15), WALKER & ADAMS (18) o suficiente elevada para que haja destruição de toda a matéria orgânica. Apesar dessa dominância de temperaturas bastante elevadas, LEGG & BLACK (12) só empregaram temperaturas até 240° C, com bons resultados, tendo em vista que temperaturas de 500 a 600° C podem causar interferência na determinação do P inorgânico.

Dentre os métodos que utilizam extratores seletivos se destaca o de MEHTA et alii (14) cujos resultados foram comparados por BLACK & GORING (5) e mais adiante por VIEIRA (17). Essa técnica tem sido modificada por ANDERSON (3) e VIEIRA (17). No método de SAUNDERS & WILLIAMS (15) após a ignição se realiza uma extração com H_2SO_4 0,2N; enquanto que no método de DORMAN & WEBSTER (9) bem como o de MAC LEAN (13) que emprega como extrator o $NaHCO_3$.

Finalmente, os métodos que usam H_2O_2 (BLACK & GORING (5); SEN GUPTA & CORNFIELD (16) e aqueles chamados de determinação direta, como o de GORING (11) o de ANDERSON & BLACK (2) e o de ANDERSON (1) que emprega cromatografia de coluna.

2 - MATERIAL E MÉTODO

Para solos com alto teor de ferro livre, na determinação do P foi escolhido o método de MEHTA et alii (14), pela possibilidade que apresenta de extrair maior quantidade de P orgânico. Entretanto, como este método só pode ser usado sob baixas concentrações de Fe, a fim de evitar interferência na determinação do P, a sua utilização é contra-indicada em solos amazônicos, que possuem

Determinação do fósforo orgânico em solos com alto teor de ferro
LÚCIO SALGADO VIEIRA

alto teor de ferro livre. Para evitar essa interferência introduziu-se o uso de uma resina catiônica contida em colunas. Segundo MEHTA et alii (14) a coloração desenvolvida era bastante instável, quando foram usados solos com alta concentração de Fe livre, conforme pode ser visto nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1 — Variação da densidade ótica em função do tempo, devido a interferência do Fe extraído pelo método de MEHTA et alii.

Solo	Hor.	Tempo em minutos									
		1	2	3	4	5	6	8	10	13	15
CL	A ₁	—	—	—	0,043	—	0,028	—	0,025	—	—
	A _{3cn}	—	—	0,059	—	0,050	—	0,045	0,036	0,032	0,026
	B _{21cn}	—	—	0,100	—	0,080	—	0,074	0,060	—	—
CL	A ₁	—	—	0,060	—	0,042	—	0,038	0,030	0,026	0,020
	A _{3cn}	—	—	0,120	—	0,103	—	—	0,083	—	—
	B _{2cn}	—	—	—	0,055	—	0,044	—	0,033	—	—
LR	Ap	0,140	0,130	0,120	0,118	0,105	—	—	0,090	—	—

CL = Concrecionário Laterfítico (Latossolo Amarelo, fase pedregosa I)

LR = Latossolo Roxo

TABELA 2 — Fósforo total, inorgânico e orgânico determinado com e sem utilização de resina catiônica

Solo	Hor.	P sem tratamento (ppm)			P com tratamento (ppm)		
		Pt	Pi	Po	Pt	Pi	Po
Latossolo Amarelo, text. argilosa	Ap	100	76	24	198	171	27
	A ₃	104	16	88	120	105	15
	B ₂₁	85	37	48	135	122	13
	B ₂₂	70	33	37	124	110	14
Concrecionário Laterfítico (Latossolo Amarelo, fase pedr. I)	A ₁	92	83	9	475	225	220
	A ₃	73	52	21	443	230	213
	B _{2cn}	88	44	44	370	202	168
Latossolo Roxo	Ap	176	53	123	522	202	320
	A ₃	138	44	94	353	182	171
	B ₂₁	110	36	74	312	202	110
	B ₂₂	114	49	65	366	280	86

Pt = P total; Pi = P inorgânico; Po = P orgânico

Para resolver este problema e eliminar a fonte de interferência, foi utilizada uma coluna de resina cambiadora de cátion fortemente ácida, através da qual se fez passar as extrações que obedeceram a metodologia como segue e como poderá ser visto na Fig. 1.

2.1 – MÉTODO

Tomar, em um tubo de vidro para centrifuga, 0,5g de solo (Terra Fina Seca ao Ar) e adicionar 5 ml de HCl concentrado. Após aquecer em banho-maria, com temperatura em volta de 70° C por 10 minutos, juntar mais 5 ml de HCl concentrado e deixar em repouso por uma hora. Adicionar 25 ml de água destilada, agitar e centrifugar. Passar o sobrenadante para um balão de 100 ml. Juntar à amostra resíduo 15 ml de NaOH 0,5N e deixar em repouso por uma hora, centrifugar e colocar o sobrenadante no frasco de 100 ml onde foi colocada a primeira extração. Adicionar a seguir 30 ml de NaOH 0,5N ao tubo de centrifuga contendo o resíduo, cobrindo-o com um copo de 50 ml e levar à estufa a 90° C por 8 horas. Esfriado o tubo, centrifugar a solução e adicionar o sobrenadante ao frasco de 100 ml contendo os extratos.

Diluir a solução a volume, para então serem retiradas as alíquotas para as determinações do P total e da fração inorgânica. O P orgânico é dado por diferença.

2.1.1 – Determinação do P Total

Do balão volumétrico de 100 ml contendo os extratos, retirar uma alíquota de 25 ml e colocar em um becker de 100 ml. A seguir adicionar 2 ml de HClO₄ a 72% e evaporar a resíduo de HClO₄ (a temperatura de 100° C é mais conveniente). Cobrir o becker com vidro de relógio para reduzir a perda de ácido e continuar a digestão até que o material possua a cor clara permanente, evitando chegar ao ponto de secura. Quando o becker estiver frio, adicionar 15 ml de ácido acético a 1% e, usando bastão de vidro

Determinação do fósforo orgânico em solos com alto teor de ferro
LÚCIO SALGADO VIEIRA

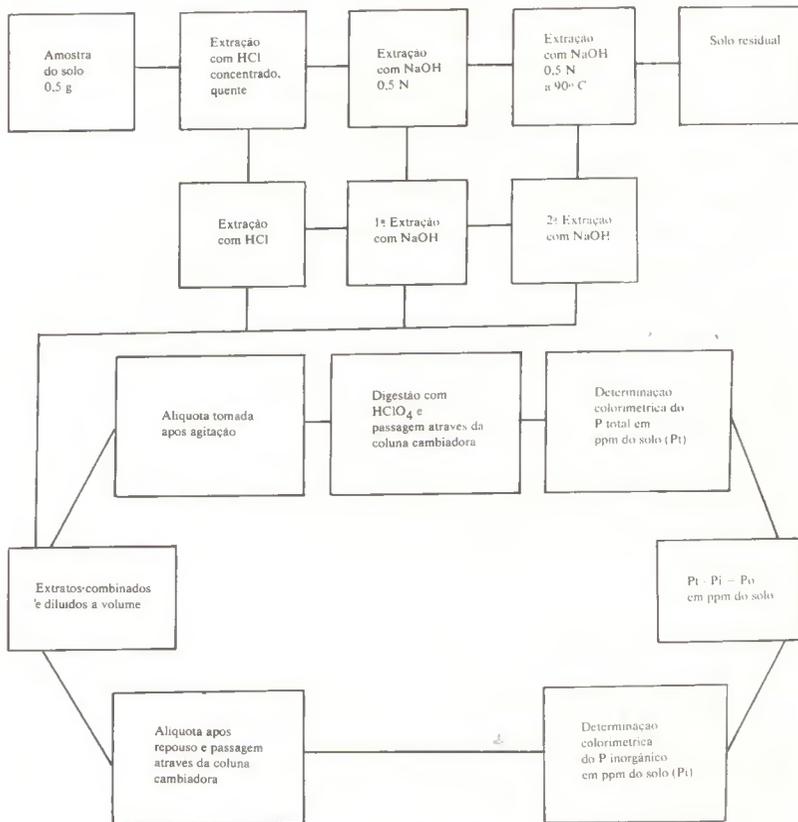


Fig. 1 – Esquema do método proposto para a determinação do P orgânico no solo, utilizando o método de MEHTA et alii modificado por VIEIRA (1966).

