

CONCLUSÕES

Nos latossolos da Bahia a cor amarela está ligada à presença de goethita, enquanto que a cor vermelha é determinada por um produto vermelho constituído de finos cristalitos de hematita, exatamente como nos solos fersialíticos do Líbano (Lamouroux, 1972) ou nos solos podzólicos da Austrália (Davey *et alii*, 1975). O teor de ferro em si, é de pouca importância. Também a natureza dos óxidos ferruginosos presentes não determina completamente a cor. Esta é em grande parte ligada ao estado de divisão ou de cristalização da hematita.

LITERATURA CITADA

- AUBERT, G. & SEGALEN, P. — Projet de Classification des sols ferralitiques, Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 4 : 97-112, 1966.
- BENNEMA, J. — Classification of brazilian soils, report to the Government of Brazil. UNDP project, FAO report n.º 2197, 1966, 83 p.
- DABIN, B. — Application des dosages automatiques à l'analyse des sols: 2 partie. Cah. ORSTOM, sér. Péd., 4 : 77-103, 1966.
- DAVEY, B. G.; RUSSEL, J. D. & WILSON, M. J. — Iron oxide and clay minerals and their relation to colours of red and yellow podzolic soils near Sydney. Geoderma, 14 : 125-138, 1975.
- DECRAENE, A. & LARUELLE, P. — Genese et alteration des latosols equatoriaux et tropicaux humides. Bull. Agric. Congo Belge, XLVI: 1113-1243, 1955.
- FAO-UNESCO — Mapa mundial de suelos. Volume IV: America del Sul. UNESCO — Paris, 1971. 193 p.
- FRANÇA, C. P. C. S. — Classification des sols. Laboratoire de Géologie — Pedologie de l'E. N. S. A. de Grignon. França. 96 p., 1967.
- LAMOUREUX, M. — Étude des sols formés sur roches carbonatées; pédogenese fersialitique au Liban. Paris, Mém. ORSTOM, 1972, 266 p.
- MAIGNIEN, R. — Le cuirassement des sols en Guinée-Mém. Serv. Carte Geol. Als. Lorr. n.º 16. Strasbourg, 1958. 239 p.
- NALOVIC, Lj. & HUMBEL, F. X. — Contribution à l'étude de la localisation des diferentes formes de composés du fer au sein de quelques sols du Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 9 : 271-306, 1971.
- QUANTIN, P. & LAMOUREUX, M. — Adaptation de la méthode cinétique de Segalen à la détermination des constituants minéraux de sols variés. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 12 : 13-46, 1974.
- SEGALEN, P. — Note sur la détermination des produits minéraux amorphes dans certains sols à hydroxydes tropicaux. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 6 : 105-126, 1968.
- SEGALEN, P. — Contribution à la connaissance de la couleur des sols à sesquioxides de la zone intertropicale: sols jaunes et sols rouges — Cah. ORSTOM, sér; pédol., 7 : 225-236, 1969.
- SEGALEN, P. — Extraction du fer libre à sesquioxides par la méthode de de Endredy par irradiation à l'ultra-violet de solutions oxaliques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., 8 : 483-496, 1970.
- SOILEAU, J. M. & McCracken, R. J. — Free iron and coloration in certain well-drained coastal plain soils in relation to their properties and classification. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 31 : 248-255, 1967.
- VOLKOFF, B. & CESAR, V. — O ferro nos latossolos do Estado da Bahia, R. bras. Ci. Solo, 1 : 85-92, 1977.
- WAEAGEMANS, G. & HENRY, S. — La couleur des latosols en relation avec leurs oxydes de fer. In: Congr. Int. Sci. Soil., 5 Leopoldville, II. 384-389, 1954.

NATUREZA DO HUMUS NOS LATOSSOLOS DISTROFICOS DA BAHIA¹B. VOLKOFF², J. M. FLEXOR³, L. SANTA ISABEL⁴ & M. SANTA ISABEL³

RESUMO

Analisando-se os dados do fracionamento fisico-químico e a distribuição dos isótopos ¹³C e ¹⁴C no humus dos latossolos distróficos da Bahia, constatou-se que existem famílias de substâncias húmicas distintas tanto quanto a sua origem como ao seu modo de evolução. Uma família reúne frações muito transitórias como os ácidos húmicos e a humina herdada. Uma outra comporta frações, como os ácidos fúlvicos livres e a humina de precipitação, apresentando uma relativa resistência a biodegradação.

