

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNA: VANDA MARIA DE LIRA

MATRICULA: 8111325-X

PROFESSORES ORIENTADORES: MARCOS ANTONIO FIRMINO BATISTA

NOEMA CÉSAR DE AZEVEDO

CAMPINA GRANDE - PB

JANEIRO - 1988



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho realizou - se no Laboratório de Irrigação e Salinidade, do Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia, Campus II, da Universidade Federal da Paraíba, localizada em Campina Grande; e teve como objetivo ampliar os conhecimentos técnicos na Área de Fertilidade e Salinidade, utilizando-se amostras de água e solo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, e a oportunidade de conduzi-la com dignidade.

Aos meus pais e irmãos, que com carinho e esforço muito contribuíram para meu êxito.

À Universidade Federal da Paraíba, principalmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, por minha formação profissional.

De modo especial, ao professor Marcos Antonio Firmino Batista pelas orientações dadas durante a realização deste estágio.

Ao laboratorista José Wilson da Silva Barros e demais funcionários do laboratório.

Aos amigos, que com companheirismo e afeto muito contribuíram com seus incentivos.

VANDA MARIA DE LIRA

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	3
AGRADECIMENTOS	4
1 - INTRODUÇÃO	5
2 - MATERIAIS E MÉTODOS	7
2.1 - ÁGUA	7
2.2 - SOLO	7
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
3.1 - ÁGUA	7
3.2 - SOLO	15
3.2.1 - FERTILIDADE	15
3.2.2 - SALINIDADE	16
3.2.3 - PROPRIEDADES FÍSICAS	18
3.2.4 - PROPRIEDADES QUÍMICAS	21
3.2.5 - SALINIDADE	25
CONCLUSÃO	29
BIBLIOGRAFIA	30
ANEXOS	31
(QUADRO I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII)	
(TABELA I, II, III e IV)	

1 - INTRODUÇÃO

Para se determinar a viabilidade técnica e econômica de um projeto de irrigação, torna-se necessário proceder a caracterização quantitativa dos recursos naturais existentes.

As características físicas e químicas dos horizontes do perfil do solo e da água disponível para irrigação, desempenhar uma importância fundamental na seleção, dimensionamento, instalação, operação, manutenção e manejo dos sistemas de irrigação mais adequados ao local, além de fornecer informações básicas para análise econômica do empreendimento.

Alguns parâmetros de qualidade de água e do solo são estabelecidos para cada sistema de irrigação, em função de suas exigências operacionais na aplicação de água, ou, então, pela forma de aplicação em relação ao solo e à planta.

Uma análise dos parâmetros de solo e água para fins agrícolas possibilita classificar a água a ser utilizada e avaliar a fertilidade natural, necessidade de corretivos e fertilizantes, bem como identificar a ocorrência de solos salinos, sódicos e salino-sódicos.

Observa-se portanto que, não se deve analisar a irrigação isoladamente; pois a mesma está condicionada a outros parâmetros como: água, solo e planta.

O objetivo do presente trabalho foi analisar a mostras de solo e água para fins agrícolas, a fim de verificar as potencialidades do solo quanto a fertilidade e salinidade, bem como avaliar a finalidade da água para evitar problemas de sais.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - ÁGUA

A amostra de água utilizada para análise foi a protocolada sob Nº 1010 pelo LIS/CCT/UFPb.

A metodologia utilizada para análise de água para fins de irrigação foi a proposta por RICHARDS (1973) e para classificação, foi a proposta por Ayers & Branson, citados por BERNARDO (1986).

2.2 - SOLO

A amostra de solo usada para análise foi a de Nº 5889 (protocolada no LIS/CCT/UFPb) e a metodologia utilizada para análise foi a proposta por EMBRAPA (1979) com algumas modificações.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - ÁGUA

Os resultados da análise de água encontram-se no Quadro I.

Os problemas de salinidade estão associados à quantidade total de sólidos dissolvidos na água e seus efeitos no desenvolvimento das plantas cultivadas. A salinidade a

feta a disponibilidade de água às culturas, devido a redução do Potencial Osmótico da água presente no solo. Embora existam muitos cátions e ânions diferentes nas águas de irrigação os mais comumente associados com problemas de salinidade são cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, carbonato e bicarbonato.

