

LITOSOL: SUAS CARACTERÍSTICAS E PROVÁVEL GÊNESE <sup>1</sup>Z.Z.Marcos <sup>2</sup>T. Kinjo <sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

As referências da literatura sobre Litosols não oferecem informações suficientes para um estudo compreensivo de sua formação. A literatura é especialmente deficiente para a região Tropical. O que se encontra são algumas frases isoladas a respeito de sua formação e ocorrência, acompanhadas de descrição morfológica e dados analíticos.

O conceito de Litosol, geralmente amplo, é variável. Segundo a terminologia citada no "Yearbook of Agriculture" de 1938 (6), Litosols são solos esqueléticos, classificados como solos azonais devido à falta de expressão nítida da morfologia do solo e presença de rochas fragmentares imperfeitamente decompostas. São solos encontrados principalmente em posição de relevo muito íngreme. A Comissão de Solos (1) define o Litosol do ponto de vista da Morfologia e da Pedogênese, considerando-o como constituído por solos pouco desenvolvidos com sequência de horizontes A, "D" ou A, C, "D"; o fator tempo, frequentemente coadjuvado pelo relevo excessivo, destaca-se dos demais fatores de formação do solo como fator dominante.

Estas e outras definições (4, 7) podem ser resumidas caracterizando o Litosol como sendo um solo em que a pequena espessura do perfil é a característica dominante. A camada de solo propriamente dito, rasa e residual, assenta-se sobre o leito da rocha apresentando os primeiros estágios de desenvolvimento de um perfil. Segundo este conceito o Litosol é uma etapa na formação do solo independente do processo pedogenético predominante. Teoricamente todos os solos maduros, com horizontes genéticos definidos, passaram pela fase de Litosol. Todavia, o cientista de solo que hoje identifica um Litosol não está necessariamente diante de um solo no início de sua formação. É mais provável tratar-se de um solo cuja situação de relevo é uma bar

---

<sup>1</sup> Entregue para publicação em 27/12/67.

<sup>2</sup> Centro de Estudos de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.

reira para o acúmulo de material edafizado para o aumento de sua espessura ou de um solo que teve um ou mais horizontes do perfil removidos por agente natural ou artificial. No primeiro caso trata-se de um Litosol pela constante remoção do material edafizado, no segundo caso é um Litosol por acidente.

Nêste trabalho são estudadas algumas características particulares dos Litosois que ocorrem nos Estados de São Paulo e Paraná. Os fatores de formação do solo, cuja ação é predominante, são assinalados.

### Características do Litosol

Os Litosois são encontrados originários das mais diversas rochas, desde rochas cristalinas até rochas sedimentares e metamórficas. Encontram-se, geralmente, em situação de relevo acidentado e montanhoso. São moderadamente drenados, exceto quando o substrato tem permeabilidade reduzida como os argilitos resultando numa drenagem imperfeita do solo. A profundidade varia entre 20 e 60 cm; na maioria dos casos está ao redor de 30 cm. O perfil apresenta um horizonte A, com apreciável teor de matéria orgânica, sobre a camada R. Alguns perfis de solo, com espessura dentro da amplitude de Litosol, são classificados como tal apesar de apresentarem outros horizontes ainda que fracamente desenvolvidos; podem ocorrer horizontes A<sub>2</sub> pouco evidenciados ou horizontes B<sub>2</sub> incipientes. Alguns autores preferem denominar êstes solos de "fase rasa" (1).

Os quadros 1 e 2 apresentam dados referentes a Litosois que ocorrem nos Estados de São Paulo e Paraná, extraídos dos trabalhos da Comissão de Solos do Ministério da Agricultura (1) e do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas do Estado do Paraná (2).

Os resultados das análises granulométricas mostram -- que, de modo geral, o material fino, ou seja, a soma das frações limo e argila, constitui aproximadamente 50% da terra fina do horizonte A, com exceção dos Litosois de substrato filito e arenito calcário que têm 32% e 13%, respectivamente, de material fino, devido à composição mineralógica da rocha-mater.