SUMMARY: THE NATURE OF THE HUMUS OF DISTROPHIC LATOSOLS FROM BAHIA, BRAZIL.

In the humus of dystrophic latosols from Bahia, Brazil, different families of humic components were identified by the analyses of the distribution of isotopes ¹³C and ¹⁴C related to results of the physico-chemical fractioning. These components differ in their origin and evolution pattern. One of the families includes much more transitory fractions such as humic acids and inherited humin. Another one contains fractions such as free fulvic acids and precipitated humin that are relatively more resistant to biodegradation.

(1) Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo em São Luis — MA, 11/16 de julho de 1977. Recebido para publicação em maio de 1977 e aprovado em novembro de 1977.

(2) Missão ORSTOM, França — Instituto de Geociências da

UFBA, Salvador, BA. Endereço atual: Instituto de Geociências da USP, São Paulo.

(3) Laboratório de Física Nuclear Aplicada, Instituto de Física da UFBA, Salvador, BA.

(4) Laboratório de Pedologia, Instituto de Geociências da UFBA, Salvador, BA.

O. R. S. I. O. M. 29 OCT. 1978
Collection de Référence
nº 9350 Pedro

INTRODUÇÃO

O estudo da matéria orgânica dos solos da Bahia foi iniciado há alguns anos tanto no laboratório de Pedologia do Instituto de Geociências como no laboratório de Física Nuclear Aplicada do Instituto de Física, ambos da Universidade Federal da Bahia em Salvador. No primeiro as pesquisas visaram principalmente a caracterização do humus por suas diferentes frações (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, humina) enquanto que no segundo se procurou investigar os mecanismos da humificação através da utilização do isótopo estável ^{13}C e o rádio-isótopo ^{14}C , de origem termonuclear, como traçadores naturais. A matéria orgânica dos latossolos, particularmente a dos latossolos distróficos pobres em ferro, que são os mais comuns do Estado da Bahia, foi a primeira a ser estudada.

Tais solos são profundos e bem drenados. A textura varia de argilo-arenosa a argilosa. O perfil apresenta sempre um pequeno gradiente textural. O complexo sortivo é caracterizado pelos pequenos valores de T nos horizontes de profundidade (a argila é exclusivamente caulinitica) e por uma baixa saturação catiônica em todos os horizontes (saturação de bases inferior a 40% ou, mais comumente, inferior a 30%). O pH varia de 4 a 5. A cor é geralmente amarela e os teores em ferro nunca são elevados, raramente ultrapassando 10% de Fe_2O_3 . Sob vegetação natural, os teores em humus no horizonte A são muito variáveis; os teores mais elevados são encontrados nas áreas de clima de altitude relativamente úmido, onde os solos apresentam as vezes horizontes A espessos e bastante escuros. De um modo geral trata-se de Latossolos Vermelho Amarelo distróficos segundo a classificação brasileira, *Xanthic Ferralsols* segundo a legenda da FAO ou ainda de *Solos Ferralíticos fortemente desaturados empobrecidos amarelos*, segundo a classificação francesa.

Pelo fracionamento do humus, aplicando-se o método de Dabin (1971), chegou-se às seguintes conclusões (Volkoff e Andrade, 1976; Volkoff, 1977): (a) na superfície dos latossolos, a mineralização dos detritos vegetais é sempre rápida; (b) os produtos pré-húmicos que se formam no decorrer da mineralização migram facilmente em profundidade; (c) uma proporção variável desses produtos dá origem a ácidos fúlvicos pouco polimerizados (ácidos fúlvicos livres) adsorvidos nas argilas ou retidos sob forma de complexos com o alumínio; (d) o restante precipita e se condensa mais ou menos fortemente, transformando-se em ácidos húmicos e também em produtos muito polimerizados que vão integrar a humina. Por outro lado consta-

se também que o humus dos latossolos é constituído de duas partes, uma bastante transitória e outra mais permanente. Na primeira, as frações mais características são os ácidos húmicos e uma fração da humina chamada humina herdada (Duchaufour, 1973) e na segunda os ácidos fúlvicos e uma outra fração da humina, chamada humina de precipitação (Duchaufour, 1973).

Os estudos isotópicos mostraram que na matéria orgânica a abundância em ^{13}C e a radioatividade devida ao ^{14}C não são constantes. A distribuição dos isótopos varia de acordo com a profundidade. Há portanto um fracionamento isotópico do carbono no solo.

