

CARACTERIZAÇÃO DE HORIZONTE SÁLICO EM SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE MOXOTÓ, PE¹

LUIZ BEZERRA DE OLIVEIRA² e MARIA REGINA BEZERRA DE OLIVEIRA³

RESUMO - Com o objetivo de determinar a percentagem de sais no solo (Pss) e de caracterizar amostras como horizonte sálico, foram estudadas 30 amostras de solo com alto teor salino, selecionadas entre as coletadas durante o levantamento de salinidade dos solos do perímetro irrigado de Moxotó, PE. A percentagem de sais no solo foi determinada por método direto, através do resíduo seco a 105°C (RS) do extrato de saturação e por via indireta, utilizando a equação sugerida por Richards, em função da condutividade elétrica (CE) desse extrato e da percentagem de água na pasta saturada. Das 30 amostras analisadas, dez foram caracterizadas como horizonte sálico quando foi empregado o método direto e apenas três quando utilizada a equação de Richards. Conclui-se que para os solos estudados, o cálculo da percentagem de sais no solo para valores da CE maiores que 30 milimhos/cm/25°C, a equação de Richards não é recomendada, podendo ser utilizada para valores menores que este, até posteriores resultados de pesquisa. Partindo dos valores do resíduo seco obteve-se uma alta correlação entre este parâmetro e a CE, expressa pela equação de regressão $Y(RS) \text{ g/l} = -10,45 + 1,25 X (CE) \text{ milimhos/cm}$, com $r^2 = 0,963$.

Termos para indexação: Salinidade do solo, gênese, morfologia, classificação, horizonte diagnóstico, solos aluviais, química do solo.

SALIC HORIZON CHARACTERIZATION IN SOILS FROM THE IRRIGATED AREA OF MOXOTÓ, PE, BRAZIL

ABSTRACT - Aiming to determine the percentage of salts in soil (Pss) and to characterize salic horizon, thirty soil samples with high salt content were selected from the ones sampled during the soil salinity survey of the irrigated area of Moxotó, PE, Brazil. The percentage of salt in the soils was determined by both direct method using the residue of the saturation extract oven dried to constant weight at 105°C (DR) and by indirect method using the equation developed by Richards which is a function of both the electrical conductivity (EC) of the extract and the percentage of water in the saturated paste. From the thirty analysed samples, ten were characterized as salic horizon when the direct method was used and only three were characterized as such when the equation developed by Richards was used. It can be concluded that for soils under consideration, with values of electrical conductivity higher than 30 mmhos/cm/25°C, Richards equation is not recommended. However, it can be used for soils with EC lower than 30 mmhos/cm/25°C, until results of new research work confirm or deny it. A high linear correlation was found between the oven dried residue (DR) of the saturation extract and the electrical conductivity. This relationship is shown by the regression equation $Y (DR) \text{ g/l} = -10.45 + 1.25.EC \text{ (mmhos/cm)}$ with $r^2 = 0.963$.

Index terms: soil salinity, genesis, classification, diagnostic horizon, alluvial soils, soil chemistry.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de solos afetados por sais sob condições de aridez e semi-aridez, em várias partes do mundo e em grande parte do Nordeste brasileiro, induziu pesquisadores a desenvolverem métodos de análise visando a caracterização física e química desses solos e o estabelecimento de parâmetros para fins de classificação.

A metodologia mais utilizada, quer no âmbito nacional quer no internacional, é baseada na publicação do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, sob o título "Diagnosis and improvement of saline and alkali soils" (Richards 1954).

No que diz respeito à classificação de solos, a mais utilizada é a apresentada no Soil Taxonomy, editada por esse mesmo Departamento de Agricultura (Estados Unidos 1975).

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, através dos extintos Serviço Agroindustrial e Instituto José Augusto Trindade, foi pioneiro, no Brasil, na caracterização de solos afetados por sais, quando da realização de levanta-

¹ Aceito para publicação em 2 de março de 1984.

² Químico-Industrial, EMBRAPA - Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS). Rua Antonio Falcão, 402 - Boa Viagem, CEP 50000 - Recife, PE.