Alguns íons específicos presentes na água podem interagir com o material coloidal constituinte do solo, resultando em sua expansão e dispersão consequente redução da permeabilidade, diminuindo a capacidade de infiltração da água no solo.

Alguns íons, mesmo a concentrações relativamente reduzidas, apresentam um efeito tóxico direto sobre o crescimento de plantas sensíveis. Dentre esses, podem ser citados o boro, o cloreto e o sódio. O boro é um elemento essencial ao crescimento das plantas, sendo requerido em quantidades muito reduzidas. Os níveis de boro considerados tóxicos dependem da sensibilidade das plantas às concentrações desse elemento na água de irrigação. Ver Quadro V em anexo.

O excesso de nitrogênio na água de irrigação pode resultar numa redução da produção, da qualidade do produto ou no retardamento da maturação. Algumas culturas são particularmente sensíveis ao excesso de nitrogênio como beterraba videira e os citros.

CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Vários critérios e classificação de qualidade de água para irrigação foram estabelecidos, mas nem sempre é possível, classificá-la com perfeição. Normalmente se avalia a qualidade da água pela concentração, composição e caracterização química dos constituintes solúveis nela contidos. Por isso torna-se importante que a água utilizada para irrigação deva ser avaliada relacionando-se os parâmetros analisados com os fatores relacionados com a água, o solo e a planta.

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA PELO U.S. SALINITY LABORATORY STAFF - U.S.D.A AGRICULTURE HANDBOOK Nº 60 - Ver Quadro VI e VII em Anexo.

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos é baseada na condutividade elétrica (CE), como indicadora do perigo de salinização do solo, e na Razão de Adsorção de Sódio (SAR), como indicadora do perigo de alcalinização ou sodificação do solo.

- Quanto ao perigo de Salinidade:

As águas se dividem em quatro classes, em função de sua concentração total de sais solúveis.

.. C₁ - A Água com Salinidade Baixa (CE entre 0 e 250 mmho/cm a 25°C).

Pode ser utilizada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade bastante baixa.

- C₂ - Água com Salinidade Média (CE entre 250 e 750 mmhos / cm a 25°C).

Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos sem práticas especiais de controle de salinidade.

- C₃ - Água com Salinidade Alta (CE entre 750 e 2250 mmhos / cm a 25°C).

Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Mesmo nos solos com drenagem adequada, podem-se necessitar de práticas especiais para o controle da salinidade. Pode ser usada somente para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais.

- C₄ - Água com Salinidade Muito Alta (CE entre 2250 e 5000 mmhos/cm a 25°C).

Não é apropriada para irrigações, sob condições normais, mas pode ser utilizada ocasionalmente, em circunstancias muito especiais. Os solos deverão ser muito permeáveis e

com drenagem adequada, devendo ser aplicado excesso de água nas irrigações para ter boa lixiviação. A água somente deve ser usada para culturas que sejam tolerantes aos sais.

- Perigo de Alcalinização e Sodificação:

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua razão de adsorção de sódio (SAR), ou seja, em função do efeito do sódio trocável, nas condições físicas do solo.

- S₁ - Água com baixa concentração de sódio
(SAR ≤ 18,87 - 4,44 log CE)

Pode ser usada para irrigação, em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

- S₂ - Água com concentração média de sódio
(18,87 - 4,44 log CE < SAR ≤ 31,31 - 6,66 log CE)

Só pode ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicos com boa permeabilidade. Ela apresenta um perigo de sodificação considerável, em solos de textura fina, com alta capacidade de troca catiônica, especialmente sob baixa condição de lixiviação, a menos que haja gesso no solo.

- S₃ - Água com alta concentração de sódio
(31,31 - 6,66 log CE < SAR ≤ 43,75 - 8,87 log CE)

Pode produzir níveis maléficos de sódio trocável na maioria dos solos, e requer práticas especiais de manejo do solo, boa drenagem, alta lixiviação e adição de matéria orgânica. Nos solos que têm muito gesso, ela pode não desenvolver níveis maléficos de sódio trocável. Pode requerer o uso de corretivos químicos para substituir o sódio trocável, exceto no caso de apresentar salinidade muito alta, quando o uso de corretivos não seria viável.