Os trabalhos de Flexor (1974) e Flexor & Volkoff (1977) levaram às seguintes constatações: (a) na matéria orgânica total, a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ varia nitidamente e de modo característico ao longo do perfil (Fig. 1); (b) a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ dos ácidos fúlvicos livres, fúlvicos ligados e dos ácidos húmicos estudados separadamente também apresenta variações, mas neste caso as variações são muito pequenas e em primeira aproximação pode-se considerar que num perfil cada uma das frações tem uma composição isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ constante; (c) tais frações não têm a mesma composição isotópica: a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nos ácidos livres difere bastante da dos ácidos fúlvicos ligados e ácidos húmicos aproximadamente igual; (d) na humina a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ varia consideravelmente: ao longo do perfil, as variações são similares àquelas observa-

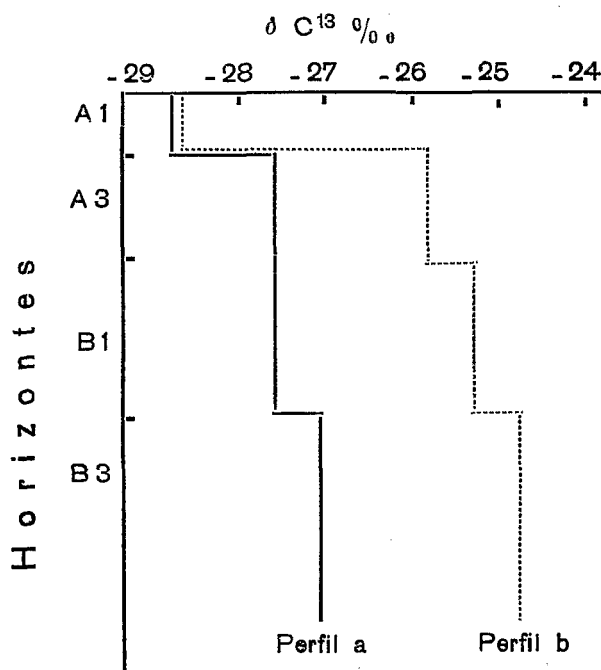


Fig. 1 — Reação isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ da matéria orgânica total nos sucessivos horizontes de dois perfis (Flexor, 1974); Perfil b (Flexor e Volkoff, 1977).

das na matéria orgânica total (mesma forma e mesma amplitude).

No que diz respeito às medidas de radio-carbono (Flexor, 1972; Lobo, 1972), os resultados seguem a regra geral: os horizontes superiores são sempre e invariavelmente mais jovens que as camadas profundas. Foi também mostrado que a relação $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ permite através da avaliação da velocidade de incorporação do ^{14}C de origem termonuclear, determinar a taxa de renovação do carbono de cada fração do humus mesmo nas camadas mais superficiais do solo onde os processos são de curta duração. Verificou-se assim que: (a) no horizonte A, a humina se renova mais rapidamente que todas as outras frações enquanto que em profundidade ela aparece como a mais estável; (b) no horizonte A, os ácidos fúlvicos livres são em comparação às outras frações os que se renovam mais lentamente e em profundidade, eles se renovam quase tão lentamente quanto a humina.

Tais resultados não foram ainda interpretados em conjunto. O objetivo desse trabalho é tentar uma interpretação e mostrar como os estudos isotópicos já realizados e completados por novos resultados referentes a humina, confirmam as conclusões decorrentes do fracionamento físico-químico, tornando possível uma interpretação geral e coerente, levando assim a novas hipóteses sobre a constituição e a dinâmica do humus dos latossolos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos adicionais foram realizados em amostras de Latossolo distrófico humífero (Flexor e Volkoff, 1977). A sequência do fracionamento da matéria orgânica é esquematicamente apresentada no quadro 1.

Quadro 1 — Sequência esquemática do fracionamento do humus.

Frações	Modo de Obtenção
Matéria orgânica leve	Separação por densidade: sobrenadente no H_3PO_4 2M
Ac. fúlvicos livres	Solúveis em H_3PO_4 2M a frio
Ac. fúlvicos ligados e ác. húmicos solúveis depois do pré-tratamento com H_3PO_4	Extração com $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 10H ₂ O 0,1 M e com NaOH 0,1 N
Humina hidrolisável	Solúvel em HCl N e HF N a quente
Humina de precipitação	Extração com NaOH 0,1N
Humina herdada (resíduo leve)	Em suspensão em H_3PO_4 d = 1,4
Humina residual	resíduo final

A composição isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ foi determinada no solo total, isto é, na matéria orgânica total diretamente ou nas frações do humus e da humina previamente sepa-

radas. As medidas foram feitas através de um espectrometro de massa utilizando-se o gás carbônico obtido por combustão.