³ Química-Industrial, Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Av. General San Martin, 1371, Bongi, Recife, PE. Bolsista do CNPq.

mentos detalhados de bacias de irrigação de açudes públicos do Nordeste, iniciados em 1934 e intensificados a partir de 1941 (Guerra 1981). Este trabalho ainda continua através dos vários laboratórios mantidos pelo DNOCS nas suas Diretorias Regionais, cuja metodologia é praticamente a mesma recomendada pelo Handbook 60 (Richards 1954).

Atualmente, existem, no Nordeste do Brasil, 26 laboratórios que executam análises de solo (Oliveira 1982). Desses (incluindo os do DNOCS), quatorze realizam análises de solos afetados por sais; entretanto, muito pouco tem sido feito na parte de pesquisas metodológicas, mesmo comparativas, utilizando solos das várias partes do Nordeste. Assim, métodos analíticos e critérios utilizados na classificação desses solos são adotados de outros países e aceitos como corretos. Vale salientar, entretanto, a existência de alguns trabalhos publicados sobre o assunto (Mayer 1966, Oliveira 1966, Dantas 1964, Cordeiro 1977, Pereira 1977, 1981a, 1981b, Pereira et al. 1982). Entretanto, há necessidade de mais estudos utilizando os solos do Nordeste, especialmente os afetados por sais, de modo a permitir o estabelecimento de parâmetros físicos e químicos para as nossas condições.

O objetivo do presente trabalho foi o de determinar a percentagem de sais em solos com alto teor salino, utilizando métodos diretos e indiretos; caracterizar amostras identificáveis como horizonte sálico, para posterior uso no levantamento de salinidade em execução no perímetro irrigado de Moxotó, PE; e estabelecer correlação entre parâmetros utilizados para esse fim.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 30 amostras de solo de origem aluvial, com alto teor salino, selecionadas entre as coletadas durante o levantamento de salinidade dos solos em execução pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, no perímetro irrigado do Moxotó, PE. Esse está localizado na bacia de irrigação do açude Poço da Cruz, distando aproximadamente 4 km da cidade de Ibimirim, PE, na zona fisiográfica do Sertão. O clima é do tipo BSw h' segundo Köppen (clima muito quente, semi-árido, tipo estepe, com estação chuvosa se adiantando para o outono, antes do inverno) (Brasil 1973).

As amostras foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. As análises foram executadas em duplicata, no Laboratório de Química da

Seção de Solos do IPA, empregando-se a seguinte metodologia: percentagem de água na pasta saturada (% água PS): utilização de 200 g da terra fina, segundo técnica sugerida por Richards (1954) e descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979); extrato de saturação: obtido por filtração a vácuo, da pasta saturada; condutividade elétrica (CE): leitura direta em condutivímetro, no extrato de saturação; resíduo seco a 105°C (RS): obtido da evaporação de alíquota do extrato de saturação, por secagem em estufa e dessecação, exprimindo-se o resultado em gramas de sais por litro no extrato de saturação.

O cálculo da percentagem de sais (Pss) no solo foi feita pela expressão:

$$Pss = RS \text{ (g/l)} \times \% \text{ água PS} \times 10^{-3}$$

Para fins comparativos, a percentagem de sais nas amostras foi calculada em função da condutividade elétrica no extrato de saturação, utilizando-se a expressão de Richards (1954) e a equação de correlação obtida neste trabalho, citadas a seguir:

$$Pss = CE \times 0,064 \times \% \text{ água PS} \times 10^{-2} \text{ (Richards 1954)}^4$$

$$Pss = (-10,45 + 1,25 CE) \times \% \text{ água PS} \times 10^{-3}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O exame dos resultados apresentados na Tabela 1 indica que, entre as 30 amostras analisadas, dez foram identificadas como horizonte sálico, quando se utilizou o valor do resíduo seco a 105°C do extrato de saturação (método direto), enquanto que o emprego da expressão de Richards (1954), indicou, apenas, três amostras como horizonte sálico, entre as dez citadas. Isto se deve ao fato de o valor médio da relação RS/CE do extrato de saturação utilizada por Richards (1954), de 0,640, ser mais baixo do que o obtido através do método direto, que foi de 1,020.