- . S₄ - Água com muito alta concentração de sódio
(SAR > 43,75 - 8,87 log CE)

É geralmente imprópria para irrigação, exceto quando sua salinidade for baixa ou, em alguns casos, média, e a concentração de cálcio do solo ou o uso de gesso ou outros corretivos tornarem o uso desta água viável.

Algumas vezes, a água de irrigação pode dissolver suficiente quantidade de cálcio de solos calcários, diminuindo, assim, apreciavelmente, o perigo de sodificação. Isso deve ser levado em conta, no uso de águas C₁-S₃ e C₁-S₄. Para solos calcários com pH alto, ou para solos não calcários, o nível de sódio nas águas das classes C₁-S₃, C₁-S₄ e C₂-S₄, pode ser melhorado com a adição de gesso. Também poderá ser benéfico, quando se usarem águas das classes C₂-S₃ e C₃-S₂, a dicionando, periodicamente, gesso ao solo.

- Efeito da concentração de bicarbonato

Como já foi citado, as águas que contêm concentrações elevadas de íons de carbonato, há tendência para a precipitação do cálcio e do magnésio, sob a forma de carbonatos, reduzindo, então, a concentração de cálcio e magnésio na solução do solo e, conseqüentemente, aumentando a proporção de sódio.

A classificação da água para irrigação pode ser feita em função do conceito de "Carbonato de Sódio Residual", (CSR), proposto por Eaton:

$$CSR = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

- Águas com CSR superior a 2,5 meq/l, não sendo recomendadas para irrigação.
- Águas que contenham << CSR >> entre 1,25 e 2,5 meq/l, são duvidosas para irrigação.
- Águas que contenham << CSR >> inferior a 1,25 meq/l, são normalmente apropriadas para irrigação.

Acredita-se que com um bom manejo da irrigação, no que diz respeito à drenagem e à lixiviação, e com uso apropriado de corretivos, é possível usar, com sucesso, na irrigação, algumas das águas classificadas como duvidosas.

CLASSIFICAÇÃO PROPOSTA POR AYERS & BRANSON

A classificação proposta por AYERS & BRANSON também se baseia em quatro áreas-problemas: salinidade, permeabilidade, toxicidade e "diversos".

- Problemas de Salinidade:

Estão associados com a quantidade total de sais solúveis na água para irrigação. A salinidade é medida e expressa por meio da condutividade elétrica da água de irrigação.

- Problemas de Permeabilidade:

Estão associados com as águas para irrigação que contenham elevada concentração de sódio, em relação a cálcio e magnésio. Esses problemas de permeabilidade são avaliados pela modificação do Conceito de Razão de Adsorção de Sódio (SAR). Esse novo conceito, proposto pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos é chamado de Razão de Adsorção de Sódio Ajustado (SAR Ajust) e acrescenta os efeitos do carbonato e bicarbonato ao conceito antigo de SAR, mediante o valor de pHc, recentemente desenvolvido pelo referido Laboratório.

$$SAR \text{ Ajust} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} [1 + (8,4 - pHc)]$$

O valor de pHc é calculado pela seguinte equação:

$$pHc = (pK_2 - pKc) + p(Ca + Mg) + pAlc$$

Onde:

$pK_2 - pKc$ é obtido, por meio da análise da água para Ca+Mg+Na; $p(Ca+Mg)$, por meio da análise para Ca+Mg; $pAlc$, por meio da análise para $CO_3 + HCO_3$. (Ver Tabela IV em anexo.)

3.2 - SOLO

Os resultados da análise do solo encontram-se no Quadro II.

3.2.1 - Fertilidade

Necessidade de Calagem:

$$Ca + Mg = 6,29 \text{ me}^a/100 \text{ g}$$

$$Al = 0,05 \text{ me}^a/100 \text{ g}$$

Como o teor de alumínio é menor que $0,3 \text{ me}^a/100 \text{ g}$ e o de cálcio + magnésio é maior que $2,0 \text{ me}^a/100 \text{ g}$ não há necessidade de calagem, conforme EMATER (1979).

Necessidade de Adubação:

%Nitrogênio = N = 0,08, considera-se o nível crítico do n

trogênio igual a 2.