recoberto por borracha, passar o extrato por uma coluna de 9 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro, contendo resina catiônica fortemente ácida e submetida a pressão negativa de 10 lb/pul² o que proporcionará a percolação do extrato em aproximadamente 15 minutos. Lavar o becker que continha a amostra, duas vezes com 5 ml de ácido acético a 1%, passando as soluções pela mesma coluna. Em seguida lavar a coluna duas vezes com 5 ml de água destilada, completar o volume para 50 ml. Tomar uma alíquota de 25 ml para a determinação do P total. Em um balão aferido de 50 ml adicionar uma gota de p-nitrofenol a 0,5% e ajustar o pH a 3,0, usando gota a gota, NH₄OH 1:1 ou HCl 2N, até a descoloração do indicador. A seguir adicionar 5 ml de ácido cloromolibdico, agitar e acrescentar 3 gotas de SnCl₂ a 4%, para desenvolver a cor. A densidade ótica é determinada utilizando em um fotocolorímetro a 660 mu no período de 5 a 15 minutos após adição do redutor. Para o cálculo das concentrações utilizar uma curva padrão empregando KH₂PO₄ contendo concentrações crescentes de 0,0 a 0,8 ppm de P.

2.1.2. – Determinação do P Inorgânico

Após a tomada da alíquota para a determinação do P total, o extrato deverá ser deixado em repouso até a completa floculação da matéria orgânica em suspensão. Pipetar então uma alíquota de 25 ml, fazendo passar através da coluna cambiadora de cátions. Lavar a resina três vezes com 5 ml de água destilada e completar o volume a 50 ml. Tomar uma alíquota de 25 ml para proceder a determinação do P inorgânico. Nesta determinação adicionar uma gota de p-nitrofenol a 0,5%, ajustar o pH a 3,0 com HCl 2N ou NH₄OH 1:1, acrescentar 5 ml de ácido cloromolibdico e três gotas de cloreto estanhoso a 4%. Fazer a leitura em 660 mu. Fazer também uma curva com solução padrão contendo de 0,0 a 0,8 ppm de P.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta o incremento que tem o resultado do P quando é utilizado o método da resina em comparação com o método normal de determinação proposto por MEHTA et alii (14). Isto se deve ao fato de que a eliminação do ferro, dissolvido durante a extração do fósforo, elimina também a interferência que ocorria quando o ferro estava presente na solução.

A Tabela 3 mostra a influência da resina catiônica quando foi utilizado uma solução com e sem ferro livre. Os dados demonstram que a presença do ferro interfere na determinação do fósforo, com relação ao método de MEHTA et alii (14) e que também a passagem da solução contendo fósforo através da coluna de resina não afeta a concentração do mesmo.

TABELA 3 – Quantidade de P recolhida de uma solução padrão com e sem ferro, passando através de uma coluna de resina fortemente ácida, cambiadora de cátions.

P ppm	Fe adicionado ppm	P em ppm		P sem remoção Fe %
		Com resina	Sem resina	
0,20	—	0,20	0,20	100
0,40	—	0,40	0,39	97
0,60	—	0,60	0,59	98
0,20	1000	0,19	0,09	47
0,40	1000	0,38	0,16	42
0,60	1000	0,60	0,21	35

4 – CONCLUSÃO

Baseado nestes dados, é possível dizer que o método apresentado torna-se aconselhável para a determinação das frações de fósforo em solos que tenham alta concentração de ferro dissolvido durante o processo de extração.

(Aprovado para publicação em 23/5/88)

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – ANDERSON, C.A. *Quantitative chromatographic separation of total organic phosphorus from soil extracts*. Ames, Iowa State University, 1962, 166p.
- 2 – _____ & BLACK, C.A. Separation of organic and inorganic phosphorus in soil, extracts by mechanical and chromatographic filtration. *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, PROCEEDINGS*, Wisconsin, 29(3): 255-259, 1965.
- 3 – ANDERSON G. Factors affecting the estimation of phosphate esters in soils. *JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE*, London, 11(9): 497-503, 1960.
- 4 – AWAN, A.B. Effect of lime on availability of phosphorus in Zamorano soils. *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, PROCEEDINGS*, Wisconsin, 29(5): 672-673, 1964.
- 5 – BLACK, C.A. & GORING, C.A.I. Organic phosphorus in soils. In: PIERRE, W.H. & NORMAN, A.G. ed. *Soils and fertilizer phosphorus in crop nutrition*. New York, Academic Press, 1953. p. 123-152.
- 6 – BORNEMISZA, E. El fósforo orgánico en suelos tropicales. *TURRIALBA*, Turrialba, 16(1): 33-38, mar. 1966.
- 7 – CATANI R.A. et alii. Formas de ocorrências do fósforo nos solos do Estado de São Paulo. *REVISTA DE AGRICULTURA*, São Paulo, 32(3): 147-163, 1957.

- 8 – DAHNKE, W. C. et alii. Phosphorus fractions in selected soil profiles of El Salvador as related to their development. *SOIL SCIENCE, Baltimore*, 90(1): 33-38, 1964.
- 9 – DORMAN, J.F. & WEBSTER, G.R. Determination of total organic phosphorus in soils by extraction method. *CANADIAN JOURNAL OF SOIL SCIENCE*, Ottawa, 43(1): 35-43, 1963.
- 10 – FRIEND, M.T. & BIRCH, H.F. Phosphate responses in relation to soil tests and organic phosphorus. *JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCE*, London, 54(3): 341-347, 1960.
- 11 – GORING, C.A. Biological transformation of phosphorus in soil. I – Theory and method. *PLANT AND SOIL*, Netherlands, 6(1): 17-25, 1955.
- 12 – LEGG, J.O. & BLACK, C.A. Determination of organic phosphorus in soils. II – Ignition method. *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, PROCEEDINGS*, Wisconsin, 19(2): 139-143, 1955.
- 13 – MAC LEAN, A.A. Extraction of organic phosphorus from soils with sodium bicarbonate. *CANADIAN JOURNAL OF SOIL SCIENCE*, Ottawa, 45(2): 165-170, 1965.
- 14 – MEHTA, N.C. et alii. Determination of organic phosphorus in soil. I – Extraction method. *SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA, PROCEEDINGS*, 18(4): 443-449, 1954.
- 15 – SAUNDERS, W.M.H. & WILLIAMS. Observations on the determination of total organic phosphorus in soil. *JOURNAL OF SOIL SCIENCE*, London, 6(2): 254-267, 1955.

- 16 – SEN GUPTA, M.B. & CORNFIELD, A.H. Phosphorus in calcareous soils. II – Determination of organic phosphorus content of calcareous soils and its relation to soil calcium carbonate content. *JOURNAL OF THE SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE*, London, 13(12): 655-658, 1962.
- 17 – VIEIRA, L.S. *Ocorrência e forma de fósforo em solos da Amazônia, Brasil*. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas da OEA. Centro de Enseñanza e Investigación, 1966. 110p. (Tese de Mag. Sc. IICA.CEI)
- 18 – WALKER, T.W. & ADAMS, A.F.R. Studies on soil organic matter. I – Influence of phosphorus content of parent materials on accumulations of carbon, nitrogen, sulfur and organic phosphorus in grassland soils. *SOIL SCIENCE*, Baltimore, 85(6): 307-318, 1958.

