

# Revista de Agricultura

Publicação bi-mensal de ensinamento theorico e pratico

## DIRECTORES

Prof. N. Athanassof

Prof. Octavio Domingues

Prof. S. T. Piza Junior

Prof. Carlos T. Mendes

Prof. Ph. W. C. Vasconcellos

Vol. 15

Março - Abril de 1940

N. 3 - 4

## PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO EM FACE AO COMBATE CONTRA A EROSÃO

JOSE' SETZER

Assistente auxiliar da Secção de Solos do Instituto Agrônômico do Estado em Campinas

A questão principal no combate contra a erosão é o conhecimento das constantes físicas do solo que regem o fenômeno. Elas podem variar entre limites tão amplos que um só sistema de combate à erosão, o terraceamento, por exemplo, não pode ser mais aplicado em certos casos. Os meios de combate devem variar com a mesma frequência, com a qual variam as características do terreno, passando com facilidade da simples plantação em curvas de nível até aos muros de pedra, como se faz nas margens do Reno, no vale do Po ou na China Oriental.

—o—

Por ser de interêsse geral, transcrevo, com a aprovação do sr. Diretor Superintendente do Instituto, a resposta por mim dada a um pedido de constantes físicas dos solos do Estado, endereçado ao Instituto pelo engenheiro agrônomo Hélio de Camargo Bitencourt, que se encarrega de trabalhos de combate contra a erosão.

E' claro que não se trata de exposição completa e definitiva do assunto, mas apenas de ligeiros comentários, documentados, entretanto, por três centenas de perfis completos de solo, já estudados pela Secção na sua tarefa de realizar o levantamento agro-geológico do Estado.

—o—

INSTITUTO AGRONÔMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO

*Secção de Solos*

PROCESSO :

27789/40

SENHOR DIRETOR SUPERINTENDENTE:

Em atenção ao pedido feito pelo sr. Hélio V. de C. Bittencourt, de Catanduva, em carta de 7 do andante, passo às mãos de Vossa Senhoria as informações seguintes:

Não tendo feito estudos especiais nos terrenos, em que o interessado está procedendo a trabalhos de defesa contra a erosão, dou abaixo, para facilitar-lhe a tarefa, as constantes de cada formação agro-geológica que regem o fenómeno da erosão.

A grande maioria dos perfis tirados pela Secção de Solos para a realização do levantamento agro-geológico do Estado representam os elúvios das diversas formações. Trabalhando o interessado, entretanto, apenas nos colúvios, que são os que em primeiro logar devem ser defendidos contra a erosão, todos os dados dos perfis mencionados devem ser correspondentemente modificados. Sendo impreciso o grau de modificação, em se tratando de extensas formações e não de locais determinados, os dados fornecidos só poderão ser resumidos em números redondos. Pela mesma razão serão excluídos todos os tipos de solos aluviais.

Terá assim o interessado a ideia das modificações a introduzir nos sistemas de trabalho de acordo com as condições dos solos das principais formações agro-geológicas do Estado.

## AS CONSTANTES QUE MAIS INTERESSAM

*Análise mecânica com peptização:* 4 categorias de partículas de acôrdo com o seu tamanho: 1) seixos — pedras (maiores que 2 mm de diâmetro mínimo), 2) areia grossa (entre 0,2 e 2 mm), 3) areia fina — limo (entre 0,002 mm e 0,2 mm) e 4) argila (partículas menores que 0,002 mm).

*Higroscopicidade natural* — Hy é o número de cc de água adsorvida fortemente por 100 cc de solo com uma certa força considerada padrão.

*Porosidade natural* — é o complemento para 100 do número de cc ocupados, dentro de 100 cc de solo, pela matéria sólida.

*Peso específico aparente*, como indica o nome, é o peso de 100 cc de solo natural. Pode servir para calcular o peso dum volume de terra.

*Peso específico real:* refere-se sómente à materia sólida.

$$\text{Temos: } P_{\text{nat}} = 100 - \frac{\text{Peso espec. aparente}}{\text{Peso específico real}}$$

*Permeabilidade:*  $Q_{\text{nat}}$  é dado em mm de chuva por hora.

