

11/01/1967

"A TRANSFORMAÇÃO DAS ILITAS EM MONTMORILONITA NO ALÍOIS DE PODZÓIS TROPICAIS HUMO-FERRUGINOSOS DA BAHIA E DO PARÁ. HIPÓTESES PEDOGÊNICAS ARRABVÉS DE MEDIDAS RADIOMÉTRICAS E DATAÇÕES PELO MÉTODO DO RADIOCARBONO"

57 Oliveira

J. H. FLEXOR<sup>+</sup>; P.C.P. DE QUEIROZ<sup>++</sup>; J.L. RAPAIRE<sup>++</sup>; e G. SIEFFERMANN<sup>++</sup>

Resumo:

Do lado de podzóis hidromórficos encontram-se no Pará e na Bahia, localmente, espessos podzóis humo-ferruginosos, semelhantes aos podzóis de regiões frias. Dosagens urânio-tório, efetuadas por espectrometria-gama de baixo ruído de fundo, permitem afirmar que o horizonte A<sub>2</sub> é efetivamente eluvial: há lixiviação de urânio e tório em A<sub>2</sub> e acumulação temporária, com respeito ao material parental, dos dois elementos no horizonte de acumulação humífero e ferruginoso. Datações pelo método do radiocarbono nos diversos horizontes humíferos permitem concluir que processos de podzolização afetam - estes solos há, no mínimo, 3 300 anos (B.P.). O horizonte de acumulação mostra um gradiente na atividade específica <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C, da parte superior para baixo, de respectivamente, <sup>14</sup>C(‰) = -10, -15 e -34, o que parece indicar que a podzolização continua atualmente. Como - nos podzóis humo-ferruginosos das regiões temperadas, a degradação das micas conduz à montmorilonita. Reencontra-se o mecanismo: micas e ilitas micas hidratadas 10-14V vermiculita 14V-14M montmorilonita; descrito em clima temperado por Millot, Lucas e Paquet (1965); Gjems (1967); Rees e Mortland (1966); Post e White (1967) e Kodama e

+ Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, L.G.N.  
++ Centre Scientifique de Monaco, Principauté de Monaco  
+++ Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (ORSTOM), França, Chefe de Missão no Brasil.

Dryden (1963). Aqui o processo é realizado na presença de substâncias húmicas habituais dos solos ferralíticos e sob condições climáticas de forte permeação; o papel desempenhado pela matéria orgânica não é evidente. Os fatores responsáveis pelo processo de pedzolização - parecem ser:

i) uma forte dessaturação do meio ligada a uma pluviosidade elevada;

ii) uma excelente drenagem; e

iii) um limiar superior no teor em elementos infertores a  $\bar{x}$  u de cerca de 10%, no material parental. Segundo os autores, as pedzóis auto-ferruginosos descritos seriam antigos pedzóis hidromoráficos, colocados em posição de excelente drenagem por forças de erosão ou movimentos tectónicos.

Maracay, 8 de Septiembre de 1.972

J.M. Flexor  
E.G.P. De Queiroz  
J.L. Rapaire  
G. Sieffermann

*J. Ordoñez*



### Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo

Apartado 1208 Santa Rosa - Maracay - Aragua - Venezuela

La Comisión Calificadora del 4º Congreso Latinoamericano, y 2ª Reunión Nacional de la Ciencia del Suelo, se complace en participarle que ha:

	TITULO	RESUMEN	TRABAJO
RECIBIDO	✓	✓	
ACEPTADO	✓	✓	
CONSIDERADO PARA PUBLICACION.			

**TITULO DEL TRABAJO:**

"A TRANSFORMAÇÃO DAS ILITAS EM MONTMORILONITA NO ALIOS DE PODZOIS TROPICAIS HUMO-FERRUGINOSOS DA BAHIA E DO PARÁ. HIPÓTESES PEDOGENÉTICAS ATRAVÉS DE MEDIDAS RADIOMÉTRICAS E DATAÇÕES PELO MÉTODO DO RADIOCARBONO".