VIEIRA, Lúcio Salgado. Determinação do fósforo orgânico em solos com alto teor de ferro. *BOLETIM DA FCAP*, Belém (17): 45-56, dez. 1988.

ABSTRACT: *Method for determining total organic and inorganic content in soils containing a high level of free iron, as occurs commonly in Amazon soils. It was followed by MEHTA et alii method, with a modification consisting in the elimination of cations through a changing resin strongly acid and the washing of the extracting column with 1% acetic acid solution, in order to separate the phosphorus retained by the resin particles and absorbed in silica from the sample in the upper part of the column.*

CRESCIMENTO E ESTRUTURA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	59
1.1 - OBJETIVOS	60
2 - METODOLOGIA	61
2.1 - ANÁLISE POR CULTURA NA AMAZÔNIA ...	62
2.2 - ANÁLISE POR ESTADO PARA O CONJUNTO DAS CULTURAS	64
2.3 - ANÁLISE CONJUNTA DAS CULTURAS NA AMAZÔNIA	65
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
3.1 - ANÁLISE POR CULTIVO NA AMAZÔNIA	67
3.2 - ANÁLISE A NÍVEL DE UNIDADE FEDERATIVA E REGIÃO PARA O CONJUNTO DAS CULTURAS	72
4 - CONCLUSÕES	75
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

CRESCIMENTO E ESTRUTURA DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA

Antonio Cordeiro de SANTANA
Engenheiro Agrônomo, M.S.,
Professor Assistente da FCAP

RESUMO: Neste estudo apresenta-se uma análise sobre o desempenho agrícola da Região Amazônica, com o objetivo de determinar as fontes do crescimento da produção, num período de onze anos. A técnica "shift-share" modificada foi empregada para quantificar essas fontes, separando a análise aos níveis de Estados e de culturas individualmente. Observou-se que a agricultura cresceu a uma taxa anual de 9,4%, atribuída totalmente a variações na área cultivada. A existência de vantagens comparativas foi evidenciada pela componente de localização geográfica, segunda componente mais importante a nível de região. Os demais efeitos, rendimento e composição, contribuíram pouco para o crescimento da agricultura.

1 - INTRODUÇÃO

A produção agrária da Amazônia reveste-se de importância fundamental para o desenvolvimento estadual e regional pelos empregos que proporciona, pelo nível de renda que gera e pelos alimentos e matérias-primas que produz.

Os esforços do Governo para expandir a produção agrícola da Amazônia, fluíram no sentido da ocupação de áreas prioritárias com possibilidades de desenvolverem atividades econômicas portadoras de vantagens comparativas, voltadas para o abastecimento do mercado interno e para o comércio externo. É mister, entretanto, lembrar que o aumento da produção não se prende tão-somente às mudanças na área cultivada e nas técnicas de produção, mas também à habilidade de prever e orientar os ajustamentos de políticas necessários ao bom desempenho da economia do setor rural.

Para melhor compreender a dinâmica da agricultura praticada na Amazônia, estudou-se o comportamento de fatores que afetam o crescimento da produção agrícola. Para tanto, agruparam-se as culturas que, conforme estudo desenvolvido por MORAES &

BASTOS (10), têm maiores possibilidades de desenvolvimento nos solos e climas da Amazônia, como de alimentação básica: arroz, feijão caupi, mandioca e milho; frutas: abacaxi, banana, laranja e mamão; e “outras” culturas: cacau, cana-de-açúcar, pimenta-do-reino, tomate e malva.

A análise das componentes que, na verdade, explicam o crescimento agrícola pôde então ser realizada através de informações sobre área cultivada, produção colhida e rendimento por hectare, numa série que abrangeu onze anos, de 1975 a 1985, obtidas da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Esse período foi fracionado em três subperíodos (1975/77, 1979/81 e 1983/85), por apresentar relativa normalidade das variáveis estudadas em todas as Unidades Federativas e para melhor visualizar o comportamento da agricultura no auge da implementação de políticas desenvolvimentistas (1975-79), levadas a cabo pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e no período da crise que se aprofundou na economia nacional a partir de 1981.

1.1 – OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é determinar o crescimento da produção agrícola para cada cultura analisada, na Região Amazônica¹ e para o conjunto dessas culturas em cada Universidade Federativa e na Região.

De modo mais específico, o trabalho visa isolar e quantificar os efeitos que as variações na área, no rendimento, na localização geográfica e na estrutura de cultivos, exercem na variação da produção.

¹ Os termos Região Amazônica e Amazônia são aqui abordados como de mesmo significado e, também, para designar os Estados e os Territórios da Região Norte.

2 – METODOLOGIA

Para medir as componentes que determinam o processo de crescimento da agricultura na Amazônia, usou-se a técnica “shift-share analysis”. Esta técnica, proposta por PERLOFF et alii (13) tem sido aplicada, basicamente, para medir a velocidade do crescimento econômico de regiões e de setores industriais. Porém, é no setor agrícola que essa técnica vem-se tornando um poderoso instrumento metodológico para previsões de área cultivada, a nível nacional e de regiões ALBISU (1). As suas principais propriedades residem numa componente estrutural que se une à composição setorial das atividades, e numa outra componente diferencial que se liga às vantagens comparativas locais, IGREJA et alii (9).

Na agricultura, fazendo uso das modificações propostas por ESTEBAN-MARQUILLAS (7) e PATRICK (12) ao modelo original, a técnica permite separar as mudanças na produção em quatro efeitos e, também, quantificar a importância de cada um deles. Porém, para HERZOG & OLSEN (8) tais modificações não proporcionam melhorias sobre os modelos anteriores e aliás, dificultam a interpretação dos resultados empíricos. Todavia, parece intuitivo que o modelo modificado é mais dinâmico, vez que permite a análise da produção agrícola por Região, Unidades Federativas ou entre atividades. Assim, as mudanças na área cultivada, no rendimento, na localização geográfica e na estrutura de cultivo a nível de Unidade Federativa e regional podem ser quantificadas e identificadas como: efeito área (EA), efeito rendimento (ER), efeito localização geográfica (ELG) e efeito estrutura de cultivo (EEC). Em síntese, as quatro componentes ou efeitos, geram uma identidade com a variação na produção conforme seja a cultura analisada.

Para melhor compreensão, os quatro efeitos anteriormente abordados são discutidos a seguir.

O efeito área reflete parte das mudanças na produção como consequência de variações na área cultivada, mantidas constantes

as outras componentes no tempo. O aumento da produção via expansão da fronteira agrícola, pode apenas indicar o uso extensivo de recursos tradicionais, ensejando um crescimento horizontal da produção agrícola.

O efeito rendimento indica uma intensificação da agricultura, vez que representa, em termos parciais, o resultado da aplicação de novas técnicas e/ou insumos na produção, mantidas as outras componentes inalteradas. Assim, a produtividade pode refletir o padrão tecnológico, bem como indicar o processo de desenvolvimento agrícola.

O efeito localização geográfica da produção, mantidas outras mudanças, pode resultar em alocação mais profícua dos recursos escassos, como também, levar a vantagens locacionais comparativas ao longo do tempo.

O quarto efeito, estrutura de cultivo, aponta modificações nos padrões de cultura, uma vez que culturas de baixa densidade de renda podem dar lugar às de alta.

Apresenta-se, então, a formulação matemática da técnica de "shift-share analysis" modificada, abrangendo o comportamento de cada cultura na Amazônia e do conjunto das culturas em cada Unidade Federativa e na Região.