As relações  $SiO_2/Al_2O_3$ , do complexo coloidal para o horizonte A, são relativamente altas, variando entre 2,0 e 3,8 na maioria dos perfis. As capacidades de troca de cátions dos horizontes A são também bastante elevadas, chegando a atingir 68,4 e.mg por 100 g de solo. O suprimento de bases é adequado, em torno de 80%, exceto para os solos oriundos de granito e fi-

## Quadro nº 1

Alguns dados de Litossóis que ocorrem no Estado de São Paulo  
(dados do Boletim nº 12 do S.N.P.A.)

Rocha-Mater	Diabásio	Granito	Filito	Arenito-Calcário	Argillito						
Número do Perfil	1	2	3	4	5	6	7				
Relêvo	F. Ondulado	Montanhoso	Montanhoso	F.ondulado	F.ond.	F.ond.	F.ond.				
Drenagem	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moder.	Imper.	Imper.				
Profundidade (cm)	35	30	23	25	50	20	20				
Horizontes	A <sub>1</sub>	B	A <sub>1</sub>	B	A <sub>1</sub>	B/C	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A	A	A
Esqueleto %	-	-	1,0	11,0	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Areia Grossa %	2,0	15,0	25,0	26,0	12,0	12,0	6,0	6,0	3,0	1,0	2,0
Areia Fina %	32,0	38,0	37,0	31,0	56,0	53,0	81,0	81,0	86,0	35,0	11,0
Limo %	19,0	18,0	9,0	10,0	15,0	22,0	3,0	6,0	2,0	27,0	32,0
Argila %	47,0	29,0	30,0	33,0	17,0	14,0	10,0	7,0	9,0	37,0	56,0
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,6	3,3	3,0	2,5	2,2	2,0	3,8	3,4	2,8	3,7	3,8
"T" e.mg/100 g	37,7	37,6	12,8	8,0	12,5	3,6	15,1	13,9	30,5	27,2	20,4
"V" %	86,0	86,0	41,0	12,0	50,0	20,0	78,0	69,0	100,0	94,0	35,0
Matéria Orgânica %	3,9	1,4	4,6	1,5	5,3	0,5	2,0	1,0	2,6	3,0	3,4
"T" e.mg/100 g Argila	59,6	118,0	12,0	13,6	11,2	18,5	101,0	162,8	266,6	53,2	21,2

Alguns dados de Litossóis que ocorrem no Estado do Paraná (dados do I.B.P.T. do Estado do Paraná)

Rocha-Mater	Diabásio		Meláfiro	
	1	2	3	4
Número do Perfil				
Relêvo	Montanhoso	Ondulado	Acidentado	Acidentado
Drenagem	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Profundidade (cm)	25	27	60	30
Horizontes	A	A	A	A
Esqueleto %	-	-	-	-
Areia Grossa %	5,0	11,0	5,0	25,0
Areia Fina %	45,0	7,0	29,0	24,0
Limo %	29,0	34,0	24,0	26,0
Argila %	21,0	48,0	43,0	25,0
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,8	1,6	1,8	2,2
"T" e.mg/100 g	68,4	31,8	45,5	51,7
"V" %	94,0	88,0	97,0	94,0
Matéria Orgânica	10,2	4,6	8,5	3,9
"T" e.mg/100 g Argila	204,0	42,3	56,3	167,6

lito. O conteúdo de matéria orgânica do horizonte A é também elevado, desde 2,0% até 10,2%.

A capacidade de troca da fração argila, com correção para a matéria orgânica, mostra que alguns solos têm a capacidade de troca demasiadamente alta devido, provavelmente, à presença de bases não adsorvidas pelo complexo coloidal do solo. Estas bases livres teriam sido incluídas como bases trocáveis em virtude do método de determinação utilizado.

Os dados referentes à capacidade de troca de cátions e a relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  indicam a provável presença de argila do tipo 2:1 na maioria dos perfis estudados.

