

# LEVANTAMENTO DO MAPA DE SOLOS DA BACIA DE IRRIGAÇÃO DO AÇUDE PÚBLICO SANTO ANTÔNIO DE RUÇAS (MUNICÍPIO DE RUÇAS, ESTADO DO CEARÁ)

EDILBERTO AMARAL

Quando ainda trabalhávamos na Comissão de Serviços Complementares da Inspetoria de Sêcas, a que não nos podemos referir sem que nos acuda à memória a lembrança do agrônomo JOSÉ AUGUSTO TRINDADE, que a organizou e a animou com seu grande espírito até sua dolorosa morte, tivemos o ensejo de dirigir o levantamento do mapa de solos da bacia de irrigação do açude público Santo Antônio de Ruças, no município de Ruças, Estado do Ceará.

A propósito desse trabalho apresentamos em setembro de 1942 um memorial ao então chefe da Secção de Solos do Instituto José Augusto Trindade, agrônomo ESTÊVÃO STRAUSS. Esse memorial onde se tratava de assuntos internos da Inspetoria de Sêcas, não se destinou à publicidade. Julgamos entretanto, que não seria destituída de interesse a divulgação de seus pontos essenciais. Temos a pretensão de acreditar que esse trabalho representa uma contribuição, embora bem modesta, ao conhecimento dos solos do nordeste brasileiro. A propósito não poderíamos deixar de citar os excelentes trabalhos de JOSÉ FERREIRA DE CASTRO sobre os solos da bacia de irrigação do açude São Gonçalo (município de Sousa, Estado da Paraíba), publicados no *Boletim* da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas.

Os métodos de levantamento que adotamos, elaborados pelos agrônomos ESTÊVÃO STRAUSS e FRANCISCO EDMUNDO DE SOUSA MELO, foram bem diversos dos adotados pela Secção de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. A diversidade de métodos se explica pela diferença de amplitude e finalidade. Ao passo que em Campinas se tratava do levantamento do mapa de solos de todo o Estado de São Paulo, a Inspetoria de Sêcas estava interessada em fazer levantamentos de detalhe nas bacias de irrigação de seus açudes para orientar o traçado dos canais de irrigação, a possível instalação de uma rede de drenagem e a exploração racional das terras irrigadas.

## MÉTODOS

Iniciando-se os trabalhos junto à barragem, foram individualizados diversos tipos de solo por seus caracteres superficiais, incluindo a vegetação. Abertas as primeiras sondagens, com 2 metros de profundidade, foram estudados os perfis, em sua morfologia e em alguns de seus característicos físico-químicos, determinados em um pequeno laboratório de campo — pH, salinidade (resistividade), presença ou ausência de cloretos e carbonatos. Essas características físico-químicas foram mais tarde determinadas com maior rigor nas amostras de uma sonda-

gem de cada tipo de solo, no Instituto José Augusto Trindade, em São Gonçalo, Paraíba. Quando nos referirmos a êsses dados analíticos, mencionaremos os químicos e agrônomos que os determinaram.

A medida que os trabalhos prosseguiam íamos adquirindo maior segurança no reconhecimento dos diversos tipos de solo, já pelo aspecto da vegetação, já pelos caracteres superficiais. Alguma dúvida que surgisse sôbre o tipo de determinada "mancha" de solo ou sôbre os verdadeiros limites de diversas manchas, era prontamente resolvida pelo estudo de uma sondagem.

Os limites entre os diversos tipos de solo eram assinalados no terreno por um "marcador de manchas", o auxiliar ANTÔNIO FERREIRA, sertanejo inteligente, que em dois anos de trabalho na Secção de Solos adquirira um talento invulgar para êsse serviço. Todos êsses limites eram por nós inspecionados e, se necessário, modificados. A marcação era feita com piquêtes situados a distância variável uns dos outros (10 a 20 metros, de acôrdo com as curvas mais ou menos caprichosas). Êsses piquêtes, chanfrados na parte superior, tinham a chanfradura voltada na direção do piquête seguinte, de modo a facilitar o seu encontro pelo porta-mira, quando do levantamento ulterior. Os piquêtes situados na divisa comum entre duas manchas recebiam números consecutivos, a partir da unidade. Nos piquêtes que assinalavam o comêço ou o fim do limite entre dois tipos de solo o marcador de manchas fazia inscrições relativas à sua natureza. Essas inscrições eram copiadas pelo porta-mira e transcritas no fim de cada dia de trabalho para a caderneta do taqueometrista.

O estudo de tôdas as sondagens foi feito pessoalmente por nós. Em fichas apropriadas, organizadas pelo agrônomo ESTÊVÃO STRAUSS, descrevíamos a topografia, a vegetação nativa, as plantas cultivadas e sua produtividade, caso se tratasse de solos cultivados, a denominação, a profundidade da camada permeável, a presença de seixos e os característicos dos diversos horizontes: espessura, côr, estrutura, consistência, textura, porosidade. Retirávamos amostras de cada horizonte para ulterior estudo no laboratório.

Muito nos auxiliaram em nossos trabalhos o taqueometrista ANANIAS DE OLIVEIRA, o desenhista ERNANI PAPALEO, o auxiliar de laboratório HOMERO RAMOS e o marcador de manchas e feitor de sondagens ANTÔNIO FERREIRA. Merece uma referência especial nosso colega DARCI DUQUE CATÃO, que estagiou conosco em Santo Antônio de Ruças, por sua inteligência, espírito de camaradagem e cooperação.

#### ANTECEDENTES

O açude Santo Antônio de Ruças, cujos estudos datam dos primeiros anos da Inspetoria de Sêcas, teve a sua construção delongada por muitos anos, só tendo sido concluído em 1927.

Em conseqüência disto não é de admirar que, orçado em ..... Cr\$ 361 411,00, tivesse ficado em Cr\$ 2 198 000,00 até 1935 (*Relatório da I.F.O.C.S.*, 1916, pág. 89; idem, 1935, pág. 310).

A Inspetoria de Sêcas pode referir-se sem desdouro a essas deficiências técnicas e administrativas do passado porquanto já se impôs à engenharia nacional pela técnica e pela administração de seus serviços.