Níveis de fósforo e potássio (Ver Tabela II)

- Fósforo = P = 2,03 mg/100 g
 - P = 10 x 2,03 ppm
 - P = 20,3 ppm = nível alto
- Potássio = K = 0,08 meq/100 g
 - K = 0,08 x 39 x 10 = 31,2 ppm
 - K = 31,2 ppm - nível baixo

De acordo com as proporções de N:P₂O₅:K₂O, (Ver Tabela I e II) obtêm-se a seguinte sugestão de adubação = 2.2.4.

A classificação das culturas de acordo com os níveis de exigências encontra-se em anexo na Tabela III.

3.2.2 - Salinidade

Verificação dos Resultados:

- 10CE (mmhos/cm) \cong Σ cations \cong Σ ânions
 - 154,0 \cong 137,39 \cong 154,60
- RAS =
$$\frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$
- RAS = 20,10
- PSI =
$$\frac{100 (-0,0133 + 0,0212 \text{ RAS})}{1 + (-0,0133 + 0,0212 \text{ RAS})}$$
- PSI = 29,21
- CE = 15,40 mmhos/cm

Devido a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo ser maior que 4,0 mmhos/cm a 25°C e a porcentagem de sódio intercambiável (PSI) ser maior que 15; de acordo com a classificação utilizada no Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, Quadro III, o solo é classificado como salino-sódico.

Estes solos são formados devido ao processo de salinização e acúmulo de sódio, sua aparência e propriedades, são semelhantes às dos solos salinos, apresentando-se com partículas floculadas e um pH próximo de 8,5.

A indicação da salinidade em função da condutividade elétrica está relacionada com a tolerância das plantas; pois à medida que a concentração de sais aumenta, a pressão osmótica do solo também aumenta, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas e conseqüentemente um menor crescimento e uma baixa produção.

Segundo o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, a tolerância das culturas aos sais pode ser avaliada, segundo três critérios:

- Capacidade da cultura para sobreviver, em solos salinos,
- Produção da cultura, em solos salinos,
- Produção relativa, comparado com solos não-salinos.

Os índices de tolerância das culturas são mostrados em anexo no Quadro IV.

3.2.3 - Propriedades Físicas

TEXTURA:

É a distribuição quantitativa das classes de tamanho de partículas que compõe o solo. Esta é o principal critério para classificá-lo de acordo com as características físicas. As partículas menores que 2mm de diâmetro (areia, silte e argila), porém, são as de maior importância devido as propriedades físicas e químicas da parte mineral do solo depender da proporção que contém essas partículas de tamanho pequeno. Então para se caracterizar a textura, considera-se apenas as três frações menores areia, silte e argila.

Nenhum solo é composto exclusivamente de uma única fração, há sempre uma mistura das três e as porcentagens das diversas frações é que diferenciam os tipos de textura.

A textura é uma propriedade permanente do solo que depende das características do material de origem e dos agentes naturais de formação do solo. Por isso, considera-se como um dos fatores mais importantes na determinação do uso do solo. Ver Quadro VIII, em anexo.

DENSIDADE APARENTE:

A densidade aparente pode ser definida como a relação existente entre a massa de solo seco e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros.

A densidade aparente geralmente aumenta ao longo do perfil, devido as pressões exercidas pelas camadas superiores sobre as inferiores, provocando a compactação do solo, reduzindo os espaços vazios.

A densidade aparente depende da natureza, do tamanho e da estrutura das partículas do solo, é um valor variável para um mesmo solo e está relacionada com a umidade do solo.

DENSIDADE REAL:

A densidade real pode ser definida como a rela-ção existente entre a massa de uma amostra de solo e o volume ocupado pelas partículas sólidas sem considerar os espaços vazios.

Seus valores variam em média, entre os limites : 2,5 e 2,9 g/cm³, adotando-se 2,65 g/cm³ como valor médio para fins de cálculos.

A densidade real de um solo quer seco ou molhado é sempre a mesma, sua determinação pode ser feita a partir de amostras secas ao ar ou secas em estufas.