#### Formação do Litosol

Um solo representa a expressão do efeito combinado dos fatores que atuaram durante a sua formação. Um solo, examinado num determinado momento, representa o efeito combinado do clima e dos organismos atuando sobre o material de origem, condicionado pelo relevo, durante um intervalo de tempo (6). Os cinco fatores principais são, portanto: clima, organismos, material de origem, relevo e tempo.

Relevo - A ocorrência de um Litosol, em meio a solos com perfis bem desenvolvidos, pode ser atribuída a uma predominância da ação dos fatores relevo e tempo.

Os Litosóis dos Estados de São Paulo e Paraná ocorrem, quase que em sua totalidade, em situação de relevo forte ondulado ou montanhoso. Segundo Lutz e Chandler (4), a formação de Litosol, em condições de relevo excessivo, é devida à erosão que remove os produtos de intemperização logo que se formam. De acordo com Jenny (3), à medida que o relevo reduz a possibilidade de penetração da água no solo, o microclima local se torna árido devido ao escoamento rápido e consequente diminuição na quantidade de água armazenada, interferindo assim no desenvolvimento normal do solo.

Este não é, entretanto, o caso dos Litosóis que ocorrem sob nossas condições. O alto teor de material fino, que é produto da intemperização química na presença de água, é uma indicação de que os Litosóis de São Paulo e do Paraná têm umidade suficiente para o desenvolvimento normal do solo. O fator dominante para os nossos Litosóis, em relação ao relevo é, provavelmente, o afloramento da rocha devido à erosão que em tempos passados removeu a camada de solo já formado. Sobre esta rocha ex

posta um novo ciclo de formação de solo se iniciou.

Tempo - As figuras 1, 2 e 3 representam esquemas com parando o perfil do Litosol e o perfil do solo bem desenvolvido, a partir do mesmo material, para algumas rochas segundo dados da Comissão de Solos (1). Como se pode observar, os Litosols estão nos estágios iniciais do desenvolvimento de um solo. A estimativa da idade relativa, ou maturidade de um solo, é baseada no grau de diferenciação dos horizontes. De um modo geral, o solo será tanto mais maduro quanto maior for o número de horizontes e mais espessos e diferenciados forem estes horizontes. Assim, o Litosol é considerado um solo jovem. Entre os dois perfis representados nas figuras 1, 2 e 3, encontram-se os solos transitórios ou em fase de desenvolvimento. A relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  elevada, o teor de bases e a capacidade de troca de cátions altos (quadros 1 e 2), indicam que estes Litosols são solos jovens.

Clima - Os componentes mais importantes do clima na formação do solo são a umidade e a temperatura. Estes dois agentes regulam o processo de intemperização da rocha. A intemperização química é mínima sob condições desérticas devido à falta de água e sob condições árticas ou alpinas devido à prevalência de baixas temperaturas. Nas regiões úmidas a intensidade da intemperização química aumenta com a temperatura, atingindo um máximo nas regiões tropicais.

Os dados apresentados no quadro 3 mostram que, de modo geral, as composições granulométricas do horizonte C dos solos desenvolvidos (maduros) e do horizonte A do Litosol oriundo da mesma rocha não variam significativamente. Isto indica que, sob nossas condições climáticas, o processo de intemperização da rocha é semelhante em ambos os casos e de natureza predominantemente química.

Material de Origem - As considerações apresentadas indicam que Litosol é um estágio no processo de formação do solo. Todos os solos que hoje se apresentam com perfis bem desenvolvidos, passaram pelo estágio de Litosol durante um período de duração variável, dependente do ambiente condicionado pelos fatores de formação do solo. Assim, o Litosol pode ser encontrado tendo como substrato todos os tipos de rocha ígneas, sedimentares e metamórficas.