A percentagem de sais no solo é obtida com mais precisão quando determinada em função do valor do resíduo seco a 105°C do extrato de saturação; entretanto, tem-se verificado uma alta correlação entre a CE e RS, daí, a utilização da CE para a estimativa desse resíduo e da percentagem de sais no solo, por via indireta, através de equações de regressão. Por outro lado, a determinação da CE no extrato de saturação é simples, rápida e precisa, através do uso de condutivímetros, por isto, é em-

⁴ Esta equação é citada pelo USDI (Estados Unidos 1982) na seguinte forma: log total de sais no solo (ppm) = 0,81 + 1,08 log CE (milimhos) + log % água na pasta saturada.

Total de sais no solo % = total de sais em ppm $\times 10^{-4}$

TABELA 1. Dados referentes às amostras de solo salino, coletadas no perímetro irrigado do Moxotó, PE, para fins de identificação de horizonte sálico.

Protocolo nº	Profundidade (cm)	CE mmhos/cm/25°C	RS g/l	Água na PS %	Sais na amostra		
					Determinado	Calculado Richards %	Autores
634	0 - 30	55,2	54,400	30,2	1,64	1,07	1,77
635	30 - 60	37,0	32,610	33,8	1,10	0,80	1,21
636	60 - 90	31,6	25,940	42,5	1,10	0,86	1,24
640	0 - 30	52,6	60,850	32,2	1,96*	1,08	1,79
641	30 - 60	31,8	34,225	34,2	1,17	0,70	1,00
642	60 - 90	27,3	29,320	26,2	0,77	0,46	0,62
619	0 - 30	44,0	44,980	30,0	1,35	0,84	1,34
691	0 - 30	91,4	95,770	35,3	3,38*	2,06*	3,67*
692	30 - 60	53,1	48,475	38,1	1,85	1,29	2,10*
693	60 - 90	47,8	41,350	42,4	1,75	1,30	2,10*
763	0 - 30	43,4	45,730	42,3	1,93	1,17	1,86
764	60 - 90	25,5	23,990	41,8	1,00	0,68	0,90
790	0 - 30	73,4	84,340	22,7	1,91	1,07	1,85
791	30 - 60	40,4	41,830	33,0	1,38	0,85	0,91
793	0 - 30	64,0	76,695	28,1	2,16*	1,15	1,96*
794	30 - 60	23,4	22,675	35,7	0,81	0,53	0,64
805	0 - 30	32,9	28,740	49,5	1,42	1,04	1,52
800	30 - 60	71,6	79,515	36,2	2,88*	1,66	2,87*
801	60 - 90	57,9	59,485	39,3	2,34*	1,46	2,44*
802	0 - 30	108,2	131,980	29,6	3,91*	2,05*	3,70*
803	30 - 60	61,7	62,730	27,2	1,71	1,07	1,82
804	60 - 90	59,3	63,110	35,4	2,23*	1,34	2,26*
796	0 - 30	95,1	120,780	24,5	2,96*	1,49	2,66*
797	30 - 60	52,5	58,490	29,9	1,75	1,00	1,65
798	60 - 90	41,1	46,240	32,3	1,49	0,85	1,33
829	0 - 30	29,2	28,810	36,8	1,06	0,69	0,96
830	30 - 60	52,1	47,060	42,3	1,99*	1,41	2,32*
831	60 - 90	33,3	28,420	54,3	1,54	1,16	1,70
904	0 - 30	82,8	82,880	38,3	3,17*	2,03*	3,57*
905	60 - 90	32,0	29,620	44,6	1,32	0,91	0,32

* Identificado como horizonte sálico.

pregada usualmente pelos laboratórios de solos na caracterização de solos salinos. A determinação do RS exige maior volume de extrato de saturação, emprego de cápsulas, pipetas aferidas, dessecadores, balança de precisão e estufa. Entretanto, quando não se dispõe de condutímetro, a CE pode ser estimada através da determinação direta do RS, utilizando-se as equações de regressão.