POROSIDADE:

A porosidade consiste no volume total dos espaços vazios (poros) do solo. O tamanho, a forma e as combinações dos poros variam consideravelmente. As características do espaço poroso de um solo estão intimamente ligadas com os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem no solo.

Solos de textura grossa são menos porosos que os de textura fina. Quanto maior a porosidade, maior a capacidade do solo em armazenar água, por isso solos de textura fina possuem maior capacidade de retenção e disponibilidade de água às plantas.

CAPACIDADE DE CAMPO:

A capacidade de campo é definida como a quantidade máxima de água disponível às plantas que um solo pode reter, contra a força da gravidade.

Cessada as chuvas, o movimento de água no solo torna-se desprezível para fins práticos, no entanto, este movimento descendente nunca cessa; pois o potencial gravitacional está sempre presente. Estas pequenas quantidades de água que percolam dentro do perfil durante longos tempos representam uma contribuição importante na recarga dos aquíferos subterrâneos.

Sua determinação pode ser feita através de labo-

tório, submetendo-se o solo a uma tensão de 0,3 atm.

Por isso a capacidade de campo é considerada como o limite superior de água disponível para o crescimento das plantas, mas pode levar vários dias para o solo atingir essa condição depois de estar saturado.

PONTO DE MURCHAMENTO: ^{NAS}

O ponto de murchamento, consiste na retenção de água pela ação da força de absorção existente entre a partícula de solo e as moléculas de água.

O ponto de murchamento representa o teor de umidade do solo, em que abaixo dele a planta não consegue retirar água do solo, na mesma intensidade que transpira, aumentando a deficiência hídrica na planta, levando-a à morte. O ponto de murchamento é o limite mínimo da água armazenada no solo que será utilizada pelos vegetais.

ÁGUA DISPONÍVEL: ^{NAS}

É a água compreendida entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento retirada pelas raízes das plantas suprindo a demanda de água das mesmas e da atmosfera.

3.2.4 - Propriedades Químicas

MATÉRIA ORGÂNICA:

A matéria orgânica do solo é uma mistura de substâncias de origem animal e vegetal parcialmente decompostos e também sintetizadas, em contínua decomposição resultante do trabalho de microorganismos do solo. É portanto um componente do solo sobretudo transitório e que deve ser constantemente renovado pela adição de resíduos vegetais.

A matéria orgânica funciona como granulador das partículas minerais; sendo considerada como a principal responsável pelo aspecto frouxo e pelo fácil manuseio dos solos produtivos. A matéria orgânica aumenta o volume de água que um solo pode reter e a proporção dessa água assimilável para o crescimento vegetal. É a principal fonte de energia para os microorganismos do solo, devido aos processos de nitrificação.

Solos ricos em matéria orgânica apresentam-se com cor mais escura e oferecem maior resistência para mudar seu pH, retêm maior quantidade de água e são mais resistentes aos processos erosivos.

CÁLCIO:

O efeito de concentrações elevadas de íons cálcicos em soluções de solos salinos varia com as espécies de culturas. Algumas culturas, em geral, são mais tolerantes à concentrações de sais de cálcio que a outros sais. O acúmulo de cálcio como o de cloreto, aumentam consideravelmente, os tra-

tamentos com cloreto de cálcio, pois o nitrato de cálcio produz um efeito tóxico semelhante ao do cloreto de cálcio.

As concentrações moderadas de cloreto de cálcio são altamente tóxicas para as culturas.

MAGNÉSIO:

O efeito das concentrações elevadas de magnésio no substrato são mais tóxicas às plantas que as concentrações osmóticas de sais neutros. Esta toxicidade do magnésio pode ser amenizada com a presença de concentrações relativamente e levadas de íons de cálcio no substrato.

SÓDIO:

Tem-se observado que, embora não sendo considerado um nutriente essencial para a planta, o sódio, quando presente em pequena concentração no solo, pode estimular a produtividade de certas culturas.

Verificou-se que mesmo em proporções mais elevadas, como ocorre nos solos salinos e sódicos, observou-se poucos casos de toxicidade devido a esse elemento.

Os efeitos secundários do sódio sobre o desenvolvimento vegetal, através de modificações estruturais adversas do solo, parecem ser, na realidade, os mais importantes. Se o complexo intercambiável contiver quantidades apreciáveis de

sódio, o solo, principalmente se for argiloso, pode se dispersar, tornando-se pesado, impermeável, às vezes lodoso e apresentando baixa aeração e disponibilidade de água para as plantas.