A textura dos horizontes diferenciados de um Litosol varia com a natureza da rocha-mãe. Os dados do quadro 3 mostram que os arenitos, filitos e granitos, que têm alto teor de

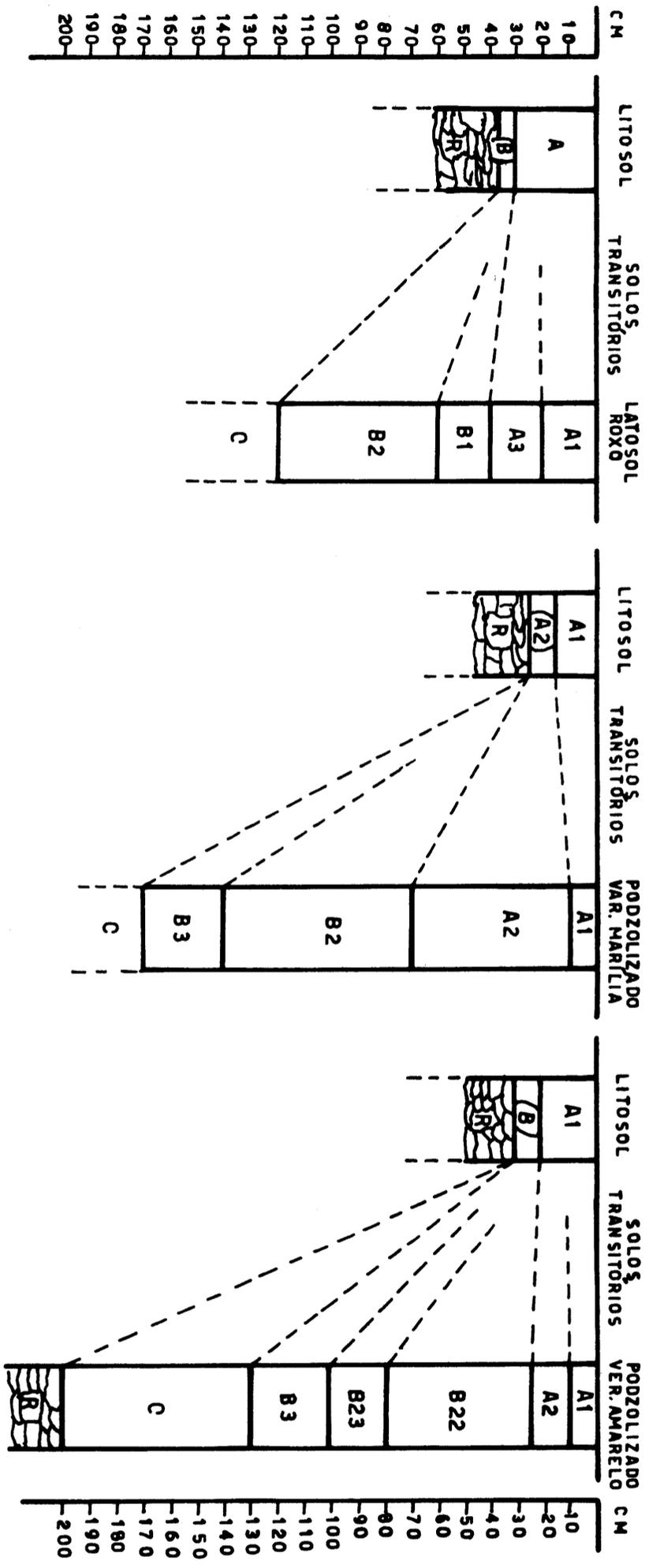


Fig. 1 - Esquema comparativo entre um Litossol e um Latossol originados de erupção básica.

Fig. 2 - Esquema comparativo entre um Litossol e um Podzolitizado originados de arenito calcário.

Fig. 3 - Esquema comparativo entre um Litossol e um Podzolitizado originados de granito-gnaisses.

quartzo, mineral resistente à intemperização, resultam em solos com textura mais grosseira nos horizontes mencionados. As rochas básicas, facilmente intemperizadas sob as condições climáticas reinantes, resultam em solos com textura mais fina.

Quadro nº 3

Composição granulométrica dos horizontes C dos solos maduros e dos horizontes A dos Litosóis oriundos da mesma rocha.