A análise dos dados da CE e RS para as 30 amostras analisadas, cujos valores da CE variaram

de 23 a 108 milimhos/cm, apresentou boa correlação que foi expressa pela equação de regressão já citada, cujo valor para o r^2 foi de 0,963 (Fig. 1).

Esta equação difere bastante da sugerida por Richards (1954). Isto deve estar relacionado ao fato de terem os autores utilizado amostras de alto teor salino, com o objetivo de identificar horizontes sálicos. Vale salientar, também a informação obtida nos Estados Unidos (1982) de que "a equação de Richards (1954) dá bons resultados

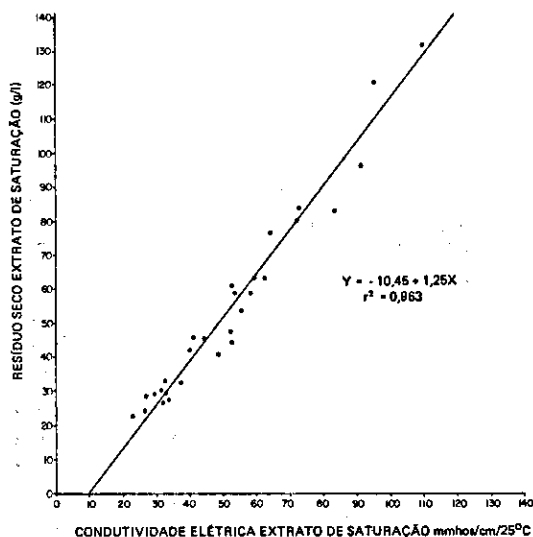


FIG. 1. Correlação entre a condutividade elétrica e o resíduo seco a 105°C do extrato de saturação, de amostras salinas do perfímetro irrigado de Moxotó, PE.

para CE menores que 20 milimhos/cm e que ocorrem desvios para amostras com alta concentração salina". Pelo exposto, sugere-se a utilização da equação de Richards (1954) para solos com valores da CE menores que 30 milimhos e a equação obtida neste trabalho, quando a CE for maior que 30 milimhos/cm.

Pelo exame da Fig. 2, verifica-se que à medida que a percentagem de sais no solo determinada diretamente através do RS aumenta, a diferença entre os valores calculados pelas equações de Richards (1954) e a deste trabalho se acentua. Observa-se, também, uma tendência de aproximação entre resultados quando os valores do Pss são inferiores a 1,5%. Este fato deve estar relacionado não somente pela concentração de sais como pela natureza e composição iônica do extrato de saturação.

A concentração de sais medida através do extrato de saturação é diretamente proporcional à percentagem de água na pasta saturada, sendo esta influenciada pela composição granulométrica da amostra, tipo de argila, natureza dos sais solúveis e grau higroscópico destes. Por exemplo, para uma gama de solos, desde os arenosos até os argilosos,

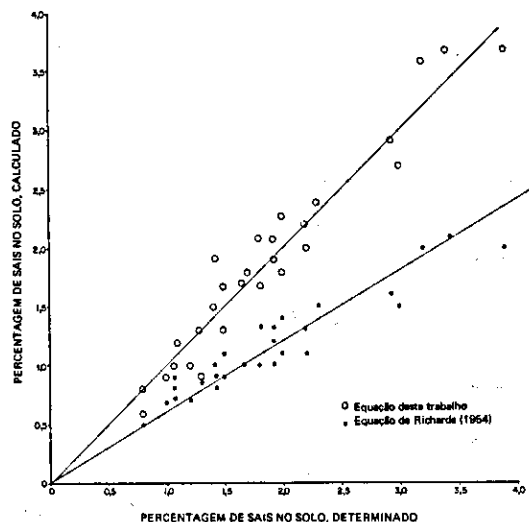


FIG. 2. Distribuição gráfica comparativa entre os valores da percentagem de sais no solo, determinados diretamente, com os calculados pelas equações de Richards e pela obtida neste trabalho.

e um mesmo valor da CE de 4,0 milimhos/cm, com percentagens de água na pasta saturada entre 30% e 120%, a concentração de sais no solo pode variar entre 0,06 e 0,31% (Fig. 3 e 4).