$$\text{Resistência contra a erosão} = 100 \frac{2 H y}{P_{\text{nat}}}$$

Esta fórmula leva em consideração apenas dois dos quatro fatores principais do fenómeno, por serem os outros dois, que são a declividade do terreno e a intensidade das chuvas, independentes do estudo físico do perfil. A declividade do terreno pode ser introduzida na fórmula sob a forma de coseno do ângulo de inclinação sôbre a horizontal. A intensidade máxima de uma chuva deve ser primeiramente comparada com a permeabilidade  $Q_{\text{nat}}$  para ser levada

em conta. O valor RE (Resistência contra a Erosão) é 100 quando a erosão é nula com qualquer intensidade de chuva; assim como o valor O significa resistência nula mesmo com chuva de intensidade nula. Isto significa que, se, para uma avaliação resumida, a declividade pode ser incluída na fórmula como fator de multiplicação do seu numerador, o mesmo não acontece com o valor da diferença entre a intensidade máxima de chuva A (em mm/hora) e  $Q_{nat}$ , ou seja  $(A - Q_{nat})$ . Esta diferença fornece a quantidade de água que corre sobre o declive em uma hora.

### O SUB-SOLO

A profundidade, a partir da qual temos o chamado "sub-solo", depende muito do grau de inclinação dos morros, bem como da intensidade do transporte, tanto em época atual, como nas épocas remotas. Transporte intenso leva as partículas de solo para distâncias grandes, sedimentando mais próximo as partículas maiores, geralmente a areia grossa. Transporte fraco sedimenta logo a argila. Mas sempre se dá a separação, mais ou menos nítida, por tamanho e peso dos grãos. Tendo havido mudança grande no regime da precipitação atmosférica, das épocas remotas para as mais recentes, podemos ter lençóis de areia cobrindo outros de argila.

Em vista deste aspecto da questão, não posso fornecer dados sobre o "sub-solo" tão seguros, quanto os correspondentes ao solo. Tratando-se de certas formações agro-geológicas, posso, no máximo, indicar o sentido da modificação de algumas partes físicas quando se passa do solo para o sub-solo.

—o—

### TERCIÁRIO

Colinas do vale do Paraíba, excluída a várzea. Duas formações agro-geológicas:

	Argelito arenôso		Arenito argiloso		Sub-solo
Areia	20	30	30	70	diminue
Limo	40	40	30	20	aumenta pouco
Argila	40	30	20	10	aumenta
P. e. aparente	105	115	125	135	diminue pouco
P. e. real	2,70	2,69	2,66	2,64	aumenta
Porosidade	62	60	55	50	aumenta pouco
$H_{y_{nat}}$	10	8	6	4	aumenta
$Q_{nat}$	0,01	0,1	10	1000	diminue pouco
RE	30	25	20	15	aumenta

### BAURÚ

São arenitos mais ou menos argilosos. As três formações agro-geológicas, Baurú inferior, Baurú Superior e Baurú Cinefítico, diferem muito quanto à sua análise química, sendo, entretanto, muito semelhantes pelas suas constantes físicas. (Vide quadro pag. 104).

O sub-solo nesta formação agro-geológica pode ser mais argiloso ou mais arenoso que o solo. E' preciso averiguar isto no local e, para o sub-solo, seguir uma das colunas da tabela acima, adjacentes à que representar o solo.

—o—

### SÉRIE DE SÃO BENTO

As formações agro-geológicas que pertencem a esta Série são, a começar pela mais antiga: Piramboia (arenitos de granulação desigual e fácies fluvial), Botucatú (arenito de granulação uniforme e fácies terrígeno, Terra Roxa Misturada

	A R E N I T O		
	Argiloso	Pouco argiloso	Muito arenoso
Areia	55	70	85
Limo	25	20	10
Argila	20	10	5
P. e. aparente	120	130	145
P. e. real	2,68	2,66	2,65
Porosidade	55	50	45
Hy <sub>nat</sub>	8	5	2
Q <sub>nat</sub>	1	100	10000
RE	30	20	10

(contato arenito-diabase ou mistura por transporte dos detritos das duas rochas) e Terra Roxa Legítima (cuja rocha-mãe são diabases ou basaltitos, unicamente). Quanto à situação estratigráfica, os lençóis de lavas estão intercalados no arenito Botucatu, o qual assim pode ser "Arenito basal", "Arenito intermediário" e "Arenito post-eruptivo". (Vide quadro pg. 105)

Os sub-solos contém mais argila e limo. Os dois pesos específicos e a porosidade crescem. Hy<sub>nat</sub> cresce muito, dobrando geralmente. Q<sub>nat</sub> é de 10 a 100 vezes menor e RE sobe de 5 a 10 unidades.

A variação das constantes acima indicada, quando se trata de sub-solo, corresponde a uma aproximação ao lençol subterrâneo de diabase. No caso inverso, quando existe na profundidade lençol de arenito, a variação das constantes é inversa, isto é, diminuem, em lugar de aumentar, e vice-versa.