Rocha-mater	Hor. (§)	Esqueleto %	Areia total %	Limo %	Argila %
Basaltito	C	0	42 + 8	19 + 10	39 + 12
	A	-	34	19	47
Granito	C	13 + 15	61 + 7	21 + 5	18 + 5
	A	1	62	9	30
Filito	C	0	60 + 40	14 + 13	26 + 44
	A	3	68	15	17
Arenito Calcário	C	0	80 + 5	4 + 3	16 + 8
	A	0	87 e 89	2 e 3	9 e 10
Argilito	C	0	24 + 12	22 + 12	55 + 9
	A	0	13 e 36	32 e 27	56 e 37

(§) C = Horizonte C de solos maduros  
A = Horizonte A de Litosol

Organismos - Os Litosóis dos Estados de São Paulo e Paraná têm quantidade elevada de matéria orgânica. A acumulação de matéria orgânica contribui para a diferenciação de um horizonte A<sub>1</sub> espesso em relação à espessura do perfil. A presença de alto teor de matéria orgânica no horizonte A<sub>1</sub> é uma das características diagnósticas do Litosol. Esta matéria orgânica é substrato para a atividade de um grande número de microorganismos de cujo metabolismo resulta desprendimento de gás carbônico, considerado como um importante agente na intemperização química da rocha.

## RESUMO E CONCLUSÕES

Algumas características peculiares aos Litosóis são discutidas com base nos dados publicados sobre solos que ocorrem nos Estados de São Paulo e Paraná.

Os Litosóis estão nos primeiros estágios do desenvolvimento de um solo. Sua provável origem seria o afloramento da rocha, por erosão, devido ao relevo excessivo, começando novamente a formação de um solo. O processo de intemperização da rocha é intenso e mais de natureza química do que física.

O horizonte A tem um teor elevado de matéria orgânica (2% a 10%). Limo e argila constituem aproximadamente 50% da terra fina do horizonte A, com exceção de Litosóis oriundos de arenito, filito e granito. A relação  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  do complexo coloidal e a capacidade de troca de cátions da argila, indicam a provável presença de argila do tipo 2:1 nos Litosóis originados de rochas básicas.

## SUMMARY

Some of the characteristics peculiar to Litosols are discussed based on data published on Litosols occurring in the States of São Paulo and Paraná.

Litosols are the first stages of development of a soil. Litosols probably originate through the exposure of the rockbed caused by an excessive relief. Rock weathering processes are intensive, prevailing those of chemical nature rather than those processes in which physical phenomena dominate.

The A horizon has a high organic matter content (2% to 10%). Silt and clay amount to approximately 50% of the fine earth in the A horizon, with the exception of Litosols originated from sandstone and granite. The  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  relationship of the soil's colloidal complex and the clay's cation exchange capacity indicate that it is quite probable the presence of 2:1 type clay in Litosols derived from basic rocks.

## LITERATURA CITADA

COMISSÃO DE SOLOS, 1960 Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim nº 12 do Serviço Nacional de Pesquisas Agrônomicas.

- PAULA SOUZA, D.M., 1964 Estudo Comparativo da Fertilidade, Grau de Laterização e Fixação de Fósforo em Solos da Região Cafeeira do Estado do Paraná. IBPT, Estado do Paraná (trabalho não publicado).
- JENNY, H., 1951 Factors of Soil Formation. McGraw Hill Book Co., New York, 2a. Ed, 281 p.
- LUTZ, H.J. & ROBERT F. CHANDLER, 1946 Forest Soils. John Wiley & Sons, Inc., London, 514 p.
- LYON, T.L., H.O. BUCKMAN & N.C. BRADY, 1952 The Nature and Properties of Soils. The MacMillan Co., New York, 5a. Ed., 591 p.
- U.S.D.A., 1938 Soils and Men. Yearbook of Agriculture. 1232p.
- SOIL SURVEY STAFF, 1952 Soil Survey Manual. U.S.D.A. Handbook nº 18, 503 p.