Agradeciéndole su contribución a esta reunión, y en espera de los materiales restantes, se despide de Ud.

Atentamente,

La Comisión Organizadora

# I) INTRODUÇÃO

Entre Belem e Bragança no Para, e perto de São Roque, no litoral da Baía de Todos os Santos (Bahia), encontram-se sobre sedimentos pouco endurecidos, pós-cretáceos, podzois humo-ferruginosos. O clima é tropical úmido de baixa altitude.

A pluviosidade é de 2 800 mm bem repartida durante o ano. A temperatura anual media é de 28°C.

O interesse de tais solos é devido à sua posição de drenagem excelente e de sua vizinhança com solos fracamente ferralíticos sobre os mesmos materias, e com podzois a lençol frático semelhantes aos quais que foram descritos no Brasil por JOACHIM (in MOHR e VAN BAREN, 1954; SETZER, 1949; DAY, 1959; VIEIRA e OLIVEIRA, 1962; KLINGE, 1958, 1967, 1969; ALTENMULLER e KLINGE, 1964; na Guiana francesa por COLMET-DAAGE, 1953; TURENNE, 1970; e no Suriname por VUEL, v.d. VOORDE, 1957.

Podem morfológicamente ser comparados aos podzois humo-ferruginosos a alios das regiões temperadas.

Determinações mineralógicas e medidas radiométricas, tais como teores U e Th em todo o perfil, por espetrometria, e datações pelo método 14C da matéria orgânica devem permitir comparar a evolução das argilas no processo de podzolização em meio tropical úmido com aquele de meio temperado.

# II) DESCRIÇÃO DOS PERFIS

Os perfis de podzois humo-ferruginosos estudados estão situados sobre produtos de remanejamento pós-cretáceos em posição de drenagem excelente.

A vegetação não parece diferir daquela trazida pelos solos ferralíticos típicos vizinhos.

Do exame dos perfis observados pode ser feitas as observações seguintes:

- Os perfis são espessos de tipo A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, Bh, B(h-Fe) e C com um horizonte B(h-Fe) bastante endurecido.
- O horizonte A<sub>0</sub> é muito fino ou não existe.
- O horizonte A<sub>1</sub> de 80 a 100 cm de espessura é pobre em matéria orgânica.
- O horizonte A<sub>2</sub> de 200 a 400 cm de espessura é branco com numerosas níveis de materia orgânica de 2 a 5 mm de espessura.
- O horizonte Bh de 2 a 5 cm de espessura é muito escuro, não endurecido.
- O horizonte B(h-Fe) de 100 a 200 cm de espessura castanho amarelado é bastante cimentado, mas mostra uma macroporosidade consideravel.
- A rocha mãe é sempre areno-argilosa, não endurecida; frequentemente se distingue pedacinhos brilhantes de mica branca.

### III) Características analíticas destes solos

- Granulometria: a textura é arenosa nos horizontes A e torna-se areno-sil-  
tosa em B(h-Fe) e C.

- Matéria orgânica: as taxas de matéria orgânica são pouco elevadas: 0,9 à  
1,5% na parte superior de A<sub>1</sub>; ao redor de 0,3% em A<sub>2</sub>; 1,5 à 2,0% em B<sub>h</sub> e  
de 0,5 à 3,0% em B(h-Fe).

A relação C/N de A<sub>1</sub> é bastante elevada: de 11 à 13%.

Frações orgânicas do horizonte A<sub>1</sub> e B<sub>h</sub> foram extraídas pelo método  
DABIN (1971). A aplicação do método ao horizonte B(h-Fe) não permitiu as  
extrações, pois após o pré-tratamento ácido (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2N), houve uma solubili-  
zação das frações húmicas antes da utilização dos reativos alcalinos.