Pela primeira vez, em 1928 a IFOCS cuidou de estudar as terras da bacia de irrigação dêste açude (*Relatório de 1928*, pág. 181), “dando instruções ao auxiliar técnico ANTÔNIO DE SOUSA AGUIAR para o levantamento dos serviços executados no açude Santo Antônio de Ruças e o estudo de sua bacia de irrigação”.

Foram abertas 1 075 sondagens, distanciadas a princípio de 100 metros e depois, de 200 metros.

A profundidade das sondagens era de 1 metro tendo sido remetidos ao Distrito 8 caixões com amostras de terras e uma caderneta de classificação dos terrenos. Presumivelmente, foi retirada apenas uma amostra de cada sondagem. O mapa que resultou dêsse levantamento agrológico tem apenas valor como curiosidade histórica.

Destarte o estudo procedido na bacia de irrigação em nada orientou o traçado dos canais principais, que obedeceu tão somente ao critério topográfico. No relatório da IFOCS referente ao ano de 1931 lemos o seguinte: “Até então a história da Inspetoria registrava o sistema do Cedro dominando 1 000 hectares e o de Santo Antônio de Ruças para 300 hectares; êste chegou a ser iniciado; suas obras porém não prosseguiram por falta de um juízo sôbre as propriedades das terras a irrigar”.

#### TIPOS DE SOLO

Na bacia de irrigação do açude Santo Antônio de Ruças, encontramos 5 tipos de solo a saber: — *tabuleiro, várzea do tabuleiro, várzea, aluvião fluvial salgado e aluvião fluvial*.

Na área total levantada, é a seguinte a distribuição dêstes solos:

Tabuleiro .....	77 0000 Ha	16,9 %
Várzea do tabuleiro .....	109 8750	24,1
Várzea .....	22 0750	4,8
Aluvião fluvial salgado .....	65 3500	14,3
Aluvião fluvial .....	140 9500	30,9
Leito de rio .....	41 0500	9,0
	<hr/>	
	456 3000	

Considerando apenas a área situada à margem direita do rio Palhano a montante da barra do riacho Poldrinho, mais a área situada à margem esquerda do rio Palhano a montante do rio São Pedro e à margem direita dêste rio e do riacho do Brito, a distribuição dos solos é a seguinte:

Tabuleiro .....	54 4500 Ha
Várzea do tabuleiro .....	83 9750
Várzea .....	22 0750
Aluvião fluvial salgado .....	49 6750
Aluvião fluvial .....	78 2750
	288 4500

Como se vê, destes 288 4500 hectares há 127 9500 Ha de aluvião salgado e aluvião fluvial.

Damos a seguir uma descrição sucinta dos diversos tipos de solo:

1.º — **TABULEIRO** — São solos autóctones, formados por decomposição da rocha que lhes serve de substrato. As rochas da região fazem parte do sistema arqueano. São rochas eruptivas plutônicas, e metamórficas. É importante assinalar que são rochas leucocráticas (rochas ácidas). O regime climático, oscilante entre extrema aridez na estiagem e chuvas torrenciais nos bons invernos, faz com que estes solos sejam extremamente rasos, pouco decompostos, nada intemperizados; porque a secura do ar não é propícia à decomposição das rochas e o pouco que se decompõe é arrastado pelas chuvas torrenciais. Tanto é assim que no sertão baiano, onde o regime pluviométrico é bem diverso, com dois períodos de chuva bem definidos — as chuvas de trovoadas e as de inverno, encontram-se solos autóctones profundos e férteis. Os tabuleiros de Ruças são revestidos de seixos rolados cujas dimensões variam, em geral, de 2 a 10 centímetros.

A uma profundidade variável de 10, 20, 30 centímetros encontra-se a rocha em decomposição e logo abaixo a rocha viva. São solos agrícolamente não aproveitáveis, mas fornecem ótimo material para canais. Haja vista a boa conservação dos canais ali construídos.

2.º — **VÁRZEA DO TABULEIRO** — Morfológicamente esses solos, situados nas várzeas dos tabuleiros, são constituídos de uma camada de areia finíssima (limo) de espessura variável de 10 a 50 centímetros, sobre o perfil do tabuleiro. A primeira camada parece ser proveniente do arrastamento de material do tabuleiro que o domina e que a velocidade das águas não consegue arrastar até o rio. Daí a ausência de argila. Gramíneas espontâneas vegetam nestes solos sugerindo talvez o aproveitamento daqueles mais profundos com gramíneas forrageiras. Mas é quase certo que em solos tão pouco profundos a irrigação seria um fracasso. Em uma mancha de várzea do tabuleiro junto à sondagem n.º 17 foi feita uma plantação de milho e batata doce, sendo de apenas 60 centímetros a profundidade da camada permeável. Na mesma mancha, em um trecho onde foi feito um arrozal, o solo já apresenta sinais da salinização e as bananeiras que se encontram nos limites desta mancha são raquíticas e crestadas.

3.º — VÁRZEA — São solos alcalinos, legítimos “solonetz” segundo a classificação da escola russa, constituídos de uma camada de espessura variável de areia finíssima (limo) sobre uma camada de 20 a 30 centímetros de estrutura prismática, a qual se sobrepõe a uma camada cimentada que desce abaixo de 2 metros. Estes solos são muito difíceis de distinguir dos precedentes pelos caracteres superficiais, dada a identidade do primeiro horizonte de uns e de outros. Entretanto sua gênese é bem diversa, sendo o resíduo da eluviação pelas águas que se infiltram no solo arrastando para a profundidade a argila que se tornou dispersa no curso do processo de alcalinização.

O fato de que tais solos muito provavelmente provêm de antigos aluviões *situados em condições de difícil drenagem* é bastante alarmante e se a carnaubeira cresce e produz nestes solos isto não atenua em nada a gravidade da situação. Pela pequena profundidade da camada permeável, pela alta salinidade e pela natureza dos seus sais (alcalinidade), nestes solos só vegetam certas plantas espontâneas e a êles só se adaptam certas plantas cultivadas, como o arroz e o girassol. Se se resolve cultivá-los, devem-se tomar medidas para evitar que as águas que os irrigam passem aos solos vizinhos, prejudicando-os. Quanto à possível correção desses solos devemos dizer que a experiência de outros países demonstrou que ela só se justifica no caso de solos de alto valor potencial e ainda que a primeira camada limosa antes dificulta do que facilita a correção.