2.1 - ANÁLISE POR CULTURA NA AMAZÔNIA

A produção regional de uma cultura j , no período t , é definida como:

$$Q_{jt} = \sum_{i=1}^n (A_{ijt} R_{ijt}) \quad (01)$$

e no período k como:

$$Q_{jk} = \sum_{i=1}^n (A_{ijk} R_{ijk}) \quad (02)$$

onde A_{ijt} e A_{ijk} e R_{ijt} e R_{ijk} são, respectivamente, as áreas cultivadas e os rendimentos para uma cultura j , no Estado i , nos períodos t e k .

A mudança na produção entre o período inicial (k) e o final (t) pode ser determinada como:

$$Q_{jt} - Q_{jk} = (Q_{jt}^A - Q_{jk}) + (Q_{jt}^R - Q_{jt}^A) + (Q_{jt} - Q_{jt}^R) \quad (03)$$

para,

$$Q_{jt}^A = \sum_{i=1}^n (a_{ijk} A_{jt} R_{ijk}) \quad (04)$$

e

$$Q_{jt}^R = \sum_{i=1}^n (a_{ijk} A_{jt} R_{ijt}) \quad (05)$$

onde Q_{jt}^A é a produção resultante de uma variação na área cultivada, mantidos constantes os outros efeitos, e Q_{jt}^R além de variações na área, considerada mudanças no rendimento das culturas; a_{ijk} é a proporção da área cultivada no Estado i , na área cultivada regional com a cultura j ; e A_{jt} é a área total cultivada da cultura j , na Amazônia.

Assim, os efeitos isolados em (03), podem ser expressos como a seguir:

$$\text{Efeito Área (EA)} = Q_{jt}^A - Q_{jk}$$

$$\text{Efeito Rendimento (ER)} = Q_{jt}^R - Q_{jt}^A$$

$$\text{Efeito Localização Geográfica (ELG)} = Q_{jt} - Q_{jt}^R.$$

2.2. - ANÁLISE POR ESTADO PARA O CONJUNTO DAS CULTURAS

Aqui, o efeito de localização geográfica torna-se nulo. Com efeito, a produção do conjunto das culturas, no Estado i , nos períodos t e k , pode ser determinada como:

$$Q_{it} = \sum_{j=1}^m (A_{ijt} R_{ijt} P_j) \quad (06)$$

e

$$Q_{jk} = \sum_{j=1}^m (A_{ijk} R_{ijk} P_j) \quad (07)$$

onde P_j é o preço médio real para a Amazônia, da cultura j , no período base. Esta variável, portanto, é usada somente como fator de agregação entre as atividades.

Sendo b_{ijk} a proporção da j -ésima cultura na área cultivada total no Estado i (A_{ijk}), no período inicial; esta não variando, ou seja, $b_{ijk} = b_{ijt}$ e mantidos os rendimentos constantes, a produção em t é dada por:

$$Q_{it}^A = \sum_{j=1}^m (b_{ijk} A_{it} R_{ijk} P_j) \quad (08)$$

Considerando, também, as mudanças no rendimento, tem-se;

$$Q_{it}^R = \sum_{j=1}^m (b_{ijk} A_{it} R_{ijt} P_j) \quad (09)$$

A variação total na produção estadual pode então ser determinada:

$$Q_{it} - Q_{ik} = (Q_{it}^A - Q_{ik}) + (Q_{it}^R - Q_{it}^A) + (Q_{it} - Q_{it}^R) \quad (10)$$

Assim, os efeitos podem ser expressos como:

$$\text{Efeito Área (EA)} = Q_{it}^A - Q_{ik}$$

$$\text{Efeito Rendimento (ER)} = Q_{it}^R - Q_{it}^A$$

$$\text{Efeito Estrutura de Cultivo (EEC)} = Q_{it} - Q_{it}^R$$

2.3 - ANÁLISE CONJUNTA DAS CULTURAS NA AMAZÔNIA

Como anteriormente, a produção regional de todas as culturas, nos períodos t e k, é dada por:

$$Q_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{ijt} A_t R_{ijt} P_{ij}) \quad (11)$$

e

$$Q_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{ijk} A_k R_{ijk} P_{ij}) \quad (12)$$

onde c_{ijt} e c_{ijk} são, respectivamente, a proporção da área regional cultivada, dedicada à cultura j, no Estado i, nos períodos final (t) e inicial (k); e P_{ij} é o preço médio real da cultura j, no Estado i, no período base.

Havendo mudança apenas na área, entre os períodos k e t, a produção em t pode ser dada por:

$$Q_t^A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{ijk} A_t R_{ijk} P_{ij}) \quad (13)$$

Variando também os rendimentos, tem-se:

$$Q^R_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (c_{ijk} A_t R_{ijt} P_{ij}) \quad (14)$$

Agora, variando todas as componentes, exceto a estrutura de cultivo, a produção em t pode ser dada por:

$$Q^E_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (b_{ijk} A_{it} R_{ijt} P_{ij}) \quad (15)$$

Finalmente, representa-se a variação total na produção entre os períodos k e t como:

$$Q_t - Q_k = (Q^A_t - Q_k) + (Q^R_t - Q^A_t) + (Q^E_t - Q^R_t) + (Q_t - Q^E_t) \quad (16)$$

e

$$\text{Efeito Área (EA)} = Q^A_t - Q_k$$

$$\text{Efeito Rendimento (ER)} = Q^R_t - Q^A_t$$

$$\text{Efeito Localização Geográfica (ELG)} = Q^E_t - Q^R_t$$

$$\text{Efeito Estrutura de Cultivo (EEC)} = Q_t - Q^E_t$$

Os resultados obtidos, como porcentagem da variação total da produção, foram expressos de forma aditiva para comporem as taxas de crescimento. Segundo IGREJA et alii (9), este artifício torna mais compreensível os decréscimos na produção.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se nesta seção os resultados da aplicação da técnica "shift-share analysis" modificada, para dimensionar as

componentes responsáveis pelo desempenho da agricultura da Região Amazônica, no período 1975 - 85.

3.1 - ANÁLISE POR CULTIVO NA AMAZÔNIA

As taxas médias de crescimento, bem como as fontes que as compõem, individualizadas por cultivo, estão lotadas na Tabela 1, para os períodos 1975/77 a 1979/81, 1979/81 a 1983/85 e 1975/77 a 1983/85.

Os resultados mostram que no grupo das culturas de alimentação básica, no período 1975/77 a 1983/85, com exceção do arroz, que cresceu a 4,1% ao ano, todas as demais tiveram incrementos na produção em mais de 7,0%, ficando o feijão caupi com 7,4%, o milho com 7,8% e a mandioca com 10,4%. Da análise das componentes explicadoras do aumento da produção depreende-se que as contribuições mais significativas para o acréscimo da produção surgiram do efeito área, nos montantes de (4,2%, 4,9%, 14,7% e 20,9%), respectivamente, para as culturas do arroz, mandioca, milho e caupi.

Os acréscimos na produtividade foram significantes para as culturas do milho (ER = 3,0%) e da mandioca (ER = 1,4%), permanecendo estável para o arroz (ER = -0,1%) e em declínio para o feijão caupi (ER = -13,7%). Esse efeito "negativo" deve-se, basicamente, às suas características de ser uma planta muito sensível às adversidades climáticas, ao ataque de pragas e doenças e ao inadequado manejo da cultura no que diz respeito a época e densidade de plantio, fatores apontados como altamente limitantes da produção MOURA (11); RENO NETO (16); TEIXEIRA et alii (21). O mesmo comportamento se repete para os outros períodos analisados. Pelo que é dado observar, a produção de caupi aumentou mais em função dos preços compensadores a nível de produtor e da facilidade de exportação para o Nordeste, dadas as sucessivas quebras das safras nordestinas a partir de 1979, provocadas pelas adversidades climáticas, que viabilizou a exploração dessa cultura, do que em função do auto-abastecimento. No caso do milho, o efeito localização geográfica (-9,9%) é devido,

principalmente, a sua alta exigência no que diz respeito a solos férteis, recurso que se apresenta escasso na Região Amazônica.