POTÁSSIO:

A presença de altas concentrações de potássio na solução do solo, indica o efeito tóxico causado por este íon. A toxicidade pode ser atenuada pela presença de concentrações relativamente elevadas de cálcio no solo.

CLORETOS:

Certas plantas são particularmente sensíveis ao aníon cloreto, mostrando sintomas de toxicidade quando o teor de cloro nas folhas é relativamente baixo (0,20 a 1,8%), enquanto que espécies tolerantes acumulam até 4% de cloro sem mostrar os referidos sintomas. A análise foliar é muito útil no diagnóstico à toxicidade desse elemento. Observa-se que o cloro, do mesmo modo que o sódio, pode estimular a produtividade de certas culturas, quando presente em pequenas concentrações no solo.

SULFATOS:

Verificou-se que concentrações elevadas de sulfatos provoca uma sensibilidade específica nas plantas, estando relacionada com altas concentrações de sulfatos, limitando a

absorção de cálcio pelas plantas. Juntamente com a diminuição do cálcio, encontram-se associados os aumentos de absorção de sódio e potássio de modo que os efeitos da alta concentração de sulfatos no substrato podem estar relacionados com uma alteração do balanço catiônico ótimo dentro da planta.

3.2.5 - Salinidade

Os sais solúveis que ocorrem no solo originam-se principalmente a partir da intemperização dos minerais primários constituintes da crosta terrestre. A intemperização química envolve os processos de hidrólise, hidratação, solução, oxidação e carbonatação, resultando na liberação gradual de íons solúveis que, na ausência da precipitação pluvial em quantidade e frequência suficientes para promover a lixiviação através do perfil, acumulam-se atingindo níveis restritivos ao desenvolvimento satisfatório das plantas cultivadas.

SOLOS SALINOS:

Os solos salinos apresentam quantidades apreciáveis de sais solúveis distribuídos no perfil. A condutividade elétrica do extrato de saturação é no mínimo 4 mmhos/cm a 25°C, e o teor de sódio trocável, inferior a 15%. Normalmente apresentam reação ligeiramente alcalina (pH entre 7 e 8,5), sendo reconhecidos pela ocorrência de crostas esbranquiçadas, na superfície e pela natureza da vegetação. As qualidades relativas de cálcio e magnésio na solução do solo e no complexo

trocável podem variar consideravelmente. O potássio solúvel, ou trocável geralmente representam uma pequena proporção mas, ocasionalmente, pode estar incluído entre os principais constituintes. Cloreto, sulfato e, menos frequentemente, nitrato, e pequenas quantidades de bicarbonatos, representam os anions principais. Além dos sais solúveis, os solos salinos podem conter sais de menor solubilidade, como sulfato de cálcio (gesso) e carbonatos de cálcio e magnésio (calcário). Pelo fato dos coloides estarem floculados, a permeabilidade é igual ou superior à dos solos não salinos. A remoção dos sais solúveis, através de lixiviação, favorece a germinação de sementes e o desenvolvimento radicular, tornando os solos normais.

SOLOS SALINOS-SÓDICOS:

Nos solos salino-sódicos, a condutividade elétrica do extrato de saturação é superior a 4 mmhos/cm a 25°C e o teor de sódio trocável excede a 15%. A aparência e as propriedades são semelhantes aos solos salinos. O pH geralmente é inferior a 8,5, e as partículas permanecem floculadas. A lixiviação do excesso de sais solúveis modifica acentuadamente as propriedades do solo, tornando-as semelhantes aos solos sódicos. Devido a este fato, as chuvas ou irrigação com água de boa qualidade, quando incidem sobre estes solos, podem lixiviar o excesso de sais solúveis e causar grande redução de permeabilidade.

Parte do sódio trocável se hidrolisa, formando

hidróxido de sódio, que poderá reagir com o gás carbônico atmosférico, formando carbonato de sódio. Estas reações elevam o pH a valores acima de 8,5, dispersando os coloides, reduzindo a permeabilidade e dificultando as operações agrícolas mecanizadas. A recuperação desses solos baseia-se na renovação do excesso de sais e na substituição do sódio trocável.