4.º — ALUVIÃO FLUVIAL SALGADO — Tais solos provêm da salinização do aluvião fluvial e é lícito supor que êles constituem uma etapa no processo que conduz à formação das várzeas precedentemente estudadas. O fato de que tais solos são mais argilosos que o aluvião fluvial, é devido a que os solos argilosos são mais sujeitos ao acúmulo de sais, dada a sua menor permeabilidade. A medida da resistividade elétrica destes solos revela salinidade de cerca de 0,15%, porcentagem considerada na África do Sul como limite entre o primeiro e o segundo grau de salinidade (“Levantamento de mapas de solo para fins de irrigação na África do Sul”, comunicação técnica do Imperial Bureau of Soil Science). A fim de determinar a natureza desses sais, preparamos extratos aquosos das amostras da sondagem n.º 12, fazendo a dialização em saquinhos de colódio (WRIGHT, *Soil Analysis*). Eis os resultados das análises procedidas pelo químico LUÍS DE FREITAS ROCHA:

Sondagem	Horizonte	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>
12	I	0,135%	0,042%	Nihil	Nihil
	II	0,090	0,030	Nihil	Nihil
	III	0,090	0,042	Nihil	Nihil
	IV	0,045	0,019	Nihil	Nihil

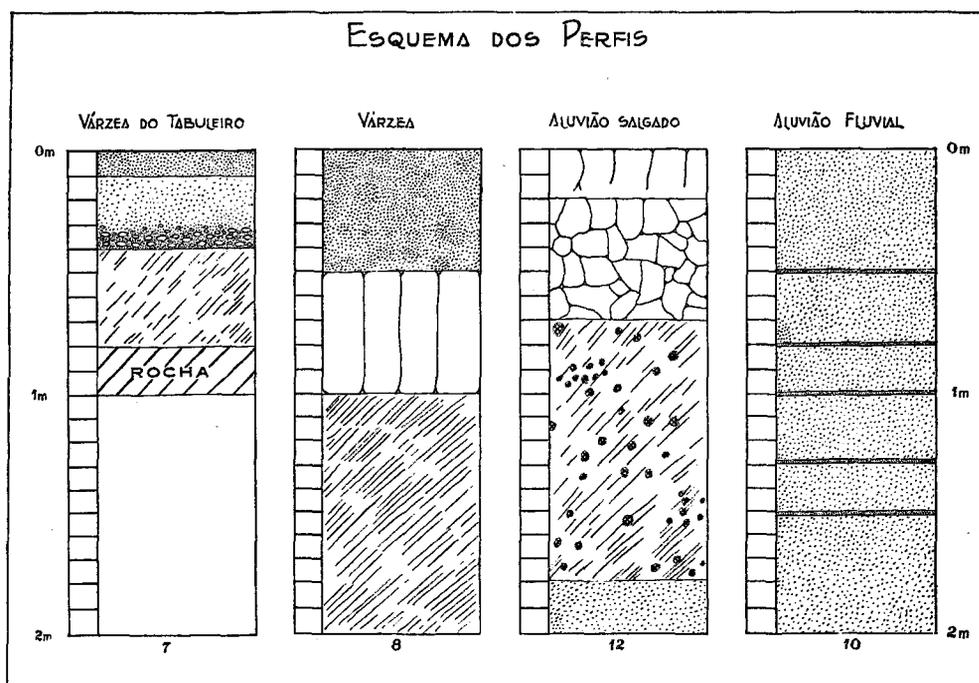
Como se vê, os cloretos predominam entre os sais solúveis que se encontram nesses solos, sendo pequena a quantidade de bicarbonatos. Em tais condições, o grau de salinização desses solos não constitui im-



pedimento para o seu aproveitamento agrícola. Entretanto, pode-se ter como certo que a irrigação irá aumentar enormemente a salinidade desses solos, a menos que se proceda à drenagem subterrânea. Já em 1927 o relatório da IFOCS formulava o problema com a maior nitidez; eis o que se lê na introdução do relatório da IFOCS de 1927: "A irrigação necessita ser completada pela drenagem sistemática ainda não iniciada; sem o que as terras irrigadas perdem com o tempo, como já se tem dado ali (refere-se ao Cedro) a sua primitiva fertilidade, devido aos sais alcalinos dissolvidos nas camadas profundas e que acabam por saturar as camadas superficiais, assim tornadas estéreis". Como vemos, a Inspetoria reconhece oficialmente há 15 anos a necessidade da drenagem como medida sistemática nas bacias de irrigação dos açudes. Apesar disto, somente em 1942 iniciou-se a instalação da rede de drenagem na bacia de irrigação dos açudes mais importantes.

O aluvião fluvial salgado é o solo de eleição da carnaubeira. Quase todo o carnaubal de Limoeiro e de Ruças encontra-se nesse tipo de solo.

5.º — ALUVIÃO FLUVIAL — Como é bem sabido, o aluvião fluvial, conhecido por "baixo" na Paraíba e "coroa" no Ceará, é o solo mais fértil do sertão nordestino.