RESULTADOS

Fracionando-se a humina e determinando-se a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de cada uma das suas frações observou-se que as frações, inclusive o resíduo final (a humina residual), apresentam todos valores sensivelmente constantes no perfil.

Por outro lado constatou-se que todas as frações da humina não têm a mesma composição isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. As substâncias extraídas pelo NaOH depois do pré-tratamento com HCl/HF (parte da humina de precipitação) são relativamente ricas em ^{13}C ($\delta^{13}\text{C} = 20\%$). É provável que toda a humina de precipitação dos latossolos seja assim caracterizada por apresentar teores em ^{13}C mais elevadas. As outras frações da humina, a humina hidrolisável, a humina herdada e a humina residual, são ao contrário relativamente mais pobres em ^{13}C ($\delta^{13}\text{C} = -29\%$).

Flexor e Volkoff (1977), mostraram que os ácidos fúlvicos livres, fúlvicos ligados e ácidos húmicos possuem composição isotópica constante. Eles tinham chegado a conclusão que a humina era a única fração de composição isotópica significativamente variável ao longo dos perfis.

Com os novos resultados referentes à humina, a matéria orgânica dos latossolos acha-se portanto dividida em substâncias cujas relações $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ são, em primeira aproximação, todas independentes da profundidade. Cada uma delas é bem definida do ponto de vista de sua composição isotópica e pode ser caracterizada por sua relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (Quadro 2).

Quadro 2 — Relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ nas principais frações do humus de um Latossolo humífero do Estado da Bahia.

Fração	$\delta^{13}\text{C}\%$ *
Ácidos fúlvicos livres	— 26,0 \pm 1,0
Ácidos fúlvicos ligados solúveis depois do pré-tratamento com H_3PO_4	— 29,0 \pm 1,0
Ácidos húmicos solúveis depois do pré-tratamento com H_3PO_4	— 29,0 \pm 1,0
Humina hidrolisável	— 29,0 \pm 1,0
Humina de precipitação extraída com NaOH depois do pré-tratamento com HCl/HF	— 20,0 \pm 1,0
Humina herdada	— 29,0 \pm 1,0
Humina residual	— 29,0 \pm 1,0

$$\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_a - \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_b$$

$$* \delta^{13}\text{C} = \frac{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_a - \left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_b}{\left(\frac{^{13}\text{C}}{^{12}\text{C}} \right)_a} \cdot 1000$$

a sendo a amostra e b o padrão (PDB) de referência.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

As proporções relativas das frações do humus e da humina variam de acordo com os horizontes pedológicos (Volkoff e Andrade, 1976; Volkoff, 1977). Os resultados obtidos tornam possível a explicação das variações da relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ tanto da humina como da matéria orgânica total.

Na humina, a relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ aumenta com a profundidade. Tal variação pode ser devida a um aumento das proporções de frações ricas em ^{13}C ou uma diminuição das frações pobres em ^{13}C . Nos latossolos da Bahia, a humina de precipitação, parte rica em ^{13}C da humina ($\delta^{13}\text{C} = -20\text{‰}$), permanece constante ao longo do perfil enquanto que as frações restantes da humina (humina herdada, humina hidrolisável, humina residual) diminuem em proporções da superfície para base do perfil (Fig. 2). As frações que apresentam variações mais significativas são a humina herdada e a humina hidrolisável. Como por outro lado é provável que a humina hidrolisável esteja diretamente relacionada à humina herdada (Volkoff, 1977) pode-se dizer que nos latossolos da Bahia o aumento em profundidade da relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ na humina, se deve a diminuição das proporções da humina herdada.