O desempenho significativo da mandioca em todos os períodos analisados deve-se não só a função social que exerce como fornecedora de alimento básico prioritário à manutenção dos agricultores de baixa renda da Amazônia, mas também por exigir pouco em termos de fertilidade de solo, por ser facilmente “armazenada” no meio rural e por permitir a comercialização de farinha para o Nordeste, onde alcança alta cotação no mercado; além do que, agrega alta densidade-renda por hectare, chegando mesmo a ser o dobro ou mais do que a renda bruta do feijão, milho e arroz SANTANA (17).

No grupo das frutas, o mamão apresentou um aumento na produção da ordem de 68,9% ao ano, explicado pelos efeitos localização geográfica (35,3%), área (17,3%) e rendimento (16,3%), enquanto que a banana e a laranja, que cresceram 18,6% e 13,6% ao ano, respectivamente, tiveram no efeito área (23,0% e 11,2%) a principal fonte de crescimento, parcialmente contrabalançado pelos efeitos rendimento (-4,1%) e de localização geográfica (3,0%), respectivamente para banana e laranja. O declínio na produção do abacaxi, -6,5% ao ano, foi explicado pelo efeito área (-14,2%) que suplantou as contribuições dos outros efeitos. No período 2, o incremento na produção do abacaxi (7,8%) deve-se, principalmente, ao efeito rendimento (25,8%). Por outro lado, o comportamento do efeito área “negativo” (-14,2%, -5,2% e -39,4%), respectivamente, para os intervalos (1975/77 a 1979/81, 1979/81 a 1983/85 e 1975/77 a 1983/85) resultou não apenas do difícil manejo, dada a agressividade de plantas daninhas, mas sobretudo da inexistência de uma política de comercialização que permita um melhor aproveitamento do produto e resulte em menores margens de comercialização onde, em algumas zonas produtoras, chegam a superar os custos de produção, TAMAKI & CARDOSO (20). Também podem ter contribuído para isso, a falta de incentivo para instalação de agro-indústrias próximas às zonas produtoras, de linhas de crédito e de assistência técnica para a cultura, visando

ampliar parcelas no mercado internacional.

A cultura do mamão, por possuir alta densidade-renda, ser importante no abastecimento do mercado local, ser substituidora de importações e por ser geradora de excedentes exportáveis, apresentou regularidade nos efeitos isolados ao longo do período e no primeiro intervalo, com alta influência dos incrementos de área sobre a produção, acompanhados de ganhos substanciais na produtividade e na alocação dos recursos disponíveis. Deve-se ainda atribuir grande parte desses resultados ao período base (1975/77) que marcou praticamente o início da cultura na região, impulsionada que foi pela ação do II Plano de Desenvolvimento da Amazônia, executado pela SUDAM. Tratando-se de laranja, a contribuição “negativa” da componente locacional (-3,0%, 1,6% e -3,8%) pode ser atribuída ao pouco conhecimento do produtor no que diz respeito ao manejo da cultura nos períodos de implantação e frutificação, fases que requerem maior traquejo quanto à administração e alocação dos escassos recursos financeiros disponíveis.

No grupo de “outras” culturas, o cacau (49,5%) cresceu mais rápido, tendo a pimenta-do-reino (2,4%) e o tomate (4,4%) evoluído mais lentamente. Todavia, as culturas da cana-de-açúcar (-7,4%) e da malva (-1,4%) declinaram no mesmo período. Neste grupo, mais uma vez, as alterações na área cultivada foram de maior expressão para a determinação das variações na produção. No que diz respeito ao ajustamento especial das culturas, verifica-se uma certa estabilidade para as culturas da cana-de-açúcar e pimenta-do-reino, nos três períodos, e um incremento positivo e superior a 4,0% e 6,5%, respectivamente, nesses períodos.

O comportamento da pimenta-do-reino, de efeito rendimento “negativo” (-26,5%, -14,9% e -15,6%) para os três períodos, deve-se não à falta de tecnologia apropriada, mas à ação gravosa da “fusariose”, doença causada pelo fungo *Fusarium solani* f.sp. *piperis*, que além de limitar sensivelmente a produtividade da pimenta, eleva os custos de produção, dado seu controle difícil, reduz a produção econômica em pelo menos três anos (de 8 para 5 anos), quando se consegue conviver com a doença. Assim,

pode-se sugerir que o efeito locacional constante evidencia melhorias apenas na combinação e alocação dos recursos disponíveis, já que as técnicas utilizadas não variam com as mudanças locacionais. Para o cacau os ganhos substanciais de produtividade podem ser atribuídos, principalmente, à política de renovação dos cacauais, empreendida pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), que deu um impulso muito grande para o avanço tecnológico desta cultura; sem contar com os estímulos do mercado externo.

No período como um todo, os resultados mostram que as mudanças na produção agrícola, tiveram mesmo comportamento do primeiro para o segundo período, com taxas de crescimento anuais declinando, para a maioria das culturas. Esse comportamento pode ser atribuído, em grande parte, ao arrefecimento dos programas de impacto implementados no primeiro período pela SUDAM e que não foram reajustados às novas condições econômicas e estruturais da Região Amazônica.

Em termos gerais, verifica-se, através dos resultados, que quase todos os cultivos apresentaram incrementos na produção, onde em alguns casos, como mamão e cacau, esses incrementos evoluíram às taxas anuais de 68,9% e 49,5%, respectivamente, por serem culturas de alta densidade-renda e concentradoras de grande parte dos incentivos fiscais, das tecnologias mais adequadas e dos produtores com maior conhecimento técnico. Além do que, cabe observar que mesmo variando entre culturas e grupos de culturas, o efeito área, bem como os de rendimento e localização geográfica foram sobremodo importantes para as culturas que concentram esforços de pesquisa. Quanto as culturas alimentares, a ampla dispersão geográfica dos cultivos, juntamente com a quase infinita diversidade dos padrões tecnológicos (existindo tantas técnicas de cultivo quantos forem os produtores) e as condições agrônomicas diferirem amplamente de uma área para outra, podem ser apresentados como responsáveis pelos baixos rendimentos e poucas evidências locacionais.

Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia
ANTONIO CORDEIRO DE SANTANA

TABELA 1 - Decomposição das Taxas Anuais de Crescimento (TAC),
as Fontes de Crescimento por Culturas, Amazônia,
1975/77 a 1983/85. (em porcentagem)

	De 1975/77 a 1979/81				De 1979/81 a 1983/85				De 1979/81 a 1983/85			
	TAC	EA	ER	ELG	TAC	EA	ER	ELG	TAC	EA	ER	ELG
Culturas Básicas												
- Arroz	20,4	18,1	3,7	-1,4	-6,4	-3,6	-2,6	-0,2	4,1	4,2	-0,1	0,0
- Feijão Caupi	-1,6	25,6	-29,0	1,8	25,8	65,5	-40,7	1,0	7,4	20,9	-13,7	0,2
- Mandioca	19,2	5,2	2,5	11,5	12,9	9,8	3,0	0,1	10,4	4,9	1,4	4,1
- Milho	30,7	21,8	4,4	4,5	-4,2	19,0	0,7	-23,9	7,8	14,7	3,0	-9,9
Frutas												
- Abacaxi	-24,2	-39,4	15,0	0,2	7,8	-5,2	25,8	-12,8	-6,5	-14,2	3,4	4,3
- Banana	24,5	59,7	-28,6	-6,6	34,0	21,6	24,4	-12,0	18,6	23,0	-4,1	-0,3
- Laranja	24,1	20,4	7,5	-3,8	18,1	14,8	4,9	-1,6	13,6	11,2	5,4	-3,0
- Mamão	327,5	77,1	210,8	39,6	12,8	15,1	-10,1	7,8	68,9	17,3	16,3	35,3
Outras Culturas												
- Cacaú	50,5	46,6	-10,1	14,0	121,9	61,0	54,3	6,6	49,5	26,5	17,7	5,3
- Cana-de-Açúcar	-1,2	-11,1	11,0	-1,1	-19,7	-24,9	3,7	1,5	-7,4	-11,5	3,3	0,8
- Pimenta-do-Reino	25,1	51,6	-26,5	0,0	-14,1	0,8	-14,9	0,0	2,4	18,0	-15,6	0,0
- Tomate	15,3	-12,0	16,7	10,6	-1,3	-1,4	-4,1	4,2	4,4	4,4	-1,5	1,5
- Malva	-0,3	0,4	-3,4	2,7	-4,0	-0,1	-5,3	1,4	-1,4	0,1	-3,0	1,5

FONTE: Dados Básicos da Fundação IBGE.