A identificação de horizonte sálico pode ser feita de modo rápido e fácil através de método gráfico, conforme está indicado nas Fig. 3 e 4, conhecendo-se os valores da CE, % água PS e espessura do horizonte, da seguinte forma: determinar na abscissa o ponto correspondente ao valor da CE, seguir em direção vertical até encontrar a linha inclinada que corresponde ao valor da percentagem de água na pasta saturada e, assim, verificar através da escala (ordenada) o valor da Pss existente na amostra. Caso a Pss seja superior a 2% (acima da linha horizontal traçada) e a espessura do horizonte, maior que 30 cm, a amostra será identificada como horizonte sálico.

Para solos com valores menores que 30 milimhos, recomenda-se utilizar o gráfico da Fig. 3 e para valores maiores que 30 milimhos/cm, o gráfico da Fig. 4, pelos motivos anteriormente expostos. Este método gráfico facilita muito o trabalho dos pesquisadores das áreas de levantamento e classificação de solos, quando da interpretação de resultados de análise de solos salinos.

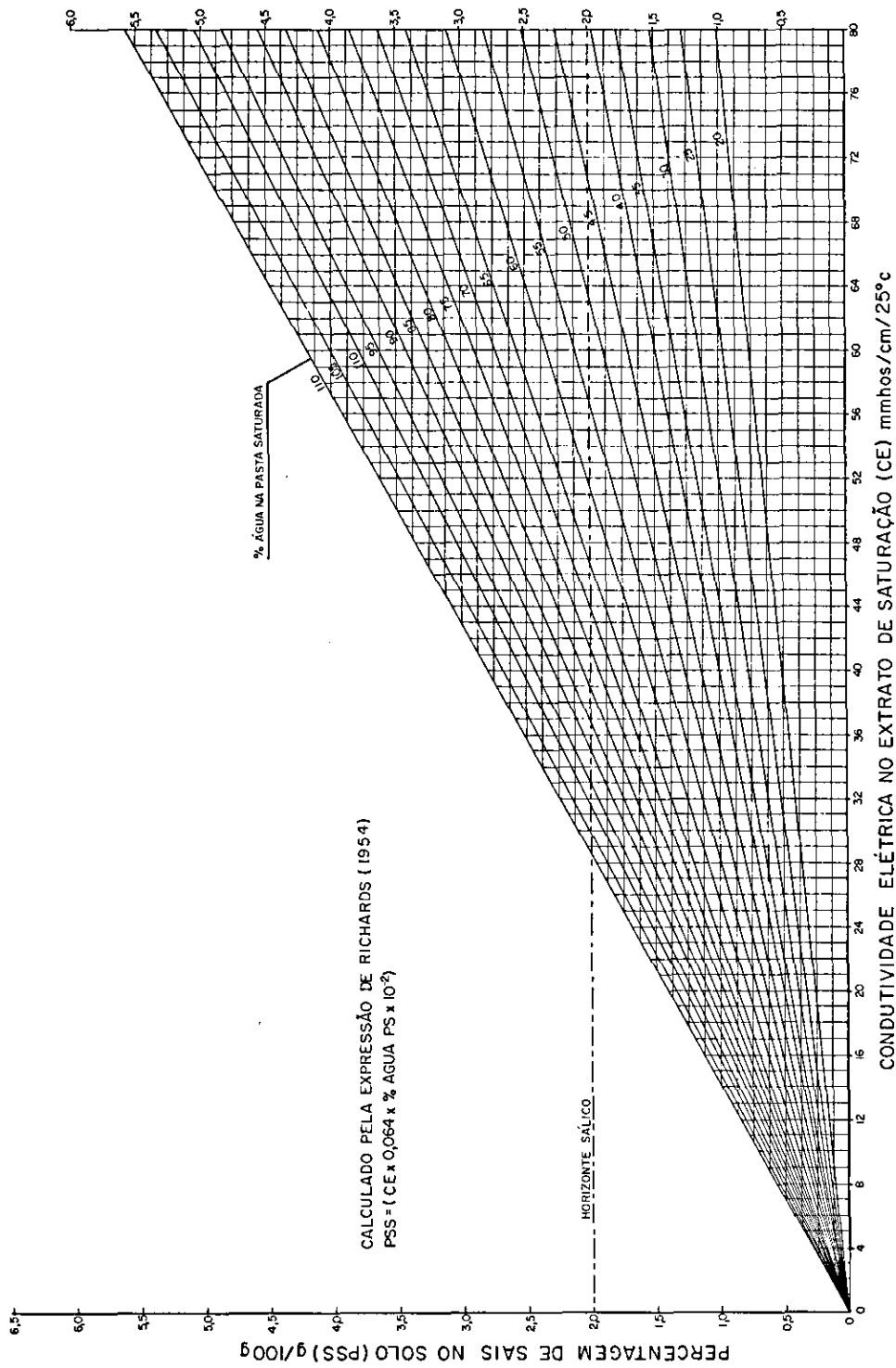


FIG. 3. Gráfico para obtenção de percentagem de sais no solo, em função dos valores da condutividade elétrica do extrato de saturação e da percentagem de água na pasta saturada, visando a caracterização de horizonte sálico. Obtido através da equação de Richards.