São solos profundos, bastante permeáveis, fofos, de boa porosidade. Entretanto, o aluvião do rio Palhano e de seus tributários deixa muito a desejar quanto à fertilidade. Não é preciso fazer uma análise mineralógica minuciosa desses solos para constatar a ausência de outro mineral que não o quartzo, presente em partículas de diâmetro compreendido entre 0,2 e 0,002 mm (limo). Isto significa ausência de qual-

quer reserva mineral capaz de renovar os elementos nutritivos assimilados pelas plantas ou arrastados pelas águas de drenagem. Em segundo lugar, a ausência de argila anula a capacidade de fixação para os fertilizantes que será preciso encorporar a êsses solos se se quiser obter um rendimento compensador. Se é nula a fertilidade potencial dêsses solos, não se poderia esperar muito de sua fertilidade atual. E' o que se pode comprovar pelo exame dos dados analíticos que se seguem:

		BASES TROCÁVEIS ME/100 g. solo								
Sondagem	Horizonte	Soma de bases	Na	K	Ca	Mg	Mn	Húmus %	N %	Observação
4	I	8.3	traços	0.14	4.88	2.43	0.97	1.54	0.076	Estru- mado
	II	2.2	0.30	0.12	1.28	0.30	0.29	0.30	0.016	
	III	4.0	1.70	0.11	1.36	0.73	0.24	0.19	0.014	
10	I	4.9	1.40	0.13	2.08	1.20	0.31	0.30	0.021	
	II	3.1	1.50	0.14	0.75	0.23	0.12	0.11	0.010	
	III	2.2	1.10	0.07	0.66	0.09	0.09	0.10	0.008	
	IV	2.2	0.70	0.11	0.80	0.43	0.07	0.09	0.008	
	V	1.8	0.50	0.10	0.60	0.47	0.09	0.09	0.006	
	VI	2.2	0.60	0.15	0.73	0.62	0.11	0.07	0.006	
11	I	3.9	0.25	0.14	1.68	1.35	0.51	0.49	0.028	
	II	3.6	0.80	0.16	1.22	1.01	0.38	0.16	0.016	
	III	2.2	0.30	0.19	0.66	0.81	0.28	0.06	0.004	

## ANÁLISE MECÂNICA

Sondagem	Horizonte	Areia %	Limo %	Argila %	Classificação Internacional	Higroscopicidade
4	I	16,9	80,6	2,5	Limo	2,18
	II	24,2	74,0	1,8	Limo barrento	0,64
	III	20,4	77,2	2,4	Limo	0,79
10	I	23,7	74,2	2,1	Limo barrento	0,87
	II	20,9	77,7	1,4	Limo	0,70
	III	18,6	80,0	1,4	Limo	0,66
	IV	19,7	79,2	1,1	Limo	0,61
	V	20,2	79,0	0,8	Limo	0,48
	VI	17,0	82,2	0,8	Limo	0,56
11	I					
	II	37,6	59,3	3,1	Limo arenoso	1,15
	III	21,5	77,2	1,3	Limo	0,50

Os dados analíticos referentes às bases trocáveis foram obtidos pelos químicos LUÍS DE FREITAS ROCHA e NELLY PIMENTA BUENO ROCHA; as determinações de húmus foram feitas pelo químico WILSON FALCÃO e as de azoto total pelo agrônomo EDILBERTO DA COSTA AMARAL. As análises mecânicas e as determinações de higroscopicidade foram feitas pelo agrônomo FRANCISCO EDMUNDO DE SOUSA MELO.

Lamentamos não poder dar a porcentagem de fósforo assimilável, por falta de reativos.

A título de ilustração damos abaixo os mesmos dados referentes ao aluvião da bacia de irrigação do açude São Gonçalo:

		BASES TROCÁVEIS ME/100 g. solo								
Sondagem	Horizonte	Soma de bases	Na	K	Ca	Mg	Mn	Húmus %	N %	Observação
31	I	9.0	0.72	0.87	5.59	2.11	0.63	0,65	0,050	
	II	14.0	0.64	0.49	8.74	3.09	0.87	0,81	0,058	
	III	15.0	1.64	1.04	8.33	3.80	0.67	0,74	0,045	

## ANÁLISE MECÂNICA

Sondagem	Horizonte	Areia %	Limo %	Argila %	Classificação Internacional	Higroscopicidade
31	I	6,2	88,9	4,9	Limo	2,89
	II	15,3	78,5	6,2	Limo	5,01
	III	7,0	85,9	7,1	Limo	5,29

Que conclusões devemos tirar desses resultados analíticos? Em primeiro lugar, que o aluvião fluvial da bacia de irrigação do açude Santo Antônio de Ruças é muito pobre em bases trocáveis, sendo particularmente de notar a falta de potássio. Em segundo lugar, que esses solos são extremamente pobres em matéria orgânica e em nitrogênio (azoto). Em resumo tais solos não poderão ser aproveitados economicamente sem adubação azotada e potássica, sendo mais do que provável a deficiência em fósforo, apesar de não dispormos de dados a respeito. Além disto, deve-se suprir a falta de matéria orgânica, sendo indispensável fazer largo uso de estrume e de adubos verdes.

Encontramos no aluvião fluvial oiticicas nativas e cajueiros bem desenvolvidos. Segundo informações colhidas com os moradores, as safras de umas e de outros são intermitentes, carregando extraordinariamente em um ano e nada produzindo nos dois anos seguintes: Seria interessante esclarecer se se trata de deficiência de fósforo, dado o papel bem conhecido deste metalóide na reprodução, ou de fatores meteorológicos desfavoráveis à fecundação.

No local da sondagem n.º 4 foi instalado um bananal o qual se apresenta pouco desenvolvido, com pequena produção e de inferior qualidade, apesar de ter sido feita recente adubação com estrume de curral. Cana, mandioca, batata doce, feijão de corda, são as culturas mais comuns à margem direita do rio Palhano onde se pode dispor de água para irrigação.

O aspecto das culturas e as informações sobre o rendimento confirmam o que acima dissemos sobre a pequena fertilidade desses solos.

