

# Consequências da aplicação do restilo ao solo (I)

G. RANZANI

Secção Técnica "Química Agrícola"  
E. S. A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de S. Paulo

## ÍNDICE

1 — Introdução .. .. .	58
2 — Material e métodos .. .. .	60
3 — Resultados experimentais e discussão .. .. .	62
4 — Conclusões .. .. .	64
5 — Bibliografia .. .. .	66

## 1. INTRODUÇÃO

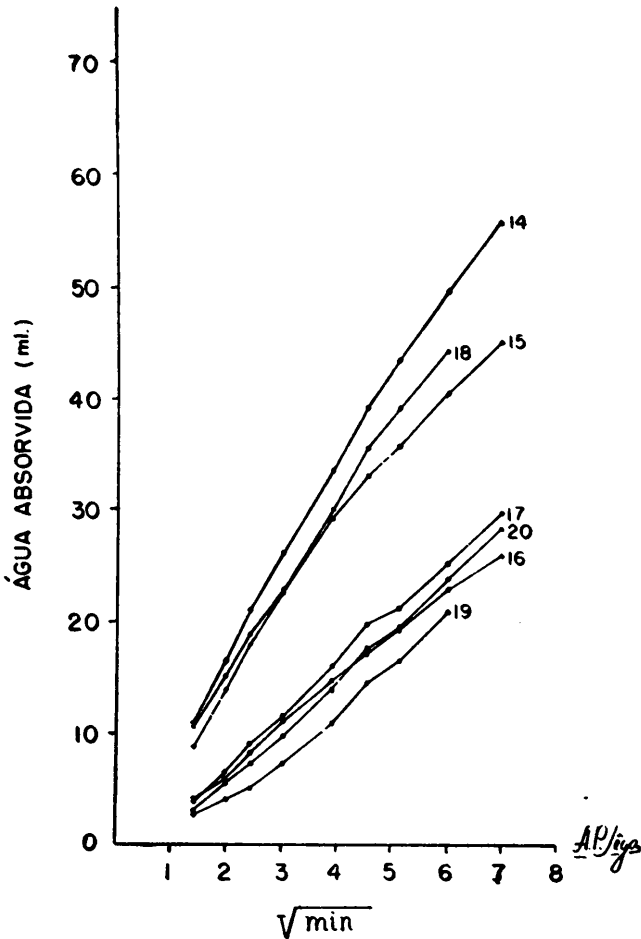
Na região canavieira do Município de Piracicaba, vem sendo aconselhada a aplicação de vinhaça ao solo, na dose de um milhão de litros por hectare, como solução ao problema da poluição dos cursos de água.

Apezar do grande volume de trabalhos até aqui devotados ao restilo, verifica-se em algumas usinas, certo cepticismo na adoção dessa prática em larga escala, preferindo seus dirigentes encaminhar o restilo à áreas restritas, geralmente solos de qualidade inferior. Essa atitude é perfeitamente justificável e, a nosso ver, andam bem aqueles que ainda resistem em adotar a aplicação de restilo à lavoura de cana ou outras quaisquer, uma vez que as experiências até agora realizadas, notadamente as que oferecem dados numéricos à apreciação de resultados, pouco ou quase nada revelam, além das perspectivas de um fertilizante promissor.

Acreditamos que o restilo possa oferecer à terra certa soma de benefícios, contudo, é ainda cedo para arrastarmos o lavrador à adoção dessa prática agrícola ainda mal compreendida e de resultados edafológicos em grande parte desconhecidos. Essa a razão porque nos mantemos distantes da inversão prática e imediata dos resultados experimentais obtidos, desaconselhando a utilização dos mesmos por incompletos e unilaterais. Os valores pH, poder de embebição, capacidade de dupla troca e bases trocáveis totais (ALMEIDA, RANZANI e VALSECCHI 1950, 1951), (VALSECCHI e PIMENTEL GOMES, 1954) apesar de contarem com observações da produtividade do solo utilizado naquelas experiências (RANZANI e outros, 1953), não se aplicam a outro tipo de solo que o do Campo Experimental da Secção de Química Agrícola desta Escola.

Na presente contribuição, discutimos algumas constantes físicas e grandezas físico-químicas do solo acima referido, em presença de doses crescentes de vinhaça. Constituem variáveis que ainda não foram consideradas no estudo de terras tratadas com o restilo. A importância que tem para o equacionamento do problema da vinhaça é óbvia.