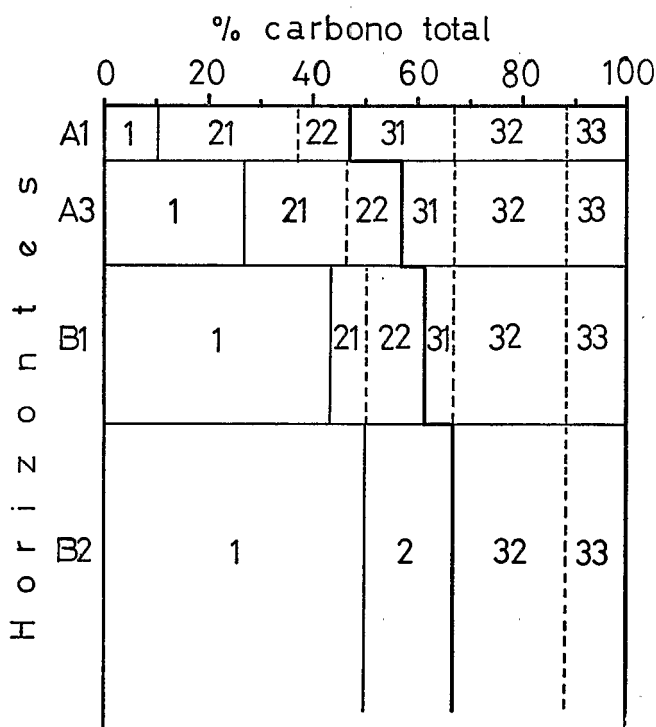


Fig. 2 — Representação esquemática da distribuição das principais frações do humus segundo os horizontes de um latossolo distrófico da Bahia, (Volkoff, 1977): 1, ácidos fúlvicos livres; 2, alcalino pré-solúveis após pré-tratamento com H_3PO_4 ; 21, ácidos húmicos; 22, ácidos fúlvicos ligados; 13, humina; 31, humina herdada e humina hidrolisável; 32, humina residual; 33, humina de precipitação.

Na matéria orgânica total o aumento de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ em profundidade explica-se tanto pelas modificações dos teores em humina herdada como pela diminuição das proporções de ácidos húmicos. Esta última fração é relativamente mais pobre em ^{13}C ; suas proporções decrescem em profundidade à medida que as proporções dos ácidos fúlvicos livres (relativamente mais ricos em ^{13}C) crescem (Fig. 2). O valor do $\delta^{13}\text{C}$ da matéria orgânica total aparece assim diretamente em função da humina herdada e dos ácidos húmicos.

Os resultados mostram também que, pelo $\delta^{13}\text{C}$ as frações do humus distribuem-se nitidamente em dois grupos. Um corresponde às substâncias relativamente mais ricas em ^{13}C compreendendo os ácidos fúlvicos livres e a humina de precipitação. O outro corresponde às outras frações (ácidos fúlvicos ligados, ácidos húmicos, humina herdada, humina residual) que aparecem como substâncias relativamente pobres em ^{13}C . Esta divisão em dois grupos lembra a divisão decorrente dos estudos baseados no fracionamento físico-químico (Volkoff, 1977). Ter-se-ia portanto as substâncias ricas em ^{13}C mais resistentes ou mais estáveis, e provavelmente boa parte das substâncias pobres em ^{13}C bastante transitórias. Os resultados das medidas do radiocarbono por serem diretamente relacionadas com a estabilidade das frações são porém as que dão mais informações a esse respeito. As medidas de ^{14}C (Flexor, 1972), indicam que, perto da superfície do solo, a humina é, em comparação às outras frações, a que se renova mais rapidamente. De todas as frações, a humina é pois a mais instável nesta parte do perfil. O contrário é observado em profundidade. Por outro lado, perto da superfície do solo, no horizonte A1, há uma certa proporção de humina herdada. Esta geralmente desaparece totalmente nos horizontes de profundidade, enquanto que as outras frações da humina permanecem constante. Poderia ser portanto a humina herdada a responsável pelo comportamento diferente da humina no horizonte A1. Conclui-se que a humina herdada é pouco resistente à biodegradação e que as outras frações da humina, humina de precipitação e humina residual, são, ao contrário, muito estáveis. Pelo ^{14}C há também confirmação da estabilidade dos ácidos fúlvicos livres quando comparados às outras frações (Flexor, 1972).

Os resultados levam assim à seguinte ordem de estabilidade:

Humina de precipitação > ac. fúl. livres > ac. húmicos > humina
Humina residual > ac. fúl. ligados > herdada

Do estudo da distribuição do ^{13}C no humus tira-se outra conclusão importante. Quando há

identidade de composição isotópica pode-se supor semelhança de origem e interações recíprocas entre frações. Composições isotópicas muito diferentes significariam ao contrário gênese e evoluções independentes. Mostrou-se que, no solo, existe um grupo de substâncias húmicas de mesma composição isotópica e que também existem substâncias de composição isotópica bastante diferente. Todas as frações relativamente pobres em ^{13}C (ácidos fúlvicos ligados, ácidos húmicos, humina hidrolisável, humina herdada, humina residual), com aproximadamente a mesma composição isotópica, formariam, portanto, um conjunto de substâncias interdependentes de mesma origem. As frações mais ricas em ^{13}C (ácidos fúlvicos livres, humina de precipitação) teriam outra origem. Nesta altura, o humus aparece como constituído de várias famílias de produtos de formação e dinâmica próprias. A consequência disso é que não se pode mais estabelecer uma sequência evolutiva única como no modelo tradicional da humificação onde todas as frações são de um certo modo consideradas como derivadas umas das outras. Existiriam dois ou mais ciclos de evolução.