Voltando agora a considerar o aluvião salgado, que devemos dizer de sua fertilidade? Os dados a seguir mostram que o aluvião fluvial salgado é aqui mais promissor do que o aluvião fluvial, uma vez instalada uma rede de drenagem eficiente:

BASES TROCÁVEIS ME/100 g. solo										
Sondagem	Horizonte	Soma de bases	Na	K	Ca	Mg	Mn	Húmus %	N %	Observação
12	I	6.6	1.80	traços	2.64	3.77	0.37	0.41	0,030	
	II	11.3	3.80	traços	2.82	4.22	0.56	0,27	0,032	
	III	11.3	4.57	0.11	2.56	3.37	0.36	0,14	0,023	
	IV	2.7	traços	0.10	0.84	1.20	0.21	0,08	0,017	

ANÁLISE MECÂNICA						
Sondagem	Horizonte	Areia %	Limo %	Argila %	Classificação Internacional	Higroscopicidade
12	I	2,5	71,0	26,5	Limo argiloso	6,70
	II	1,5	70,6	27,9	Limo argiloso	7,15
	III	6,7	78,0	15,3	Limo	5,53
	IV	6,3	87,1	6,6	Limo	2,60

## QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Transcrevemos a seguir os dados analíticos referentes a uma amostra de água do açude Santo Antônio de Ruças, dados esses obtidos pelo químico NELLY PIMENTA BUENO ROCHA:

### ANÁLISE DE ÁGUA — N.º 13 AMOSTRA

Em garrafão de mais ou menos 5 litros de capacidade, de vidro incolor, rôlha esmerilhada e amarrada com barbante. Rotulada com os seguintes dizeres: Água coletada às 16,30 horas do dia 26 de junho de 1942, na barragem do açude.

Procedência ..... Açude público Santo Antônio de Ruças — Ceará  
 Coletor ..... Homero Ramos  
 Data ..... 26 de junho de 1942  
 Tipo de análise ... Resíduo mineral

### DADOS ANALÍTICOS EM P.P.M. SOBRE ÁGUA FILTRADA

pH ..... 7,2  
 Resíduo a 105° C ..... 286,0  
 Cloretos (Cl) ..... 72,0  
 Carbonatos (CO<sub>3</sub>) ..... 51,0  
 Sulfatos (SO<sub>4</sub>) ..... 24,0  
 Cálcio (Ca) ..... 18,5  
 Sódio (Na) ..... 177,7

Que conclusões devemos tirar desses resultados analíticos? Conhecemos dois critérios para estabelecer se uma água é ou não apta para irrigação. Consiste o primeiro em calcular o chamado "coeficiente de álcali" o qual se deduz de maneira diversa, conforme a composição, da água analisada (SCOTT, *Standard Methods of Chemical Analysis*; MAZZA, *Química Analítica Quantitativa Aplicada a la Química Agrícola*). "Se o coeficiente de álcali, K, é superior a 18 a água é boa e se pode usar durante muitos anos com êxito sem que haja necessidade de tomar precauções especiais para evitar o acúmulo de álcalis. Se K oscila entre 18 e 6, a água é tolerável, sendo geralmente necessário precaver-se contra o acúmulo gradual de álcalis, exceto nos solos muito permeáveis. Se K oscila entre 5,9 e 1,2, a água é medíocre.

Neste caso é necessário selecionar os solos e com freqüência se impõe a aplicação da drenagem artificial. Se K é inferior a 1,2 a água é má, não sendo utilizável para irrigação.

De acôrdo com os resultados analíticos acima transcritos calculamos o coeficiente de álcali  $K = 4,6$ . Repetimos as conclusões que correspondem a êste valor: "Se K oscila entre 5,9 e 1,2 a água é medíocre. Nesse caso é necessário selecionar os solos e com freqüência se impõe a aplicação da drenagem artificial".

O segundo critério a que acima nos referimos deve-se a PURI PUNJAB *Irrigation Research Institute — Chemical Section, Report for the year ending*. April 1935). Segundo êste critério as águas são classificadas como aptas ou inaptas para irrigação, sem gradações. Aplicando êste critério ao caso presente, a conclusão é de que a água do açude Santo Antônio de Ruças é apta para irrigação.

## CAPACIDADE DE IRRIGAÇÃO

Na *Memória justificativa dos serviços iniciais de construção dos canais de irrigação do sistema de Ruças*, apresentada ao engenheiro chefe do 1.º Distrito da Inspetoria Federal de Obras Contra as Sêcas, pelo Eng.º VINICIUS CÉSAR SILVA DE BERREDO, encarregado da construção lemos o seguinte:

"Recursos d'água — De acôrdo com o ante-projeto, a capacidade "do açude Santo Antônio de Ruças seria de 36 247 040 m<sup>3</sup>. Deduzindo "dêsse volume total o correspondente ao porão (5 231 150 m<sup>3</sup>) e as "perdas por evaporação e infiltração do açude durante os 20 meses "previstos de irrigação (13 494 600 m<sup>3</sup>), teríamos assim disponíveis para "distribuição 17 521 210 m<sup>3</sup>. Verificou-se entretanto, posteriormente na "sala técnica do Distrito, ter havido engano na cubação da bacia hi- "dráulica. De acôrdo com os novos elementos que me eram forne- "cidos a capacidade da citada bacia (até a cota da soleira do sangra- "douro) seria de 32 176 800 m<sup>3</sup>. Verificou-se, ainda, entretanto nova "divergência entre os dados oficiais e os realmente encontrados. De

“conformidade com o último quadro de cubação fornecido pelo Distrito  
“e feita a retificação correspondente ao rebaixamento verificado na  
“soleira do sangradouro, temos:

“Volume represado .....	26 100 000 m <sup>3</sup>
“Perdas por evaporação e infiltração	11 500 000
“Volume do porão .....	3 100 000
“Volume disponível .....	11 500 000

“A fixação da dose d’água faz-se em geral empiricamente tendo  
“em vista no estudo de cada sistema que se pretende construir, o obser-  
“vado em outros semelhantes; procurando-se nessa fixação termos de  
“comparação que se aproximem tanto quanto possível, pelo conjunto  
“de elementos que regulam a necessidade d’água do sistema estudado  
“problema complexo e de solução sempre difícil e provisória. Estudos  
“modernos em França, Itália, Alemanha e Estados Unidos — tendem a  
“estabelecer *bases racionais para a fixação da dose d’água* — e resulta-  
“dos relevantes já têm sido obtidos nesta direção. A aplicação de  
“tais resultados a qualquer caso concreto exige entretanto, *um estudo*  
“*experimental prévio das terras a irrigar em sua natureza física* e em  
“seus constituintes químicos e biológicos; a prática e o estudo crítico  
“de grande número de sondagens em trechos escolhidos da bacia de  
“irrigação e a crítica dos perfis correspondentes, tudo exigindo não  
“só laboratórios custosos como um corpo técnico especializado.