**GRÁFICO I**



**ÁGUA ABSORVIDA POR CAPILARIDADE  
EM FUNÇÃO DA RAIZ QUADRADA DO  
TEMPO**

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A terra utilizada no presente ensaio foi objeto de estudo em 1951 e representa uma contribuição da Escola ao 2º. Congresso Mundial de Adubos Químicos, realizado em Roma, em Outubro de 1951 (ALMEIDA, RANZANI e VALSECCHI, 1952).

Os tratamentos com vinhaça sulfúrica, proveniente da Usina Monte Alegre, Município de Piracicaba, estão reproduzidos no quadro 1.

É importante salientar que os tratamentos da TFSA em vasos, não são representativos das condições naturais de solo e de aplicação da vinhaça. A técnica do preparo das amostras tratadas com o restilo, resultou numa incorporação total ao solo, da fase sólida e dos sais dissolvidos, estes retidos após evaporação natural da fase líquida. O percolado foi retornado ao solo até a sua retenção total por parte dos 6 quilos de terra utilizados em cada vaso.

QUADRO 1

Nº do vaso	Litros de vinhaça por Ha	ml por vaso
14	testemunha	0
15	50.000	157
16	100.000	314
17	250.000	785
18	500.000	1.570
19	750.000	2.355
20	1.000.000	3.140

Os métodos utilizados à obtenção das constantes físicas e físico-químicas do solo foram:

*Porosidade total* (V.P.T. %), calculada com o auxílio das massas específicas aparente e real.

$$\text{V.P.T. \%} = \frac{100 (\text{Dr} - \text{Da})}{\text{Dr}}$$

*Ascensão capilar máxima* (hT), maior distância que a água pode vencer no solo, obtida como recomendam CAMARGO e VAGELER (1936) e empregando o sorbímetro (RANZANI e PORTA, 1954).

$$hT = \frac{4h_{24}.h_{120}}{5h_{24}.h_{120}}$$

*Velocidade máxima de ascensão capilar* ( $V_h$ ), ou a maior velocidade que a água pode ter no solo, segundo CAMARGO e VAGELER (1936) e utilizando o método sorbimétrico (RANZANI e PORTA, 1954).

$$V_h = \frac{h_{24} \cdot h_{120}}{30(h_{120} - h_{24})}$$

*Altura máxima de água absorvida* (HT), ou a altura máxima de camada de água que pode ser absorvida pelo solo, segundo CAMARGO e VAGELER (1936) e por medidas sorbimétricas (RANZANI e PORTA, 1954).

$$HT = \frac{4H_{24} \cdot H_{120}}{5H_{24} - H_{120}}$$

*Velocidade máxima de absorção* (VH), ou a maior velocidade com que a água pode ser absorvida pelo solo, CAMARGO e VAGELER (1936) e por medidas sorbimétricas (RANZANI e PORTA, 1954).

$$VH = \frac{H_{24} \cdot H_{120}}{30(H_{120} - H_{24})}$$

*Água capilar máxima* (A%), ou a quantidade de água absorvida em 120 horas por 100 g de TFSA (PAIVA NETO e DE JORGE, 1947), empregando o sorbímetro (RANZANI e PORTA, 1954). Identifica-se com o "Field Capacity".

$$A\% = \frac{100 \cdot h \cdot s}{x \cdot h_{120}} \cdot A_{120}$$

*Umidade equivalente* (U.eq.), segundo BRIGGS e McLANE (1907), determinada em centrifuga à 1.000 gravidades.

*Umidade de murchamento* (U.mu.), calculada como recomendam PAIVA NETO e DE JORGE (1947).

$$U. \mu. \% = 0,683 \text{ U.eq.}$$

*Higroscopicidade* (Hy) de MITSCHERLICH, segundo CAMARGO e VAGELER (1936), utilizando o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,49N.

$$Hy\% = \frac{5y_1.y_2}{2y_1 - y_2}$$

*Resistência elétrica* (R), medida em ponte de condutividade do tipo RC - 1.

*Condutividade específica* (CE), referida à uma solução de KC1 0,005N e determinada em suspensões de solo em água à relação de 1:5, temperatura de 20°C. Os resultados expressos em millimhos (PIPER, 1944).

$$\text{Cond. específica} = \frac{RKC1}{R \text{ solo}} \cdot \frac{1}{p} \text{ mhos em que } p = 1540 \text{ ohms}$$

*Sais solúveis* (SS%), calculados à partir da condutividade específica e empregando o fator 375 (PIPER, 1944).

$$SS\% = \text{Cond. esp.} \times 10^{-3} \cdot 375$$

*Coefficiente de absorção capilar* (C), tendo as dimensões de:

$$C = \text{ml} \cdot (\text{cm})^{-2} \cdot (\text{minutos})^{-1/2}$$

provavel índice de estrutura do solo (SWARTZENDRUBER, BOODT e KIRKMAN, 1954), foi obtido empregando-se o sorbímetro (RANZANI e PORTA, 1954). Utilizaram-se colunas de terra com 30 cm de comprimento, dispostas horizontalmente e ligadas ao suprimento de água com uma tensão 1 cm.