Há "Terras Roxas Misturadas" fóra da região geográfica da Série de São Bento, a-pesar-de contemporâneas geologicamente. Nos municípios de Campinas, Limeira, Piracicaba, Ame-

	PIRAMBOIA		BOTUCATÚ	
	Arenito argiloso	Arenito	Arenito menos aren.	Arenito mais arenoso
Arcia	60	75	80	90
Limo	25	20	14	9
Argila	15	5	6	1
P. e. aparente	130	140	130	140
P. e. real	2,67	2,64	2,66	2,65
Porosidade	50	45	50	45
Hy <sub>nat</sub>	6	3	2,5	1
Q <sub>nat</sub>	10	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
RE	25	15	10	5

ricana, Santa Bárbara, etc. houve também intrusões de diabases e basaltitos, cujos detritos se misturaram, desta vez não com arenito Botucatú, mas com as rochas aí pre-existentes: glaciais, Corumbataí, etc. Devido à grande variedade de rochas que entraram na mistura, não posso fornecer tabela alguma. Seria preciso dar um dezena delas e não ficaria caracterizada região geográfica alguma. Devem ser feitos estudos locais. Conhecendo a rocha pre-existente e a proporção aproximada, em que esta rocha influiu na mistura, pode-se obter as nove constantes mencionadas, interpolando entre a tabela da Terra Roxa Legítima e a tabela correspondente ao solo fornecido pela rocha pre-existente.

—o—

#### TERRA ROXA LEGÍTIMA

Na primeira coluna está a Terra Rocha “encaroçada” ou “apurada”, solo profundo, fresco, cada vez mais violáceo e ar-

	TERRA ROXA MISTURADA			
	TR de campo	arenosa	argilosa	Sub-solo
Areia	80	60	40	diminue
Limo	15	25	30	aumenta pouco
Argila	5	15	30	aumenta
P. e. aparente	140	125	105	diminue
P. e. real	2,68	2,75	2,85	aumenta pouco
Porosidade	45	55	65	aumenta pouco
Hy <sub>nat</sub>	5	8	10	aumenta
Q <sub>nat</sub>	1000	10	1	diminue
RE	15	25	35	aumenta

giloso com a profundidade. A ausência de pedras significa que

	I	II
Areia	20	50
Limo	30	30
Argila	50	20
P. e. aparente	90	100
P. e. real	2,95	3,00
Porosidade	70	65
Hy <sub>nat</sub>	14	12
Q <sub>nat</sub>	$10^{-3}$	$10^{-2}$
RE	40	35

a decomposição da rocha está bem adiantada. Na segunda coluna está a Terra Roxa "nova" (Vageler). Contém pedras arredondadas com diversas capas friáveis de decomposição. A cor do solo pode ser esverdeada ou amarelada, mas a riqueza química é até superior à da Terra Roxa da coluna I. A quantidade de pedras pode chegar ao ponto de impedir qualquer cultura de ciclo curto.

Comparando as constantes das duas colunas, temos, com a passagem da primeira coluna para a segunda, em linhas gerais, a aproximação da rocha-máter. Continuando a variar os números no mesmo sentido, obtemos as constantes correspondentes ao sub-solo da "Terra-Roxa-Nova". As do sub-solo da "Terra-Roxa-Legítima" variam como está indicado na tabela anterior, das Terras Rochas Misturadas.

—o—

#### SÉRIE PASSA-DOIS

São duas formações geológicas: Corumbataí e Iratí. A formação Corumbataí, de fácies marinho, contém uma grande variedade de rochas: calcáreos em estado pouco ou muito adiantado de silicificação, sílex, arenitos finos, folhelhos. A formação Iratí contribue com rochas escuras quasi pretas: folhelhos e àsvezes calcáreos. Quando se dá a mistura dos detritos das rochas escuras Iratí com as rochas claras Corumbataí e estas entram em proporção menor, temos o solo de nome popular "Sangue de Tatú". Este solo pode ser mais ou menos arenoso, conforme a contribuição do arenito Corumbataí e de acôrdo com o grau de silicificação do calcáreo, que também pode contribuir para a formação desse solo. (Vide quadro pag. 108).