Os resultados obtidos são apresentados na tabela abaixo:

Horizontes	ác. Fúlvicos C(%)	ác. Húmicos C(%)	Húmicos C(%)	Carbono total (%)
A <sub>1</sub>	0,23%	0,45%	-	0,72%
B <sub>h</sub>	0,66%	0,20%	-	0,87%
B(h-Fe)	?	?	-	1,46%

- Acidez: o pH na superfície é bastante próximo de 6, diminui de cerca de u  
na unidade em A<sub>2</sub> (5) e sobe ligeiramente em C (5,5).

- Capacidade de troca - bases trocáveis: a capacidade de troca da terra fi-  
na (< 2µm) é fraca; ela oscila entre 1 e 1,5 meq.% na parte superior de  
A<sub>1</sub>; ao redor de 0,25 meq.% em A<sub>2</sub>; entre 2% e 3 meq.% em B(h-Fe) e C.

A soma das bases trocáveis é inferior a 0,5 meq.% em A<sub>1</sub>; inferior a 0,1  
meq.% em A<sub>2</sub>, e da ordem de 0,5 meq.% em B(h-Fe).

### IV MINERAIS ARGILOSOS

#### Difração de raios-X :

Extrações inferiores a 2µ dos horizontes B(h-Fe) e C foram examina-  
das por difração de raios-X em lâmina orientada. A fração inferior a 40µ,  
obtida por peneiramento a seco, dos mesmos horizontes, foi estudada em pó  
desordenado.

Os diagramas obtidos são representados na Figura 1.