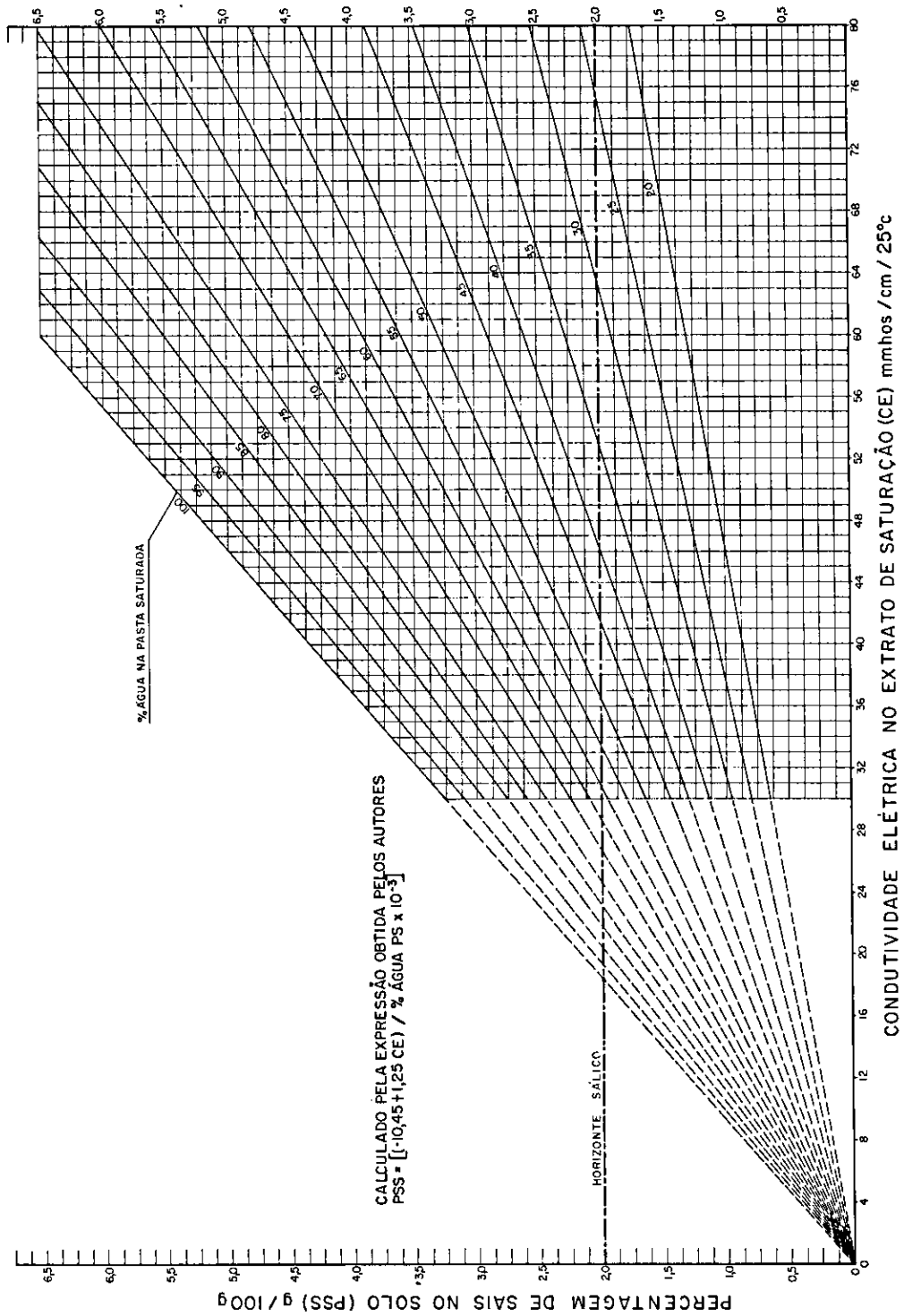


FIG. 4. Gráfico para obtenção da percentagem de sais no solo, em função dos valores da condutividade elétrica do extrato de saturação e da percentagem de água na pasta saturada visando a caracterização de horizonte sálico. Obtido através da equação de regressão encontrada por este trabalho.

CONCLUSÃO

A equação $P_{ss} = (-10,45 + 1,25 CE) \times \% \text{ água PS} \times 10^{-3}$ permite o cálculo da percentagem de sais no solo e a identificação de horizonte sálico, quando o valor da CE do extrato de saturação é maior que 30 milimhos/cm/25°C.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao CNPq, à Direção e Chefia da Seção de Solos do IPA, pela oportunidade da realização do trabalho; ao Eng^o-Agr^o Jeronimo Cunha Almeida, do SNLCS-EMBRAPA, pelas sugestões apresentadas e ajuda nos cálculos estatísticos; ao estagiário Brivaldo Gomes de Almeida, pela colaboração na execução das análises.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisas Pedológicas. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, 1973. 359p. (BRASIL. SUDENE. DRN. Divisão de Agrologia. Série Pedologia, 14. Boletim Técnico, 25).

CORDEIRO, G.G. Caracterização dos problemas de sais de solos irrigados do projeto São Gonçalo. Campina Grande, UFPB-CCT, 1977. 108p. Tese mestrado.

DANTAS, H.S. Determinação dos cátions permutáveis em solos contendo sais solúveis. Recife, IANE, 1964. (Boletim Técnico, 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1979.