B. FCAP, Belém (17) : 57 - 78, dez. 1988

3.2 – ANÁLISE A NÍVEL DE UNIDADE FEDERATIVA E REGIÃO PARA O CONJUNTO DAS CULTURAS

As taxas de crescimento anuais da agricultura da Amazônia, para os mesmos períodos anteriormente analisados, bem como as fontes responsáveis por esse crescimento, estão dispostos nas Tabelas 2, 3 e 4. O número de culturas levadas em conta no modelo variou entre 10, para Acre, Amapá e Roraima, e 13 para as outras Unidades Federativas.

Para o período como um todo, observa-se que a produção agrícola da Amazônia cresceu a uma taxa de 9,4% ao ano, basicamente em função do aumento na área cultivada (EA = 9,4%) e alterações na localização geográfica (ELG = 3,5%) que, em conjunto, respondem por 137% do crescimento. Por outro lado, os efeitos estrutura de cultivo e rendimento respondem pela retração de -37% da variação ocorrida. Ainda para este período, pode ser observado que a expansão da área cultivada da Amazônia é explicada por aumentos na área de cultivo em quase todas as Unidades Federativas. Já para variações na composição do produto, contribuem de forma efetiva as unidades de Rondônia (EEC = 6,1%), Roraima (EEC = 2,8%) e Amazonas (EEC = 1,0%). Este efeito composição “negativo”, no período como um todo e estável para os dois subperíodos (EEC = 0,3%) sugere um padrão de expansão da produção agrícola conjugado ao crescimento das culturas de menor valor por hectare fundamentalmente direcionadas para abastecer o mercado interno.

O comportamento da expansão agrícola é explicado em mais de 92,0%, no período 2, pelo efeito área onde, no período 1, variou mais rápido que a produção. Contudo, vale ressaltar a contribuição sempre positiva e significativa nos períodos analisados, do efeito localização geográfica. Todavia, com a estrutura de cultivo existente, o caminho a percorrer no sentido da melhor alocação dos recursos parece longo em termos de Amazônia, pois ainda se podem obter pronunciados incrementos de produção através da melhor combinação dos recursos tradicionais e/ou modernos empre-

Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia
ANTONIO CORDEIRO DE SANTANA

gados, com alterações na localização geográfica das culturas. A mudança dos cultivos ao longo do período não levou a perdas de vantagens comparativas. Conseqüentemente, em termos de tendência, esse quadro pode ser aviltado se a produção continuar crescendo via expansão da fronteira agrícola, nos moldes de um círculo vicioso de produção itinerante que leva na vanguarda o posseiro, devastando a floresta para produzir alimentos, e na retaguarda a pecuária extensiva, com as pastagens substituindo culturas e forçando o posseiro a devastar novas áreas, SORJ (18).

TABELA 2 – Decomposição das Taxas Anuais de Crescimento (TAC) por Unidade Federativa e Região, nas Fontes de Crescimento, Amazônia, 1975/77 a 1979/81. (em porcentagem)

Unidades Federativas	TAC	EA	ER	EEC	ELG
Acre	9.9	5.6	2.1	2.2	-
Amapá	23.3	36.7	3.6	-17.0	-
Amazonas	12.3	17.3	-2.4	-2.6	-
Pará	22.2	13.4	4.3	4.5	-
Rondônia	39.6	31.7	-11.3	19.2	-
Roraima	34.6	-12.3	35.3	11.6	-
Amazônia	17.8	18.6	-2.5	0.3	1.4

FONTE: Dados Básicos da Fundação IBGE

TABELA 3 – Decomposição das Taxas Anuais de Crescimento (TAC) por Unidade Federativa e Região, nas Fontes de Crescimento, Amazônia, 1979/81 a 1983/85. (em porcentagem)

Unidades Federativas	TAC	EA	ER	EEC	ELG
Acre	15.9	12.7	7.2	-4.0	-
Amapá	18.8	28.6	-18.9	9.1	-
Amazonas	4.5	-1.1	-0.1	5.7	-
Pará	7.3	1.3	5.1	0.9	-
Rondônia	22.6	43.2	-0.2	-20.4	-
Roraima	1.6	-32.9	11.7	22.8	-
Amazônia	11.1	10.3	-4.7	0.3	5.2

FONTE: Dados Básicos da Fundação IBGE

O efeito rendimento “negativo” para os subperíodos analisados sugere a possibilidade de se obter um alto valor bruto de produção incorporando áreas de fertilidade natural em localidades geográficas específicas, limitando a expansão da renda gerada por avanços tecnológicos. Fato bastante evidente no programa de Colonização Oficial que, na ausência de tecnologias apropriadas e de assistência técnica, os parceiros fizeram uso de técnicas (levadas com eles de outras realidades agrícolas) voltadas para produção de subsistência, em terras muitas vezes impróprias ao bom desempenho dessas culturas.

Analisando, pois, o comportamento da agricultura a nível de Unidades Federativas, observa-se que Rondônia (39,6% a.a), Pará (22,2% a.a), Roraima (34,6% a.a) e Amapá (23,3% a.a) apresentaram taxas de crescimento superior à média regional (17,8% a.a), permanecendo o Amazonas com 12,3% ao ano e Acre com 9,9% ao ano com incrementos abaixo do regional (Tabela 2). No período 2, a taxa de crescimento variou entre um mínimo de 1,6% ao ano, para Roraima e um máximo de 22,6% ao ano para Rondônia, que continuou na frente no período 1975/77 a 1983/85, tendo o Amazonas (5,5% a.a) tido o pior desempenho (Tabelas 3 e 4).

TABELA 4 – Decomposição das Taxas Anuais de Crescimento (TAC) por Unidade Federativa e Região, nas Fontes de Crescimento, Amazônia, 1975/77 a 1983/85. (em porcentagem)

Unidades Federativas	TAC	EA	ER	EEC	ELG
Acre	8,4	5,6	2,1	0,7	-
Amapá	13,6	16,8	-2,0	-1,2	-
Amazonas	5,5	5,3	-0,8	1,0	-
Pará	9,4	6,1	5,2	-1,9	-
Rondônia	19,6	18,3	-4,8	6,1	-
Roraima	11,0	-0,7	8,9	2,8	-
Amazônia	9,4	9,4	-1,5	-2,0	3,5

FONTE: Dados Básicos da Fundação IBGE

As componentes indicadoras do crescimento nessas Unidades estão evidenciadas no efeito área, seguido por contribuições alternadas do rendimento e da estrutura de cultivo, com mudanças relativas nos efeitos entre os subperíodos analisados. Exceção a esse comportamento é observada em Roraima, onde os efeitos rendimentos e composição apresentaram maior expressão para o incremento da produção.