“Na determinação da área irrigável com as águas represadas no  
“Santo Antônio de Ruças, conservamos a dose líquida de 17 250 m<sup>3</sup> por  
“hectare indicada no ante-projeto do Eng.<sup>o</sup> STYLIANOS PÉRICLES LAS-  
“CARIS. Como ficou dito na parte referente à dose d’água, a dose bruta  
“prevista para irrigação foi de 24 640 m<sup>3</sup> admitida a perda de 30% na  
“adubação e na distribuição. Nestas condições temos: Primeira hipó-  
“tese — A soleira do sangradouro é conservada na cota 96,168:

“Volume d’água disponível .....	11 500 000 m <sup>3</sup>
“Área irrigável .....	466 Ha

“Segunda hipótese — A soleira do sangradouro é restabelecida na  
“cota 97:

“Volume d’água disponível .....	14 226 800 m <sup>3</sup>
“Área irrigável .....	561 Ha”

A experiência da Comissão de Serviços Complementares permite  
apresentar conclusões menos otimistas. Realmente, em março de 1941  
o açude Condado represava 32 000 000 m<sup>3</sup>, acumulando em setembro de  
1942 18 000 000 m<sup>3</sup> sendo a área irrigada de 130 hectares.

Por conseguinte, Condado só poderia enfrentar mais um ano de  
sêca. Ora, não se deve prever apenas um ano de sêca após um ano

médio normal. Em geral deve-se contar com dois anos secos. Por conseguinte, a julgar pela experiência de Condado, o açude Santo Antônio de Ruças não poderá irrigar mais de 130 hectares.

### CANAIS DE IRRIGAÇÃO

No mapa na escala de 1:20 000 anexo a este trabalho pode-se verificar com bastante nitidez que as curvas de nível por si só não constituem critério suficiente para o traçado de canais de irrigação.

Como se vê, a fim de dominar solos topograficamente irrigáveis, embora agrológicamente não irrigáveis, foi dado grande desenvolvimento ao traçado dos canais principais, e se este traçado fôr mantido será grande a extensão dos canais secundários e o custo do sistema ficará muito onerado.

Do ponto de vista da conservação dos canais, facilidade de construção e pequena infiltração, o antigo traçado, todo êle sôbre tabuleiro e várzea do tabuleiro, é muito vantajoso. Um outro traçado exigiria transporte de material dos tabuleiros para os aterros.

### SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

O levantamento topográfico foi feito a taqueômetro pelo taqueometrista ANANIAS JOSÉ DE OLIVEIRA. Demo-nos ao trabalho de verificar o fechamento angular e o êrro de fechamento da poligonal da linha de base e dos polígonos auxiliares, a ver se estavam dentro dos limites de tolerância. Podemos assim assegurar que o levantamento feito merece tôda confiança.

### CONCLUSÃO

Apresentamos as seguintes conclusões:

1.º) — Quer sob o ponto de vista da natureza do solo, quer sob o ponto de vista da capacidade do açude, a área irrigável é no máximo de 130 hectares, compreendendo aluvião salgado e aluvião fluvial.

2.º) — O problema da passagem dos canais para a margem esquerda do rio São Pedro, que ficou em suspenso no memorial citado do Eng.º VINICIUS CÉSAR SILVA DE BERREDO, deixa assim de existir.

3.º) — Simultâneamente com a construção dos canais deve-se instalar a rêde de drenagem nas manchas de aluvião salgado. Dada a permeabilidade do aluvião fluvial dos rios Palhano e São Pedro talvez se possa dispensar a drenagem artificial nestes solos. De todo modo será interessante não construir desde logo os drenos nestes solos, a fim de verificar como êles se comportam com a irrigação.

4.º) — Ao examinar os solos da bacia de irrigação do açude Santo Antônio de Ruças pode-se bem compreender a inanidade da clássica exaltação da fertilidade de solos do sertão nordestino. Aqui o problema da irrigação condiciona obrigatoriamente o problema da adubação. Devem ser feitas largas aplicações de estrume, e adubos verdes devem ser usados como culturas intercalares e nas rotações.

\*

#### RÉSUMÉ

L'Ingénieur EDILBERTO AMARAL rend, dans cet article, un hommage aux techniciens qui ont organisé le Service d'Analyse des Sols appartenant à l'*Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca (I. F. O. C. S.)*. La méthode employée par ce Service est différente de celle adoptée par l'*Instituto de Campinas* et l'auteur, en explique la raison, en disant que les finalités sont aussi différentes. Les sols sont, suivant la méthode mentionnée individualisés par leurs caractères superficiels en incluant la végétation; les profils sont étudiés d'après leur morphologie et leurs caractéristiques physico-chimiques, d'abord dans un petit laboratoire pour travailler sur le terrain et, ensuite, une analyse plus complète et plus rigoureuse est faite dans l'*Instituto José Augusto Trindade de São Gonçalo*, de l'État de Paraíba.

L'auteur décrit la manière de faire la cueillette du matériel qui doit servir aux analyses et mentionne les divers types de sols existant dans l'aire étudiée, dont la distribution quantitative et qualitative est la suivante:

*Tabuleiro* (plateau) 16,9%; *várzea de tabuleiro* (marécage de plateau) 24,1%; *várzea* (marécage) 4,8%; *aluvião fluvial salgado* (dépôts fluviaux salés) 14,3%; *aluvião fluvial* (dépôts fluviaux) 30,9% et *leito de rio* (lit de rivière) 9%, ces chiffres correspondent à une aire de 456 hectares.

Les caractères plus importants de chaque type de sol sont donnés ensuite par l'auteur qui met en évidence l'excellence des dépôts pluviaux, les sols improductifs des plateaux (*tabuleiros*) et l'adaptation des "*carnaubeiras*" (palmiers) aux dépôts fluviaux salés.

Des données analytiques sont mentionnées en relation au réservoir d'eau "*Ruças*" et pour rendre plus facile l'étude des valeurs, l'auteur donne, comme terme de comparaison, les indices qui se rapportent au bassin d'irrigation du réservoir "*São Gonçalo*". Suivant les considérations faites par l'auteur, l'eau formée par le réservoir "*Ruças*" est de qualité inférieure et la quantité est insuffisante pour irriguer entièrement le bassin qui correspond à ce réservoir.