Esta formação geológica atravessa o centro do Estado em forma de faixa estreita com numerosas "ilhas" de Botucatu, Piramboia, Tatú e Glacial. Temos dela menos que duas dezenas de perfis. Devido à variedade das rochas, cada perfil exigia um verdadeiro reconhecimento geológico da região, coisa que não foi feita por falta de tempo. Peço notar que, a-pesar-de todo o cuidado, com que trabalhâmos, dentro das condições de pressa, os dados acima são menos representativos que os das outras

	SANGUE DE TATU'		CORUMBATAÍ
	Arenoso	Argiloso	Arenito
Areia	30	10	40
Limo	50	60	50
Argila	20	30	10
P. e. aparente	120	100	130
P. e. real	2,72	2,80	2,68
Porosidade	55	65	50
Hy <sub>nat</sub>	10	14	6
Q <sub>nat</sub>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	20
RE	35	45	25

## CORUMBATAÍ CALCÁREO

	Muito silicificado	Pouco silicificado
Areia	30	15
Limo	60	55
Argila	10	30
P. e. aparente	130	120
P. e. real	2,60	2,75
Porosidade	50	55
Hy <sub>nat</sub>	6	10
Q <sub>nat</sub>	10	0,1
RE	25	35

formações agrogeológicas. Quanto ao sub-solo, a aproximação da rocha-máter mostrará a tendência de variação dos números de um dos cinco tipos de solo na direção de outro.

—o—

### GLACIAL

Rochas argilosas: varvitos, argilitos e tilitos (êstes contendo seixos lisos, rolados, desde muito pequenos até o meio e mesmo 1 metro de diâmetro). Rochas arenosas, geralmente posteriores, de fácies post glacial, em que verdadeiras torrentes desgastaram e transportaram a dezenas de quilômetros as rochas pre-existentes: é a formação Tatuí (Washburne) ou melhor, o andar Tubarão da Série Itararé-Tubarão.

Muitos arenitos contém camadas argilosas, argilitos contém nas arenosas; há tilitos, cuja rocha matriz dos seixos não passa de arenitos muito finos; varvitos do andar Tubarão, centros de antigos lagos, em que as torrentes desembocavam, contém camadas bastante arenosas, quando correspondem à peri-

	Arenosos	Pouco arg.	Argilosos
Areia	50	35	20
Limo	35	40	40
Argila	15	25	40
P. e. aparente	140	130	120
P. e. real	2,65	2,67	2,69
Porosidade	45	50	55
Hy <sub>nat</sub>	7	10	2
Q <sub>nat</sub>	10	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>
RE	30	40	45

feria dêsses lagos. Pode-se dividir, pois, todos os solos da formação Glacial apenas em três grupos.

Para obter as constantes do sub-solo, basta notar se se torna mais arenoso ou mais argiloso com a profundidade.

—o—

## DEVONIANO

Esta formação é bastante vária no Paraná. No Estado de S. Paulo, porém, apresenta-se quasi exclusivamente o arenito de granulação desigual. Dentro do critério de avaliação "per summa capita", pode-se usar a tabela correspondente ao arenito Piramboia.

—o—

## O COMPLEXO CRISTALINO

As rochas-máter dos solos do Complexo Cristalino do Estado podem ser divididas, sumariamente, em 3 tipos: rochas ácidas arqueanas, rochas neutras e básicas post-devonianas, e xistos cristalinos algonquianos ou ordovicianos.

As rochas eruptivas ácidas arqueanas, principalmente granitos, gneiss e pegmatitos, forneceram, em resumo, dois tipos de solo: massapé e salmourão, que se distinguem entre si principalmente pelo conteúdo em areia, o primeiro sendo argiloso e o segundo arenoso. Os solos provenientes de xistos cristalinos podem ser divididos da mesma maneira, tendo recebido do povo os mesmos nomes de massapé e salmourão, aquele, argiloso, proveniente de xistos micáceos, e êste, arenoso, proveniente de xistos quartzíticos. A-pesar-de haver diferença de monta entre os dois massapés e salmourões quanto às suas propriedades químicas e mesmo quanto a algumas constantes físicas, podemos confundí-los aqui pelo fato de ser a topografia nessa parte do Estado tão irregular, que a influência das rochas-máter dos solos, sob o ponto de vista de defesa contra a erosão, adquire uma importância secundária.

O peso específico do massapé de micaxisto é maior que

	MASSAPE'		SALMORÃO	
	Muito argiloso	Pouco argiloso	Pouco argiloso	Muito arenoso
Areia	20	40	50	75
Limo	30	30	25	15
Argila	50	30	25	10
P. e aparente	110	120	130	145
P. e. real	2,72	2,69	2,68	2,65
Porosidade	60	55	50	45
Hy <sub>nat</sub>	11	9	7	4
Q <sub>nat</sub>	0,1	1	10	1000

o do massapé igualmente argiloso proveniente de rochas arqueanas sendo este cerca de 2,62 (solos claros) e 2,68 (escuros).