As Unidades Federativas do Acre, Pará e Roraima apresentaram ganhos de produtividade em todos os períodos analisados, indicando os resultados de culturas concentradoras de esforços de pesquisa. Com efeito, pode-se propor que o efeito composição positivo para Roraima (2,8%), Rondônia (6,1%), Amazonas (1,0%) e Acre (0,7%) aponta para a rentabilidade dos cultivos e, conseqüentemente, para a racionalidade dos produtores.

Em suma, como bem se reporta PATRICK (12), não se deve perder de vista a grande dificuldade de se generalizar as componentes do crescimento da produção agrícola, bem como o comportamento da agricultura praticada na Amazônia, em virtude das variações ocorridas entre as Unidades Federativas, culturas ou entre grupos de culturas, das fontes de crescimento.

4 – CONCLUSÕES

Os resultados precedentes permitem constatar um bom desempenho da agricultura praticada na Amazônia a partir de 1975, fato que na grande maioria deve ser atribuído à expansão da área cultivada e ao arranjo dos cultivos entre áreas geográficas específicas; não ocorrendo portanto sintomas de estagnação da produção em nenhuma das Unidades Federativas analisadas.

Permitem também caracterizar o crescimento da produção agrícola da Amazônia no período 1975 a 1985 como de expansão horizontal, uma vez que os aumentos na produtividade se referem somente a certos cultivos dentro de certas Unidades Federativas.

Finalmente, pode-se concluir que a estrutura dos produtos

agrícolas sofreu modificações importantes no período estudado, na direção da organização do espaço produtivo, através do maior desempenho regional em culturas portadoras de vantagens comparativas e da reorganização da divisão do trabalho ao nível da agricultura de subsistência.

(Aprovado para publicação em 12.5.88)

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao pesquisador científico Paulo Kitamura, que muito contribuiu com críticas e valiosas sugestões. No entanto, cabe somente ao autor a responsabilidade por possíveis enganos e omissões.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – ALBISU, L.M. Marco teórico para um modelo regional: el sector de los cereais. COMUNICACIONES INIA. *Série Economía y Sociología Agrárias*, Madrid, (8) : 45-55, 1980.
- 2 – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, Rio de Janeiro, IBGE, v. 37, 1976.
- 3 – _____, Rio de Janeiro, IBGE, v. 47, 1986.
- 4 – CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro, FGV, v. 30, n. 3, mar. 1976
- 5 – _____, Rio de Janeiro, FGV, v. 34, n. 3, mar. 1980
- 6 – _____, Rio de Janeiro, FGV, v. 38, n. 3, mar. 1984.
- 7 – ESTEBAN - MARQUILLAS, J.M. A reinterpretation of shift-share analysis. *REGIONAL AND URBAN ECONOMICS*, 2: 249-55, 1972.

- 8 – HERZOG, H.W.J. & OLSEN, R.J. "Shift-share analysis revisited: the allocation effect and the stability of regional structure". *JOURNAL OF REGIONAL SCIENCE*, 17(3): 441-54, may /jun. 1977.
- 9 – IGREJA, A.C.M. et alii. Análise quantitativa do desempenho da agricultura paulista, 1966-77. *AGRICULTURA EM SÃO PAULO*, 30(1-2): 117-58, 1983.
- 10 – MORAES, V.H.F. & BASTOS, T.X. Viabilidade e limitações climáticas para as culturas permanentes, semi-permanentes e anuais com possibilidades de expansão na Amazônia brasileira. *BOLETIM TÉCNICO DO IPEAN. Zoneamento Agrícola da Amazônia*. (1ª aproximação). 54:123-53, jan. 1972.
- 11 – MOURA, P.A.M. Aspectos econômicos da cultura do feijão. In: REUNIÃO GERAL DO PROJETO FEIJÃO, 1., Lavras, 1976. *Memória*. Lavras, EPAMIG, 1976.
- 12 – PATRICK, G.F. Fontes de crescimento na agricultura brasileira: o setor de culturas. In: *TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA*. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1975. p. 89-110. (Monografia, 17).
- 13 – PERLOFF, H.S. et alii. *Regions, sources and economic growth*. Nebraska, University of Nebraska Press, 1960.
- 14 – *PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL*. Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro. IBGE, v. 2, t.1, 1975
- 15 – *PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL*. Rio de Janeiro, IBGE, v. 9, t.1, 1982.

- 16 – RENO NETO, J. et alii. *Cultura do feijão vigna no Rio Grande do Norte*. Natal, EMPARN, 1981. 39p.
- 17 – SANTANA, A.C. *Sócio-economia de Santa Isabel do Pará e Bragantina*. Belém, FCAP, 1988. 34p. (mimeografado)
- 18 – SORJ, B. *Estado e classes sociais na agricultura brasileira*. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986, 162p.
- 19 – SUDAM. *II Plano de Desenvolvimento da Amazônia: Detalhamento do II Plano Nacional de Desenvolvimento, 1975-79*. Belém, 1975.
- 20 – TAMAKI, T. & CARDOSO, J.L. Aspectos comerciais e econômicos da cultura do abacaxizeiro no Brasil. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXI-CULTURA*, 1., Jaboticabal, nov./dez., 1982. p. 25-44.
- 21 – TEIXEIRA, S.M.; MAY, P.H.; SANTANA, A.C. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAUJO, J.P.P. & WATT, E.E. *O caupi no Brasil*. Brasília, IITA/EMBRAPA, 1988. p. 99-136

SANTANA, Antonio Cordeiro de, Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia. BOLETIM DA FCAP, Belém (17): 57-78, dez. 1988.

ABSTRACT: *The objective of this study was determine the sources of agricultural production increase in Amazon Region during, 1975 to 1985. A modified technique of "shift-share" was used to quantify the sources of production increase by separating the analysis at State level for each crop. It was observed the annual increase of 9.4% in agriculture was attributed by variation in cultivated area. It was also noted that the locational component was second important source of agricultural growth of region. The productivity and composition components had a little influence on variation in production.*

BOLETINS EDITADOS

- BOLETIM Nº 1 – PEREIRA, Francisco Barreira & RODRIGUES, José de Souza. Possibilidade agro-climática do Município de Altamira (Pará). BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (11) :1-46, 1971.
- BOLETIM Nº 2 – CALZAVARA, Batista Benito Gabriel. O cajueiro (*Anacardium occidentale*, L) e suas possibilidades culturais no litoral paraense. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (2): 1-62, 1971.
- BOLETIM Nº 3 – COUCEIRO, Geraldo Meira Freire. Taxa inflacionária fator condicionante do custo do trabalho mecanizado. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (3): 1-82, 1971.
- BOLETIM Nº 4 – MORAES, Vicente Haroldo de Figueiredo. Bases fisiológica da produtividade das culturas. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4): 15-29, 1971.
- MORAES, Vicente Haroldo de Figueiredo & BASTOS, J.B. Variações de pH e da solubilidade do fósforo em solo da várzea inundada. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4): 33-40, 1971.
- PONTE, Natalina Tuma da; THOMAZ, Maria do Carmo; LIBONATI, Virgílio Ferreira. Experimento de adubação em arroz de sequeiro. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4): 1-13, 1971.
- VIEIRA, Lúcio Salgado. Método para determinação do fósforo livre. BOLETIM DA ESCOLA DE AGRONOMIA DA AMAZÔNIA, Belém (4) :43-50, 1971.
- BOLETIM Nº 5 – CALZAVARA, Batista Benito Gabriel. As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (5): 1-103, 1972.