Figura 1

18 A/0 (Bh-Fe)  
pó inf 40 $\mu$

18 A/0 (Bh-Fe)  
lamina orientada inf 2 $\mu$

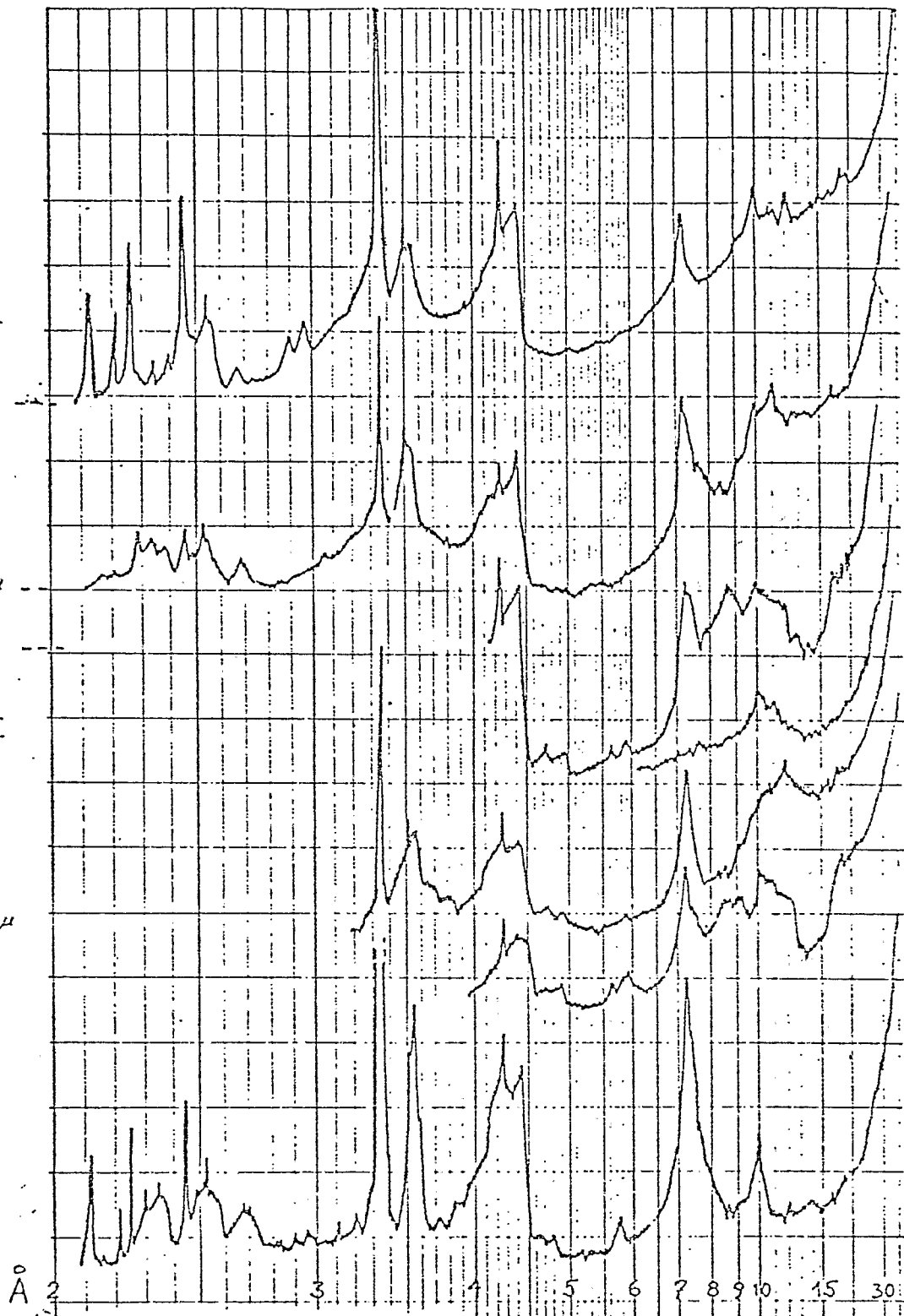
-idem - glycerol

-idem - 3h 490°C

18 A/1 (Bh-Fe)  
lamina orientada inf 2 $\mu$

-idem - glycerol

C  
pó inf. 40 $\mu$



O exame dos difratogramas da figura acima mostra:

1. que o único mineral argiloso presente na base dos perfis é uma caolinita desordenada (7,15; 4,40, 3,56; zona 2,50 - 2,56 e zona 2,29 - 2,36  $\text{Å}^\circ$ ). O difratograma do horizonte C nos mostra ainda quartzo (3,34; 4,23; 2,44; 2,24 e 2,12  $\text{Å}^\circ$ ) e illita (10  $\text{Å}^\circ$ ) e goetita (2,67 e 4,13  $\text{Å}^\circ$ ).
2. Os difratogramas das amostras de alios (18 A/0 e 18 A/1) mostram ao lado de caolinita desordenada, quartzo e goetita, micas hidratadas mais ou menos vermiculitizadas cujas reflexões ocupam toda a zona de 10 a 14  $\text{Å}^\circ$ .

-3. As mesmas amostras gliceroladas, mostram pelo aparecimento sobre os difratogramas de uma zona vazia a  $14 \text{ \AA}$ , que cai por volta de  $17-18 \text{ \AA}$ , a existência de montmorillonita.

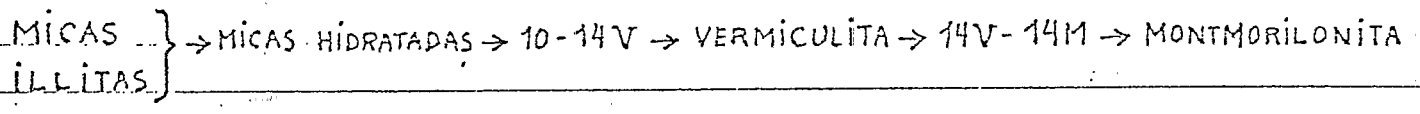
Interpretação. Este perfil mostra:

- No horizonte C uma caolinita desordenada, illita, quartzo e goetita.
- No alios, fortemente impregnada de produtos orgânicos agressivos, caolinita desordenada, illitas hidratadas, vermiculitizadas e montmorillonita.

Isto faz supôr uma gênese da vermiculita e da montmorillonita à partir da illita sob a ação das substâncias orgânicas e condições climáticas de forte percolação.