L'auteur présente, en finissant, les conclusions suivantes:

- 1) l'aire irrigable, suivant l'eau disponible, est à peine de 130 hectares;
- 2) le problème de faire passer les canaux en suivant la rive gauche de la rivière São Pedro disparaît;
- 3) en même temps que les canaux sont construits, on doit faire l'installation du réseau de dessèchement des dépôts d'alluvions salés;
- 4) la fertilité des sols du Nordeste constitue une grande illusion, à côté de l'irrigation il faut aussi songer à la fertilisation du sol.

#### RESUMEN

El autor, Ingeniero EDILBERTO AMARAL, rinde homenaje a los organizadores del servicio de suelos de la *Inspetoria Federal de Obras Contra la Sequia (I. F. O. C. S.)* pasando luego a explicar el método de trabajo usado, diferente del empleado por el Instituto Agronómico de Campinas, explicando la divergencia por la diversidad de finalidades. En este trabajo los suelos fueron individualizados por los caracteres superficiales, incluyendo la vegetación; los perfiles fueron estudiados en su morfología y características físico-químicas, primeramente en un pequeño laboratorio del campo y después, con mayor rigor, en el laboratorio del Instituto José Augusto Trindade, en S. Gonçalo, Paraíba.

Describe los métodos de recolectar las muestras y establece los diversos tipos de suelos en el área estudiada que son cualitativa y cuantitativamente los siguientes:

Meseta 16,9%; vegas de meseta 24,1%; vegas 4,8%; aluvión fluvial salado 14,3%; aluvión fluvial 30,9% y lecho de río 9%, referente esto a un área de 456 hectáreas.

Describe en seguida los caracteres esenciales de cada tipo de suelo, salientando la excelencia del aluvión fluvial, la imprestabilidad de la meseta y la adaptación de la carnaúba al aluvión fluvial salado.

Después, los datos analíticos referentes a la represa Ruças. Como término de comparación el autor reproduce los que se refieren a la cuenca de irrigación de la represa São Gonçalo. Hace consideraciones sobre el agua destinada a la irrigación llegando a la conclusión de que la misma es de calidad mediocre y en cantidad insuficiente para irrigar toda la cuenca del Ruças.

Finaliza el artículo con las siguientes conclusiones:

- 1) El área irrigable, de acuerdo con las disponibilidades de agua, es apenas de 130 Ha.
- 2) El problema del paso de los canales para la margen izquierda del río São Pedro deja de existir.
- 3) Simultáneamente con la construcción de los canales debe instalarse la red de drenaje en las manchas de aluvión salado.
- 4) La fertilidad de los suelos del Nordeste es un mito, debiendo el problema de la irrigación condicionar también el del abono.

## RIASSUNTO

L'ing. EDILBERTO AMARAL, illustrando la lodevole opera del servizio di suoli dell'Ispettorato Federale delle Opere Contro la Siccità, spiega il metodo di lavoro da esso usato, che differisce da quello dell'Istituto Agrario di Campinas, in relazione con la differenza dei fini. In codesto lavoro i suoli furono classificati secondo i caratteri superficiali, compresa la vegetazione; i profili furono studiati nella loro morfologia, e nelle caratteristiche fisico-chimiche, dapprima in un piccolo laboratorio di campagna, e poi, più rigorosamente, nel laboratorio dell'Istituto José Augusto Trindade, a S. Gonçalo, nella Paraíba.

Descrive i metodi di raccolta dei campioni e distingue i vari tipi di suoli trovati nell'area studiata, di 456 ettari, che sono i seguenti:

Zone arenose, 16,9 %; bassopiano arenoso, 24,1 %; bassopiano, 4,8 %; alluvione salina, 14,3 %; alluvione, 30,9 %; e letto fluviale, 9,0 %.

Descrive, poi, i caratteri essenziali di ogni tipo di suolo, rilevando l'eccellenza dell'alluvione, la difficoltà di utile sfruttamento della zona arenosa, e l'adattamento della carnaubeira all'alluvione salina.

Accanto ai dati sul serbatoio Ruças, l'autore riproduce, come termini di comparazione, quelli riferenti al bacino d'irrigazione del serbatoio S. Gonçalo. Espone considerazioni sull'acqua destinata all'irrigazione, concludendo che essa è di mediocre qualità e in quantità insufficiente per l'irrigazione di tutto il bacino del Ruças.

Termina con le seguenti conclusioni:

- 1) l'area irrigabile con l'acqua disponibile è appena di 130 ha;
- 2) è eliminato il problema del passaggio dei canali alla sponda sinistra del fiume S. Pedro;
- 3) simultaneamente alla costruzione dei canali si deve installare la rete di drenaggio nei tratti di alluvione salina;
- 4) la fertilità dei suoli del Nordest è un mito, poichè alla necessità dell'irrigazione si aggiunge quella della concimazione.

## SUMMARY

Engineer EDILBERTO AMARAL, the author, pays homage to the organizers of the soils service of the Federal Department of Works Against Drought (Inspeçtoria Federal de Obras Contra a Sêca), and continues by explaining the method used in this work, which is different from that used by the Agronomic Institute of Campinas. He explains the difference is due to the diversity of aims. In the Federal Department's Work, the soils were separated by their superficial characteristics, including vegetation; the outlines were studied in their morphology, physical-chemical characteristics, at first in a small field laboratory and later, with greater care, in the laboratory of the José Augusto Trindade Institute at S. Gonçalo, Paraíba.

He describes the methods of collecting the samples and establishes the different types of soil in the area studied, which are in quality and quantity as follows: —

Table-land 16,9%; plain of table-land 24,1%; plain 4,8%; salty flood land 14,3%; flood land 30,9%; and river bed 9%, which in all covers an area of 456 hectares.

He then describes the essential characteristics of each type of soil, calling attention to the excellence of the flood land, the versatility of the table land, and the adaption of the "carnaubeira" to the salty flood land.