Quanto à distribuição geográfica das zonas de xistos metamórficos, aconselho ao interessado a consulta do Atlas Geológico do Brasil. E' preciso observar, entretanto, que nem todas as zonas de xistos do Estado estão localizadas no Atlas. E as que estão localizadas, o são tão mal, que em maioria dos casos a única indicação que temos, é que em certa região (dois ou três municípios contíguos) deve existir uma ocorrência de xistos. O nosso serviço de levantamento agrô-geológico contribuiu com a localização de uma zona de xistos algonquianos ou paleozoicos (mas pre-devonianos) que atravessa de NEN a SOS todo o município de Campinas numa faixa de uns 10 km. de largura. Notamos também ocorrências na bacia hidrográfica do rio Claro e nas dos rios Paraítinga e Paraíbuna.

Os solos provenientes de rochas neutras e básicas modernas, cujas intrusões e lacolitos estão espalhados pelo complexo cristalino pre-devoniano, são tão variados, quanto as espécies

de rochas. São dioritos, gabros, sienitos, nefelinitos, piroxenitos, foiaítos, fonolitos, jacupiranguitos, anfíbolitos (esta metamórfica, as outras são tôdas rochas eruptivas). A extensão das manchas dêsses solos ricos é muito variável: desde um décimo dum hectare até diversos quilometros quadrados. Possuindo apenas 400 perfis completos sôbre todo o Estado, não podemos ter documentação suficiente sôbre as ocorrências agrogeológicas que interessem a superfícies geográficas pequenas. A-pesar-de côres variadas, assemelham-se todos êsses solos às terras-roxas, quanto às propriedades químicas e físicas. Comtendo um certo êrro, pode o interessado servir-se das tabelas de Terra Roxa Legítima, quanto encontrar solo profundo, e de Terra Roxa "Nova", se houver no solo pedras autoctonas em quantidade.

Os colúvios do complexo cristalino frequentemente estão cobertos por capas de alguns palmos de depósitos quaternários.

Areia	30	Entre essas camadas alotóctonas e as
Limo	40	autóctonas inferiores, nota-se, geral-
Argila	30	mente, uma camada de seixos rolados
P. E. Aparente	115	pleistocênicos. Dou ao lado as constan-
P. E. Real	2,60	tes mais comuns para a camada situa-
Porosidade	55	da acima dos seixos pleistocênicos
H <sub>ynat</sub>	8	Trabalhando em terrenos dessa espé-
Q <sub>nat</sub>	0,1	cie, deve o interessado averiguar pri-
RE	30	meiro a profundidade e a espessura

do horizonte dos seixos e sua variação pelo terreno.

Além do Complexo Cristalino, qualquer outra formação do Estado pode conter seixos. Nas formações Glacial e Corumbataí êles fazem parte de certas rochas-máter dos solos. Nas for-

mações sedimentares mais modernas encontram-se em forma de concreções e pedaços de capas ou horizontes internos limoníticos. Nas antigas margens de lagos, assim como a uma certa altura das encostas de morros dos vales de rios e ribeirãoes, pode-se notar freqüentemente horizontes com seixinhos rolados, cõr de chocolate ou café, de limonita ou de arenito e quartzito coberto por capa limonítica. O planalto de Franca e Pedregulho é capeado por uma formação (terciária ou mesmo pleistocênica) de seixos rolados que cobre diversas formações mais antigas também no Triângulo Mineiro. Em muitos logares a poucos palmos de profundidade, nas encostas de morros, podem ser encontrados horizontes de seixos rolados, sinais de antigos leitos de cursos d'água bastante recentes.

NOTA: o desvio máximo de todos os dados aqui referidos deve ser avaliado em seguinte percentagem do valor absoluto dos números:

Areia, limo, argila, Hy e Re.....	20%
P. e. aparente, porosidade e log Q nat.....	10%
Peso específico real.....	2%

a. José Setzer  
assistente auxiliar  
da Secção de Solos

**LIVROS NOVOS DE ZOOTECNIA**  
 Raças que interessam o Brasil  
**(Bovinos, Equinos, Asininos, Ovinos,  
 Caprinos e Suinos)**  
 Pelo Prof. Dr. Alcides Di Paravicini Torres  
 «Sobre o Zebú»  
 Pelo Prof. Dr. Octavio Domingues  
**NOVIDADES ABSOLUTAS PARA O BRASIL**