Esta gênese nos solos, e principalmente nos podzóis, de montmorillonita a partir das illitas e das micas dioctaédricas já foi mostrado sob clima temperado por Mac EWAN, 1949; WHITE, 1951; HEYSTEK, 1955; SCHMEHL e JACKSON, 1956; BROWN e JACKSON, 1958; GJEMS, 1960, 1962; ROSS e MORTLAND, 1966; POST e WHITE, 1967; e KODAMA e BRYDON, 1968.

Reencontra-se aqui, e meio tropical úmido, os mesmos mecanismos descritos sob clima temperado por JACKSON e al. 1952, 1954; JACKSON, 1959, 1963; CAMEZ, 1962; MILLOT, 1964; MILLOT, LUCAS e PAQUET, 1965:



MEDIDAS RADIOMÉTRICAS

1) - Determinações de URANIUM e THORIUM.

Os teores em U e Th foram determinados para todo o perfil através da técnica da espectrometria- $\gamma$  de baixo ruído de fundo.

Utilizou-se um detetor NaI (7L) (4" x 4"), com fotomultiplicadora de quartzo, protegidos por um castelo de chumbo e ferro de 10 toneladas.

A eletrônica de contagem é um analisador Hewlett Packard de 1024 canais. O rendimento e a resolução da instalação são da ordem de 5% e 8%, respectivamente.

Tempo de contagem: 500 minutos.

Os resultados obtidos para o horizonte A, 10 amostras sucessivas de 30 cm de espessura, a partir da superfície, não acusaram presença detetável de U e Th acima do ruído de fundo da instalação.

Sobre os "alios", foram efetuadas 5 medidas, que cobrem uma espessura de cerca de 1,30 m.

A tabela abaixo, mostra os resultados obtidos sobre o alios da parte superior para baixo:

	Profundidade	URANIUM PPM	THORIUM PPM
Bh	0-30 cm	0,78 ± 0,1	7,37 ± 0,1
B(h-Fe)	30-60 cm	0,75 ± 0,1	5,93 ± 0,1
	60-90 cm	0,80 ± 0,1	5,87 ± 0,1
	90-120 cm	0,98 ± 0,1	7,91 ± 0,1
	150-180 cm	1,01 ± 0,1	8,04 ± 0,1
C	300 cm	0,90 ± 0,1	5,70 ± 0,1
R	Sup. 300 cm	0,94 ± 0,1	5,30 ± 0,1



	Profundidade no álios	URANIUM PPM	THORIUM PPM
Bh	0 - 30 cm	0,73 ± 0,10	7,37 ± 0,10
B(h-Fe)	30 - 60 cm	0,75 ± 0,10	5,93 ± 0,10
	60 - 90 cm	0,80 ± 0,11	5,87 ± 0,10
	90 - 120 cm	0,98 ± 0,11	7,91 ± 0,10
	150 - 180 cm	1,01 ± 0,11	8,04 ± 0,11

TABELA II

Para a rocha-mãe foram efetuadas duas medidas:

- 1. Zona não podzolizada, fortemente alterada:

U : 0,90 ± 0,10 ppm      Th : 5,70 ± 0,10 ppm

- 2. Rocha mãe não alterada:

U : 0,94 ± 0,11 ppm      Th : 5,30 ± 0,10 ppm

As medidas mostram que os teores em U aumentam progressivamente até um valor máximo, característico de material não podzolizado ou fresco. Para o Th, entretanto, nota-se uma nítida concentração na parte inferior do álios com relação à rocha-mãe.

Isto pode ser explicado, levando-se em conta que o U necessita de um pH mais baixo do que para o Th para provocar uma "decomplexação" com o Fe e a matéria orgânica. Assim a ação do pH do horizonte seria desprezível sobre o U e o fenômeno de transporte com os elementos solúveis predominaria. (Lembrar que o Thorium não é solúvel)

Estes resultados parecem indicar os efeitos de um intenso lixiviamento em todo o perfil.