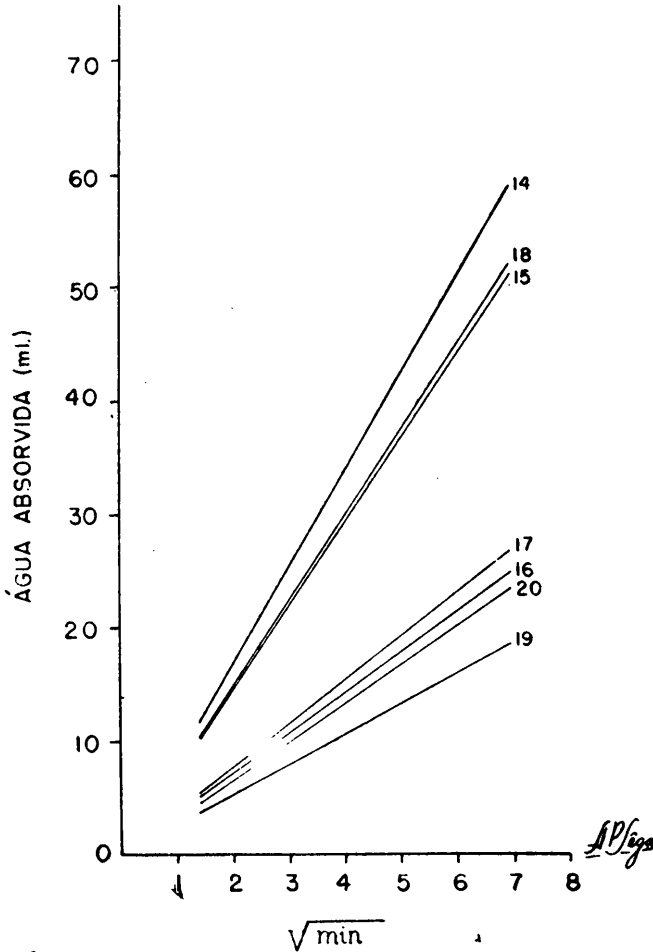
*Coefficiente de permeabilidade hidráulica* (ks), obtido com permeametro de nível variável, empregando-se colunas de terra fina seca ao ar com 8 cm de altura. Os resultados são apresentados em cm/seg, referindo-se à drenagem em solo saturado.

### 3. RESULTADOS EXPERIMENTAIS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão representados no quadro 2. Estes dados serviram à elaboração do gráfico e dos diagramas volumétricos físicos.

Como se pode observar, a porosidade total do solo aumenta de 17% com a dose de 1 milhão de litros de vinhaça por Ha. Contudo, êsse aumento atualmente nada significa, ou pelo menos não nos auxilia com segurança na interpretação das relações do solo com líquidos ou gases, por desconhecermos a natureza de poros sôbre os quais êle incide.

**GRÁFICO II**



**ÁGUA ABSORVIDA POR CAPILARIDADE  
EM FUNÇÃO DA RAIZ QUADRADA DO  
TEMPO (VALOR MÉDIO)**

Para o solo em questão, houve depressão na grandeza das constantes hídricas hT, Vh, HT e VH. Tais diminuições poderiam ser interpretadas como resultantes do incremento da massa específica da água ascensional, em virtude da solubilização dos materiais incorporados ao solo pela vinhaça. Haveria, nestas condições, acréscimos da componente gravitacional do sistema, opondo maior resistência ao caminamento ascensional. Por outro lado, a depressão verificada, poderia nos levar a supor que o aumento observado na porosidade do solo fosse atribuído ao incremento em macroporos e, como consequência, a redução nos movimentos capilares.

A água capilar máxima tende a aumentar com o volume de vinhaça aplicado ao solo. Com exceção da dose de 1 milhão de litros por Ha, os resultados obtidos confirmam os anteriormente observados nestes solos.

As umidades equivalente e de murchamento, reduzem-se com o aumento da quantidade de vinhaça incorporada ao solo. A redução é da ordem de aproximadamente 25% e esta maior facilidade de perda de água contra a ação centrífuga de 1.000 gravidades, tende a reforçar a hipótese que acima formulamos, do aumento da macroporosidade do solo tratado com o restilo.