ESTADOS UNIDOS. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. Washington, D.C., USDA, 1982. (Soil Survey Investigation Report, 1).

ESTADOS UNIDOS. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C., USDA, 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 60).

GUERRA, P.B. A civilização da seca. Fortaleza, DNOCS, 1981. 324p.

MAYER, O.R. Utilização de águas de drenagem bombeada em irrigação. Fortaleza, DNOCS, 1966. (Boletim Técnico, 241).

OLIVEIRA, L.B. de. Análise mecânica em solos da zona semi-árida do Nordeste. Solos normais, calcários, calcários com sais solúveis e salinos. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 1:7-15, 1966.

OLIVEIRA, L.B. de. Cadastro de laboratórios de solos atuantes no Brasil. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1982. 122p. (EMBRAPA/SNLCS. Documentos, 1).

PEREIRA, F.A.M. Metodologias de análises químicas para solos afetados por sais no Nordeste. Areia, CCA-UFPB, 1981a. 87p. Tese Mestrado.

PEREIRA, F.A.M.; MEDINA, B.F.; GHEYI, H.R. & ETCHEVERS, J.D. Solos afetados por sais no Nordeste. II - Correlação entre sódio solúvel e intercambiável. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 6:167-70, 1982.

PEREIRA, Z.M.R. Possibilidade do uso da água salina na recuperação de solos sódicos do perímetro irrigado de São Gonçalo. Recife, DNOCS, 1977. (Boletim Técnico, 35).

PEREIRA, Z.M.R. Solos do Nordeste afetados por sais. Recife, 1981b. 45p.

RICHARDS, L.A., ed. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C., USDA, 1954. 160p. (Handbook, 60).