## 2) Idades Carbono - 14. Medidas da atividade específica ( $C^{14}/C^{12}$ ).

Os horizontes suscetíveis de fornecer medidas  $C^{14}/C^{12}$  foram estudados.

Os resultados são obtidos são os seguintes:

Horizonte  $A_1$  :

- Matéria orgânica total :  $\delta^{14}C = (17 \pm 1)\%$

- Ac. fúlvicos :  $\delta^{14}C = (20 \pm 1)\%$

- notam-se os efeitos termonucléares.

Horizonte B :

- B <sub>h</sub> (Carbono total)	----- Idade = 550 ± 120 anos
- B(h-Fe) (Carbono total) (parte superior)	----- Idade = 1750 ± 150 anos
- B(h-Fe) (Carbono total) (~30 cm abaixo)	----- Idade = 3300 ± 200 anos

As medidas indicam que o processo de podzolização se iniciou há, pelo menos, 3000 anos.

É interessante notar que os podzols europeus datados pelo método do radiocarbono não ultrapassam 3000 anos.

### HIPÓTESES PEDOGENÉTICAS POSSÍVEIS

conclusões: Enquanto que o essencial dos trabalhos sobre os podzols de zonas tropicais mostram podzols hidromorfos a lençol freático; no Brasil, processos de alteração formaram localmente podzols espessos humoferruginosos típicos, semelhantes aos de regiões temperadas e frias mas que seriam multiplicados por um fator da ordem de dez.

Morfologicamente, estes solos, situados em posição de excelente drenagem são caracterizados por um horizonte A<sub>2</sub> "eluvial" muito embranquecido e por um horizonte B subdividido em um horizonte de acumulação húmifero superior e um horizonte de acumulação ferruginoso inferior.

Dosagens Urânio-Tório permitem afirmar que o horizonte A<sub>2</sub> é, sem dúvida, um horizonte eluvial; há lixiviação total de U e Th em A<sub>2</sub> e concentração temporária desses elementos nos horizontes de acumulação húmifera e ferruginosa.

Datações C<sup>14</sup>/C<sup>12</sup> sobre os diversos horizontes húmiferos permitem concluir que os processos de podzolização que afetam estes solos funcionam há mais de 3000 anos. O horizonte de acumulação mostra do exterior para o centro, sucessivamente : 550, 1750 e 3300 anos, o que permite afirmar que o processo de podzolização persiste até agora.

Como nos podzols humo-ferruginosos das regiões temperadas, a degradação das micas conduz à montmorillonita .

Ao precisar os fatores responsáveis desta podzolização encontram-se aqueles citados por inúmeros autores:

1 - uma diminuição do pH, ligada a uma forte "dessaturação" do meio condicionada por uma forte pluviosidade.

2 - uma drenagem excelente que favorece a evacuação das bases e o lixivia-  
mento.

3 - uma temperatura elevada do solo.

O papel da matéria orgânica nos processos de podzolização é mal conheci-  
do. Aqui os ácidos fúlvicos e húmicos que se formam sob condições de clima  
tropical, a partir de uma vegetação que não parece diferir daquela que reco-  
bre os solos ferralíticos vizinhos, teriam ação similar àquela que provocam  
nas regiões temperadas e frias, os ácidos fúlvicos e húmicos provenientes de  
uma vegetação de coníferas.

Para explicar a formação dos podzols aqui descritos, um fator suplementar  
deve poder ser posto em evidência. Com efeito, conhecem-se na mesma região  
rochas-mãe análogas constituídas de quartzo, caolinita desordenada, goetita  
e de um pouco de illita, recobertas com a mesma vegetação, sob as mesmas con-  
dições e sobre as quais podzols nunca são observados.

Dois fatores suplementares, suscetíveis de ter desempenhado um papel na  
gênese destes podzols podem ser aqui levantados a título de hipóteses:

1) O de um limiar máximo em elementos inferiores a  $2\mu$  na rocha-mãe.