A resistência elétrica e a condutividade específica de suspensões do solo em água na proporção de 1:5, permitiram o cálculo da quantidade de sais solúveis presentes. Observa-se que a dose de 1 milhão de litros por Ha determina, nas condições do experimento, um aumento de 210 vezes a quantidade de sais originalmente presente no solo.

O coeficiente de absorção capilar foi calculado com o auxílio do valor médio das tangentes aos diferentes pontos de cada curva. É um valor questionável, uma vez que a absorção de água em função da raiz quadrada do tempo em minutos, deixou de fornecer retas. (Gráfico I).

Observa-se que a permeabilidade do solo, nas condições em que foi medida, pouco se alterou.

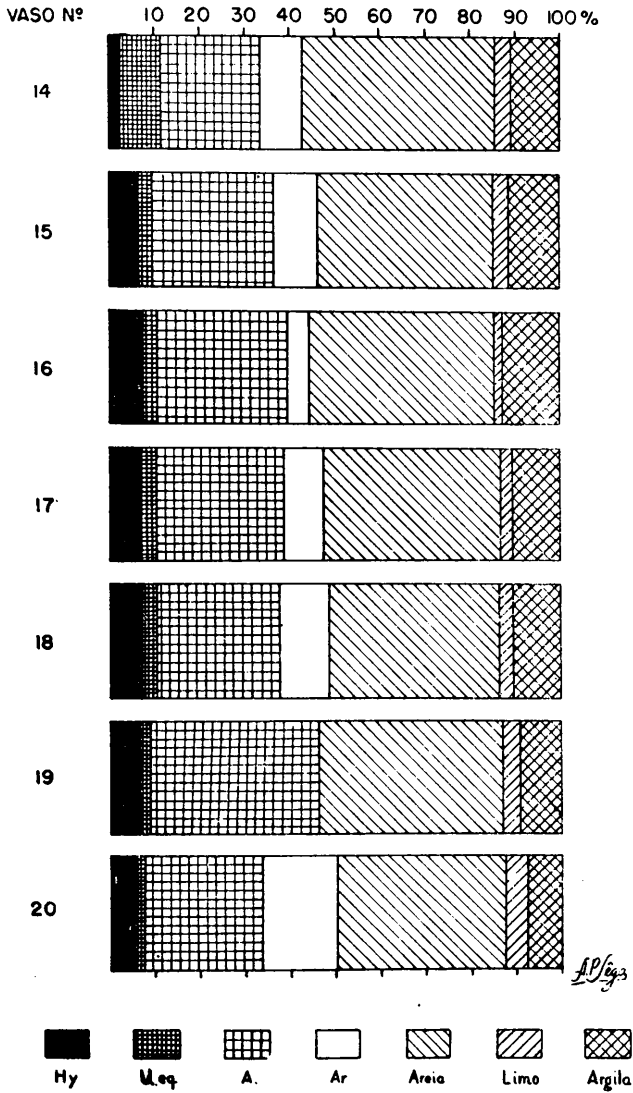
#### 4. CONCLUSÕES

Para o solo estudado, nas condições da experiência, conclui-se que, com o aumento da quantidade de vinhaça incorporada :

- 1 — a porosidade total do solo aumenta de 17%;
- 2 — o limite inferior da disponibilidade de água do solo às plantas passa de 5,4 para 3,8%;



### DIAGRAMA VOLUMÉTRICO FÍSICO DOS TRATAMENTOS COM VINHAÇA



3 — o máximo de retenção de água pelo solo aumenta de 14%;

4 — o caminhamento capilar máximo de água no solo diminui de 21%;

5 — a velocidade máxima de caminhamento da água no solo diminui de 34%;

6 — a altura máxima de uma camada de água que o solo pode absorver, sem que ocorra água gravitativa, diminui de 22%;

7 — a velocidade máxima de absorção da camada de água no solo diminui de 47%;

8 — a porcentagem de sais solúveis no solo atinge o valor de 4%;

9 — a permeabilidade do solo pouco se altera.

## 5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J. R., G. RANZANI e O. VALSECCHI, 1953 — La Vinsasse dans l'Agriculture. Contribuição da Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz" ao Cong. Intern. de Ind. Agrícolas realizado em Bruxelas (1950), Bol. da E. S. A. L. Q. n. 12: 27-36.