- BOLETIM Nº 11 (Continuação) MONTEIRO, Alda de Melo e Silva. Estudo palinológico de quatro variedades de juta (*Corchorus capsularis* L.). BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (11): 33-43, dez. 1979.
- PANTOJA, Álvaro Augusto. Efeitos da densidade e época de plantio de quiabeiro (*Hibiscus esculentus*, L) na produção de frutos. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (11): 23-31, dez. 1979.
- BOLETIM Nº 12 – CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da & PINHEIRO, Eurico. A utilização do ácido indolbútirico no enraizamento de tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 85-98, dez. 1981.
- CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; PINHEIRO, Eurico. Uso de herbicidas em seringal adulto e sua influência na sucessão de plantas daninhas. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 71-84, dez. 81.
- LEMOS, José da Silva. Desenvolvimento de um "Radiômetro Evaporimétrico" para estimativa do fluxo da radiação solar global. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 53-70, dez. 1981.
- MORAES, Eurico da Cruz & VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Influência do tipo de embalagem na conservação do maracujá. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 1-12, dez. 1981.
- MORAES, Eurico da Cruz & VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Profundidade de semeadura e sombreamento na emergência de plântulas de maracujá. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 13-21, dez. 1981.

BOLETIM Nº 12 – PONTE, Natalina Tuma da; SAMPAIO, Maria do Carmo Thomaz; SILVA, George Rodrigues da; DUTRA, Saturnino. Efeito de diferentes fontes e dosagens de nitrogênio na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 23-36, dez. 1981.

SILVA, Everaldo Carmo da. Cálculo da convergência meridiana. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (12): 37-51, dez. 1981.

BOLETIM Nº 13 – PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente. Sangria por punctura em seringueira (*Hevea spp.*). I. Ensaios exploratórios com clone IAN 717. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 33-45, jun. 1983.

PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente & CONDURÚ NETO, José Maria Hesketh. Controle de plantas daninhas em viveiro de seringueira (*Hevea spp.*) com o herbicida "Ustilan". BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 47-59, jun. 1983.

RODRIGUES, Miracy Garcia; PINHEIRO, Eurico; OHASHI, Orlando Shigueo; ALMEIDA, Margarida Maria Brandão de. Situação atual das pesquisas entomológicas da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Estado do Pará. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 61-88, jun. 1983.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; ALVES, Rafael Moysés; VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Emprego de fertilizantes na forma de tabletes em seringueiras jovens. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 19-32, jun. 1983.

VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira; CUNHA, Raimundo Lázaro Moraes da. Adubação foliar em viveiros de seringueira. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (13): 1-17, jun. 1983.

BOLETIM Nº 14 – ABUFAIAD, Eva Maria Daher & GONDIM, Abnor Gurgel. Fatores que influenciam a produtividade do rebanho leiteiro Jerdi formado nas condições amazônicas. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 51-70, dez. 1984.

BEMERGUI, Fernando Antonio Souza; BARROS, Paulo Luís Contente de; OLIVEIRA, Francisco de Assis. Relação hipsométrica para *Pinus caribaeae* var. hondurensis no nordeste paraense, BRASIL. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 71-83, dez. 1984.

FREITAS, José de Arimatéia. Tuberculose em um búfalo (*Bubalus bubalis* var. *bubalis* – Linneu, 1758). BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 33-42, dez. 1984.

MORAES, Eurico da Cruz; COELHO DE SOUZA, Carla Calzavara; CARVALHO SOBRINHO, Natanael. Acondicionamento de sementes de açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.) BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 1-9, dez. 1984.

MORAES, Eurico da Cruz; VIÉGAS, Rosemary Ferreira; CARVALHO SOBRINHO, Natanael. Tempo de imersão de sementes de açaí em água e emergência das plântulas. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 11-22, dez. 1984.

PANTOJA, Álvaro Augusto. Influência da época e da densidade de plantio no desenvolvimento de dois tipos de variedade de feijão de metro *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *sesquipedalis*. (L.) Verdcourt. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 43-49, dez. 1984.

TEIXEIRA, Pedro Emerson Gazel; PONTE, Natalina Tuma da; SAMPAIO, Maria do Carmo Thomaz; SILVA, George Rodrigues da. Efeito do espaçamento e da densidade de plantio sobre o perfilhamento e produção de arroz (*Oryza sativa* L.) em cultura irrigada. BOLETIM DA FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ, Belém (14): 23-32, dez. 1984.

BOLETIM Nº 15 — ALVES, Rafael Moyses; BANDEL, Gerhard; VENCOVSKY, Roland; PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente. Comportamento de clones primários de seringueira (*Hevea spp*), da série Pe-franco-Açai-lândia (PFA), em Belém-Pa, e estudo da viabilidade da seleção precoce. BOLETIM DA FCAP, Belém (15):55-71, jun. 1986.

CALIL, Antonio Cezar Pereira; PINHEIRO, Fernando Sérgio Valente; CHANDLER, Leland. Ocorrência de vaquinhas (*Coleoptera: Crysomelidae*) em seringueira (*Hevea spp*) na região de Mojú-Pará. BOLETIM DA FCAP, Belém (15) :45-54, jun. 1986.

COQUEIRO, J.P.P.; ALBÉRIO, A.C.; YSLA CHÉE, E.W.; MARQUES, R.V.; ALVES, J.A.K.; GONDIM, A.G.; CONCEIÇÃO, C.C. da. Desempenho de três linhagens de frangos de corte obtidas na Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. BOLETIM DA FCAP, Belém (15) :1-16, jun. 1986.

FONSECA, Raymundo Martins da Costa; BRITO, Leonor Soares de; VALE, William Gomes. Estudo anatômico da desembocadura do conduto excretor das vesículas seminais, ampolas dos ductos deferentes, próstata e bulbo-erétrais em touros Zebus (*Bos indicus lin.*) BOLETIM DA FCAP, Belém (15) : 17-30, jun. 1986.

SOARES, Wellington Oliveira & PINHEIRO, Eurico. Métodos de aplicação de fitohormônios e a produção e distribuição de raízes laterais em tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA FCAP, Belém (15): 31-45, jun. 1986.

BOLETIM Nº 16 — ALVES, Rafael Moysés. Avaliação da capacidade de associação enxerto + porta-enxerto em seringueiras de cultivo. BOLETIM DA FCAP, Belém (16) :31-40, dez. 1987.

ALVES, Rafael Moysés; BANDEL, G.; VENCOVSKY, R. Avaliação de índices de seleção na seringueira (*Hevea spp*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16):53-63, dez. 1987.

- ALVES, Rafael Moysés; BANDEL, G.; VENCOVSKY, R. Estimativas de alguns parâmetros genéticos em clones de seringueira (*Hevea spp*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 65-80, dez. 1987.
- CALIL, Antonio Cezar Pereira. Danos causados por *Erinnys ello* (*Lepidoptera, Sphingidae*) em jardim clonal de seringueira (*Hevea pauciflora*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 13-19, dez. 1987.
- CALIL, Antonio Cezar Pereira & SOARES Wellington Oliveira. Danos causados por saúvas (*Atta sex-dens*) em viveiros de seringueira (*Hevea spp*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 21-30, dez. 1987.
- CONDURÚ NETO, José Maria Hesketh & LIBONATI, Virgílio Ferreira. Ação dos corantes à base de ferro utilizados no painel em sangria, sobre a produção e a estabilidade coloidal do látex da seringueira (*Hevea spp*). BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 1-12, dez. 1987.
- SOARES, Wellington Oliveira & PINHEIRO, Eurico. A utilização do alfa-naftaleno acetato de sódio (ANA) no enraizamento de tocos enxertados de seringueira. BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 41-51, dez. 1987.
- VIÉGAS, I. J. M. ; VIÉGAS, R. M. F. ; CRUZ, E. S. ; AZEVEDO, C. E. ; OLIVEIRA, R. F. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis Muell Arg.*) em latossolo amarelo textura média-Tracuateua, PA. BOLETIM DA FCAP, Belém (16): 81-103, dez. 1987.