Assim um teor mínimo em argila seria necessário para permitir o início  
do processo de podzolização;

2) O de um movimento de levantamento recente da zona costeira. Assim o  
podzol estudado nada mais seria do que um antigo podzol hidromorfo  
posto em condições de excelente drenagem por movimentos tectônicos.  
O mecanismo, uma vez iniciado só poderia continuar a evoluir.

## BIBLIOGRAFIA

- ALTENMÜLLER, H. J. e KLINGE, H. (1964) (s.l.) Max Planck Institute of Limnology  
BROWN, B. E. e JACKSON, M. L. (1958) *Clays and Clay Min.* (5th. Nat. Conf., 1956), p. 213-226.  
CAMEZ, J. (1962) Thèse Doct. ès Sci. Strasbourg. *Mém. Serv. Carte géol. Als-Lor.*, 20, 90 p.  
COLMET-DAAGE, F. (1953) *Pub. ORSTOM*, 97 p., 2 cartes 1:50.000<sup>e</sup>  
DABIN, B. (1971) *Science du sol*, 1, p. 47-63.  
DAY, I. H. (1959) *Pub. E.A.O.* mimeo.  
GJEMS, O. (1960) *Clay Min. Bull.*, 4, p. 203-211.  
GJEMS, O. (1967) *Meddr. Norsk. Skogsforves.*, 21, p. 303-415.  
HEYSTEK, H. (1955) *Clays and Clay Min.* (3rd. Nat. Conf., 1954) p. 327-355.  
JACKSON, M. L. et al. (1952) *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 16, p. 3-6.  
JACKSON, M. L. et al. (1954) *Clays and Clay Min.* (2nd. Nat. Conf., 1953), p. 213-226.  
JACKSON, M. L. (1959) *Clays and Clay Min.* (6th. Nat. Conf., 1958), p. 132-143.  
JACKSON, M. L. (1963) *Clays and Clay Min.* (11th. Nat. Conf.), p. 20-46.  
KLINGE, H. (1958) *Report on tropical podzols*. World Soil Resources Office (s.l.).

- KLINGE, H. (1967) Atas do Simpósio sobre a biota Amazônica, Limnologia, p. 149-155.
- KLINGE, H. (1969) Tropical ecology, 10, (2), p. 222-239.
- KODAMA, H. e BRYDON, J.E. (1968) Clay Min., 7, p. 295-309.
- Mac EWAN, D.M.C. (1949) J. Soil Sci., 1, p. 90-103.
- MILLOT, G. (1964) Géologie des Argiles. Masson et C<sup>ie</sup> Ed., Paris, 499 p.
- MILLOT, G., LUCAS, J. e FAGUET, H. (1965) Geol. Rundsch. 55, p. 1-20.
- MOHR, F.G.J. e VAN BAREN, F.A. (1954) Tropical soils; Royal tropical Institute, Inter science publishers, Amsterdam.
- POST, D.E. e WHITE, J.L. (1967) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 31, 3, p. 419-424.
- ROSS, G.B. e MORTLAND, M.M. (1966) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30, 3, p. 337-343.
- SCHMEHL, W.R. e JACKSON, M.L. (1956) Clays and Clay Min. (4th. Nat. Conf., 1955) p. 1-10.
- SETZER, J. (1949) Junt. Bras. Geog. e Estatística, Série A, 6. SAO-PAULO.
- VIEIRA, L.S. e OLIVEIRA FILHO, J.P.S. (1962) Bol. Técn. Inst. Agro. Norte, 42, p. 1-32.
- VIEIRA, L.S. et al. (1967) Bol. Técn. Inst. Prog. Exper. Agropecuária Norte, 47, p. 1-63.
- WHITE, J.L. (1951) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 15, p. 129-133.
- TURENNE, J.E. (1972) Caribbean food crops society 10th. annual meeting.
- TURENNE, J.E. (1970) (ed. CRSTOM, Pédol. VII, 4, p. 449-452.