ALMEIDA, J. R., G. RANZANI e O. VALSECCHI, 1952 — L'emploi de la vinsasse dans l'Agriculture. Contribuição da E. S. A. "Luiz de Queiroz", ao 2º. Cong. Mundial de Adubos Químicos, realizado em Roma (1951). Bol. da E. S. A. L. Q. n. 11: 63-70.

BRIGGS, L. J. and J. W. Mc LANE, 1907 — The moisture of soils. U. S. Dept. Agr. Bur. Soils. Bull. 45.

CAMARGO, T. e P. VAGELER, 1936 — Análises de solos. (1) Análise física. Bol. Tec. n. 24. Inst. Agron. Campinas.

PAIVA NETO, J. E. de e W. de JORGE, 1947 — Estudo preliminar do sistema água-solo-planta no Estado de São Paulo — Bragantia 7: 133-150.

- 
- PIPER, C. S., 1944 — Soil and plant Analysis. A monograph from the Waite Agric. Res. Institute. The University of Adelaide, Adelaide.
- RANZANI, G., M. O. C. do BRASIL SOBR., E. MALAVOLTA e T. COURRY, 1953 — Vinhaça e adubos minerais (1). Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz", vol. 10: 97-108.
- RANZANI, G. e A. PORTA — Sorbímetero (um aparelho para o estudo das relações solo/água). Anais E. S. A. L. Q. — Piracicaba (não publ.).
- SWARTZENDRUBER, D., M. F. De BOODT and D. KIRK-MAM, 1954 — Capillary intake rate of water and soil structure. Soil Sci. Amer. Proc. 18:1.
- VALSECCHI, O. e F. P. GOMES, 1954 — Solos incorporados de vinhaça e seu teor de bases. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz".
- VEIHMEYER, F. J. and A. H. HENDRICKSON, 1931 — The moisture as a measure of the field capacity of soils. Soil Sci. 32: 181-193.

Vaso n.	14	15	16	17	18	19	20
Da	1,44	1,38	1,40	1,36	1,32	1,34	1,28
Dr	2,50	2,54	2,47	2,53	2,45	2,48	2,54
Cor umido (Munsell)	5YR3/3	5YR3/3	5YR3/3	5YR3/3	5YR3/3	5YR3/3	5YR3/3
seco (Munsell)	5YR4/3	5YR4/3	5YR4/3	5YR4/3	5YR4/3	5YR4/3	5YR4/3
Areia % peso	74,9	72,9	73,9	74,9	74,9	75,9	75,5
% vol.	42,7	39,4	41,4	39,7	40,4	41,0	37,7
Limo % peso	6,0	6,0	3,0	5,0	6,0	7,0	9,0
% vol.	3,4	3,2	1,7	2,6	3,2	3,8	4,5
Argila % peso	19,1	21,1	23,1	20,1	19,1	17,1	15,5
% vol.	10,9	11,4	12,9	10,6	10,3	9,2	7,7
W %	0,69	0,2 <sub>1</sub>	0,71	0,44	1,57	0,99	0,72
Hy % peso	1,6	4,7	5,2	5,2	5,1	4,6	4,6
% vol.	2,4	6,5	7,2	7,0	6,8	6,2	5,9
U. mu. % peso	5,4	4,9	4,9	5,1	5,3	4,5	3,8
% vol.	7,7	6,7	6,8	6,9	7,0	6,0	4,9
U. eq. % peso	8,0	7,2	7,2	7,5	7,8	6,6	5,7
% vol.	11,5	9,9	10,1	10,2	10,3	8,8	7,3
A % peso	23,2	26,5	27,9	28,2	28,6	34,4	26,5
% vol.	33,4	36,5	39,1	38,3	37,8	46,0	33,9
hT mm	401	323	314	294	319	268	318
Vh mm/horas	114	142	203	48	59	13	75
Vh mm/horas	115	107	110	97	107	98	90
HT mm	40	48	34	24	18	18	21
V. P. T. %	42,4	48,9	43,3	46,2	46,1	44,7	49,5
R (ohms)	21,000	6,000	5,100	2,000	1,450	1,025	1,015
Cond. esp. (mohs x 10-3)	0,051	0,181	0,213	0,543	7,501	10,611	10,715
SS %	0,019	0,068	0,080	0,203	2,813	3,979	4,018
C (ml/cm2 min <sup>1/2</sup> )	1,68	1,45	0,71	0,77	1,47	0,53	0,67
ks (cr./seg)	1,49 x 10-2	3,49 x 10-3	4,33 x 10-3	1,45 x 10-2	1,51 x 10-2	1,33 x 10-2	3,17 x 10-2