After analytical facts referring to the Ruças dam for the purpose of comparison, the author brings up those facts which refer to the irrigation basin of the São Gonçalo dam. He considers the water destined for irrigation and concludes that the water is of mediocre quality and in insufficient quantity for irrigating the entire Ruças basin.

He finishes the article with the following conclusions: —

- 1) The area that can be irrigated with the available water, is scarcely 130 hectares;
- 2) The problem of the passage of the canals to the left bank of the São Pedro river no longer exists;
- 3) Along with the construction of the canals, the drainage net-work should be installed in the salty flood land;
- 4) The fertility of the soils of the Northwest is a myth, owing to the problems of irrigation and fertilization.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser, Herr Ingenieur Dr. EDILBERTO AMARAL, ehrt als erstes die Organisatoren der Abteilung der Erdarbeiten der Federalen Inspektorie der Arbeiten gegen die Trockenheiten und erklärt dann die angewandten Arbeitsmethoden, welche mit denen des Landwirtschaftlichen Institutes von Campinas abweichen, was aus der Verschiedenheit der Zwecke zu verstehen ist. Die Erdböden wurden in dieser Arbeit jeder besonders studiert, wobei sowohl ihr Charakter, ihre Vegetation wie auch ihr Profil unter Berücksichtigung ihrer Morphologie genau untersucht wurden; die chemisch-physischen Charakteren wurden auch erst in einem kleinen Laboratorium auf dem Feld und später im Laboratorium des Institutes José Augusto Trindade in S. Gonçalo, Staat Paraíba, untersucht.

Er beschreibt die Methoden welche zur Sammlung der Muster angewandt wurden und setzt die verschiedenen Typen des Bodens der studierten Fläche fest; dieselben sind in Bezug auf die Qualität und Quantität folgende:

Tabuleiro 16,9 %; Varzea des Tabuleiros 24,1 %; Varzea 4,8 %; Salzhaltiges Aluvion 14,3 %; sonstiges Aluvion 30,9% und Flussbett 9%; diese Zahlen beziehen sich auf eine Fläche von 456 Hektaren.

Dann beschreibt er die hauptsächlichlichen Charakterzüge jedes Bodentyps, wobei er die besonderen Qualitäten des Flussaluvians hervorhebt; auch erwähnt er die Nützlichkeit des Tabuleiros und die Anpassungsfähigkeiten der Carnaubeira an die salzhaltigen Flussaluvionen.

Nach den analitischen Angaben, die sich auf den Açude Ruças beziehen, wiederholt der Verfasser zum Vergleich diejenigen, die sich auf die Bewässerung des Beckens des Açudes São Gonçalo beziehen. Er macht Vergleiche über das Wasser, welches zur Bewässerung dient, und kommt zu dem Schluss, dass die Qualität desselben wie auch die Quantität ungenügend ist um das Becken des Flusses Ruças zu bewässern.

Er beendet seinen Artikel mit folgende Beobachtungen:

- 1.) Die Fläche, welche bewässert werden kann, ist, wenn man alle Möglichkeiten genau studiert, nur 130 Hektare;
- 2.) Das Problem der Passagen der Kanäle zur linken Seite des Flusses São Pedro existieren nicht mehr;
- 3.) Zur gleichen Zeit mit der Erbauung der Kanäle muss man ein Netz zur Aufsaugung der salzhaltigen Aluvien einrichten;
- 4.) Die Fruchtbarkeit der Erdböden des Nord-Osten ist ein Märchen, gleichzeitig mit dem Problem der Bewässerung muss auch das der Düngung des Bodens beachtet und gelöst werden.

#### RESUMO

La aŭtoro, Ingeniero EDILBERTO AMARAL, honoras la organizintojn de la grunda servado de la Federacia Inspektejo de Laboroj kontraŭ la Sekeco (I. F. O. C. S.), kaj poste klarigas la uzatan labormetodon, kiu diferencas de tiu, kiun uzas la Agronomia Instituto de Campinas: li pravigas la malsamecon per la diferenco de celoj. En tiu ĉi artikolo la grundoj estas individuigitaj per la surfacaj trajtoj, inkluzive la vegetaĵaro; la profiloj estas studitaj laŭ sia morfologio, siaj fizik-kemiaj karakterizaĵoj, unue en malgranda kamplaboratorio, kaj poste, kun pli da ekzakteco, en la laboratorio de la Instituto José Augusto Trindade, en São Gonçalo, ŝtato Paraíba.

Li priskribas la metodojn de rikoltado de la specimenoj, kaj starigas la diversajn grundtipojn en la esplorita regiono: ili estas kvalite kaj kvante la jenaj:

Senarba altebenaĵo 16,9 %; ebena kamparo meze de senarba altebenaĵo 24,1 %; ebena kamparo 4,8 %; sala rivera aluvio 14,3 %; rivera aluvio 30,9 % kaj riverfluejo 9 % (tio rilatas al areo da 456 hektaroj).

Sekve li priskribas la esencajn trajtojn de ĉiu grundtipo, reliefigante la bonegecon de la rivera aluvio, la maltaŭgecon de la senarba altebenaĵo kaj la adaptiĝon de la karnaubarbo al la sala rivera aluvio.

Montrinte la analizajn donitaĵojn rilatajn al akvuĵego Ruças kiel elemento de komparado, la aŭtoro prezentas tiujn, kiuj rilatas al la irigacia baseno de akvuĵego São Gonçalo. Li faras konsiderojn pri la akvo destinata al la irigacio kaj venas al la konkludo, ke ĝia kvalito estas netrebona kaj ĝia kvanto nesufiĉa por irigaci la tutan basenon de Ruças.

Li finas la artikolon per la jenaj konkludoj:

- 1) la irigaciebla areo, laŭ la disponeblaj akvoj, estas nur da 130 hektaroj;
- 2) la problemo de la pasigo de la kanaloj sur la maldekstran bordon de rivero São Pedro ne daŭros plu;
- 3) samtempe kun la konstruado de la kanaloj oni devas instali la drenreton sur la terpartojn je sala aluvio;
- 4) la fruktoriceco de la grundoj de nordoriento estas mito, kaj la problemo de la irigacio devas kondiĉi tiun de la sterkado.