Utilizando junto os resultados obtidos pelo fracionamento físico-químico e pelos estudos isotópicos pode-se finalmente concluir que o humus dos Latossolos distróficos da Bahia integra duas partes distintas. Uma é constituída de ácidos fúlvicos livres, de humina de precipitação e de humina residual e outra das demais frações. As frações da primeira parte parecem se renovar lentamente, enquanto que as da segunda seriam muito mais sensíveis à biodegradação. Os

ácidos fúlvicos livres e a humina de precipitação têm uma dinâmica própria e independente, enquanto que a humina residual pertence geneticamente ao conjunto das frações mais transitórias.

LITERATURA CITADA

- DABIN, B. — Etude d'une méthode de fractionnement des matières humiques du sol. *Science du Sol*, 1 : 47-63, 1971.
- DUCHAUFOUR, P. — Action des cations sur les processus d'humification. *Science du Sol*, 3 : 151-161, 1973.
- FLEXOR, J. M. — Medida de radioatividade específica $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$: aplicação ao estudo do comportamento dinâmico do carbono no solo. Tese de doutoramento em ciências. Instituto de Física da USP, São Paulo, 1972, 93 p. (mimeografado).
- FLEXOR, J. M. — Dinâmica do carbono em ecossistema florestal do sul do Estado da Bahia: Um estudo isotópico. In: 1ª Reunión Latino Americana de Geofísica, Salvador (Ba), Brasil, 16-20 de setembro de 1974. 9 p. (mimeografado).
- FLEXOR, J. M. & VOLKOFF, B. — Distribution de l'isotope stable ^{13}C dans la matière organique d'un sol ferrallitique de l'Etat de Bahia (Brésil). *C. R. Ac. Sc. Paris*, t 284 Serie D: 1655-1657, 1977.
- LOBO, P. F. — Utilização do ^{14}C atmosférico como traçador de matéria orgânica dos solos. Tese de mestrado em geofísica, U. F. Ba, Salvador, 1972. 63 p. (mimeografado).
- VOLKOFF, B. — La matière organique des sols ferrallitiques du Nordeste du Brésil. *Cah. ORSTOM. Sér. Pedol.* 15 : 61-75. 1977.
- VOLKOFF, B. & ANDRADE, M. J. — Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15., Campinas, 1975. Anais, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976, p. 116-126.

MINERALOGIA, CLASSIFICAÇÃO E FORMAS DE POTÁSSIO EM SOLOS DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PINDORAMA, SP (1)

I. F. LEPSCH (2), C. L. ROTTA (2) & J. M. A. S. VALADARES (2)

RESUMO

Em horizontes selecionados de perfis de solos com horizontes B textural (Alfisol e Ultisol) da estação experimental de Pindorama, foram identificados e quantificados minerais das frações argila e areia. O potássio total foi determinado na terra fina seca ao ar, e nas frações argila, limo e areia. As quantidades de potássio extraído com HNO_3 a quente, foram também determinadas na terra fina seca ao ar.

Na fração argila dos horizontes A e B a caulinita é o mineral dominante, seguido de menores quantidades de mica, minerais interstratificadas 2:1 e montmorilonita. A fração argila do horizonte A apresenta, na maior parte dos casos, teores de mica superiores aos da argila do horizonte B, fato interpretado como provável consequência de migração preferencial, do horizonte A para o B, da argila fina ($<0,2\mu$) que tem menor quantidade de mica que a argila grossa ($2 - 0,2\mu$). Na fração areia o quartzo é o mineral dominante, seguindo-se os feldspatos

(1) Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, S. Luis, MA, julho, 1977. Recebido para publicação em julho de 1977 e aprovado em dezembro de 1977.

(2) Pesquisadores científicos da Seção de Pedologia do Instituto Agrônomo, Campinas, SP. Bolsistas do CNPq.