SOLOS SÓDICOS:

Os solos sódicos ou alcalinos contêm quantidades excessivas de sódio adsorvido, prejudicando o desenvolvimento da maior parte das plantas cultivadas. A condutividade do extrato de saturação é menor que 4 mmhos/cm a 25°C. O pH geralmente varia de 8,5 a 10. A matéria orgânica dispersa e dissolvida na solução de solos acentuadamente alcalinos pode-se depositar na superfície do solo, devido à evaporação, proporcionando uma coloração escura, razão pela qual esses solos são denominados alcalinos negros. A fração coloidal sendo parcialmente saturada com sódio encontra-se dispersa, podendo ser transportada às camadas inferiores do perfil, originando camadas densas com reduzida permeabilidade.

A medida que aumenta a proporção de sódio trocável, o solo torna-se mais disperso. Em condições de elevado pH e na presença de ânions carbonatos, o cálcio e o magnésio são precipitados. Por essa razão, a solução de solos sódicos revela pequenas quantidades desses cátions. Por outro lado, alguns desses solos podem conter grandes quantidades de potás -

sio trocável e solúvel. A recuperação de solos alcalinos baseia-se na substituição do sódio trocável. Esta substituição, pode ser obtida através da aplicação de sais solúveis de cálcio, ácidos ou elementos formadores de cálcio e sais de baixa solubilidade.

CONCLUSÃO

A água analisada é classificada como C₁, de acordo com o valor da condutividade elétrica não apresentando restrição do seu uso para irrigação.

Em se tratando de toxicidade, não apresenta limitações para irrigação quer seja através de absorção pelas raízes como também pelas folhas.

O solo analisado revelou teores baixos de nitrogênio, fósforo e potássio, sugerindo-se adubação na proporção 2:2:4, como a textura do mesmo foi areia franca deve-se incorporar esterco de curral, objetivando-se aumentar o teor de umidade e fertilidade do solo.

Quanto à salinidade o solo apresenta-se como salino-sódico. Para sua recuperação recomenda-se a aplicação de água para lixiviar os sais presentes, bem como a incorporação de corretivos químicos tais como: gesso ácido sulfúrico ou matéria orgânica.

BIBLIOGRAFIA

- BERNARDO, S. Manual de Irrigação, 4ª Ed., Viçosa, UFV, 1986.
- BRADY, N. C. Natureza e Propriedades dos Solos, Freitas Bastos S/A, 6ª Ed., Rio de Janeiro, 1983.
- DAKER, A. Irrigação e Drenagem; A Água na Agricultura, 3ª V., 6ª Ed., Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1984.
- EMBRAPA, Manual de Métodos de Análise do Solo, Rio de Janeiro 1979.
- EMATER, Sugestão de Adubação para o Estado da Paraíba. 1ª Aproximação. João Pessoa, 1979.
- REICHARDT, K. A Água na Produção Agrícola.
- RICHARDS, L. A. Suelos Salinos y Sódicos, Editorial Limusa, México, 1977.
- KLAR, A. E., A Água no Sistema Solo-Planta-Atmosfera, Nobel. São Paulo, 1984.
- WINTER, E. G. A Água, o Solo e a Planta. E.P.U. - Editora Pedagógica Universitária.

ANEXOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE - PARAÍBA		Interessado: Propriedade: Proprietário: Nº da(s) Amostra(s): 1010 Data de Entrega:
ANÁLISE DE ÁGUA		
Condutividade Elétrica - μ mhos/cm a 25°C		178,18
Potencial Hidrogeniônico (pH)		6,20
l/meq/l	Cálcio	0,70
	Magnésio	0,40
	Sódio	0,40
	Potássio	0,29
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	1,07
	Cloretos	0,60
	Sulfatos	ausente
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)		0,51
Classe de Água		C ₁
Recomendações:		
_____ Analista		_____ Visto

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE
CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

Interessado: EMEPA
Propriedade: PERFIL 01
Proprietário: HORIZONTE A11
N.º da(s) Amostra(s): 5889
Data de Entrega:

ANÁLISE DE SOLO

Características Químicas		Profundidade (cm)			
		0-33			
Complexo Sorvivo meq/100g de Solo	Cálcio	4,18			
	Magnésio	2,11			
	Sódio	3,80			
	Potássio	0,08			
	S	10,17			
	Hidrogênio	0,78			
	Alumínio	0,05			
	T	11,00			
Carbonato de Cálcio Qualitativo		ausente			
Carbono Orgânico %		0,77			
Matéria Orgânica %		1,33			
Nitrogênio %		0,08			
Fósforo Assimilável mg/100g		2,03			
pH	H ₂ O (1:2,5)	6,70			
	KCl (1:2,5)	-			
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)		1,60			
pH (Extrato de Saturação)		6,30			
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Extrato de Saturação)		15,40			
meq/l	Cloreto	153,00			
	Carbonato	ausente			
	Bicarbonato	1,60			
	Sulfato	0,00			
	Cálcio	24,50			
	Magnésio	17,25			
	Potássio	0,64			
	Sódio	95,00			
Porcentagem de Saturação		-			
Relação de Adsorção de Sódio		29,21			
P S I		20,10			
Salinidade		forte			
Classe de Solo		salino-sódico			
Recomendações:					
					Analista
					Visto

QUADRO III - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS SALINOS E ALCALINOS

Denomi- nação	Nome vulgar	(1) C.E. mmhos/cm	(2) P.S.I.	pH	Recuperação
Salino	Álcali branco	> 4	< 15	≤ 8,5	Lixiviação dos sais
Salino- alcalino ou salino sódico		> 4	> 15	Próximo de 8,5	Aplicação de corretivos e lixiviação
Alcalino ou sódico	Álcali negro (3)	< 4	> 15	Em geral de 8,5 a 10,0	Aplicação de corretivos e lixiviação
Normais ou não- salinos		< 4	< 15	4 a 8,5	

Obs.: 1) C.E. - condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

2) P.S.I. - porcentagem de sódio intercambiável.

3) Há formação de crosta negra na superfície unicamente quando existe matéria orgânica suficiente em um solo alcalino.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE – PARAÍBA	Interessado: EMEPA Propriedade: PERFIL 01 Proprietário: HORIZONTE A11 N.º da(s) Amostra(s): 5889 Data de Entrega:
--	---

ANÁLISE DE SOLO

Características Químicas		Profundidade (cm)			
		0-33			
Complexo Sorvido meq/100g de Solo	Cálcio	4,18			
	Magnésio	2,11			
	Sódio	3,80			
	Potássio	0,08			
	S	10,17			
	Hidrogênio	0,78			
	Alumínio	0,05			
	T	11,00			
Carbonato de Cálcio Qualitativo		ausente			
Carbono Orgânico %		0,77			
Matéria Orgânica %		1,33			
Nitrogênio %		0,08			
Fósforo Assimilável mg/100g		2,03			
pH	H ₂ O (1:2,5)	6,70			
	KCl (1:2,5)	-			
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo- Água)		1,60			
pH (Extrato de Saturação)		6,30			
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Extrato de Saturação)		15,40			
meq/l	Cloreto	153,00			
	Carbonato	ausente			
	Bicarbonato	1,60			
	Sulfato	0,00			
	Cálcio	24,50			
	Magnésio	17,25			
	Potássio	0,64			
	Sódio	95,00			
Porcentagem de Saturação		-			
Relação de Adsorção de Sódio		29,21			
P S I		20,10			
Salinidade		forte			
Classe de Solo		salino-sódico			

Recomendações:	_____ Analista _____ Visto
----------------	---

QUADRO III - CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS SALINOS E ALCALINOS

Denomi- nação	Nome vulgar	(1) C.E. mmhos/cm	(2) P.S.I.	pH	Recuperação
Salino	Álcali branco	> 4	< 15	≤ 8,5	Lixiviação dos sais
Salino- alcalino ou salino sódico		> 4	> 15	Próximo de 8,5	Aplicação de corretivos e lixiviação
Alcalino ou sódico	Álcali negro (3)	< 4	> 15	Em geral de 8,5 a 10,0	Aplicação de corretivos e lixiviação
Normais ou não- salinos		< 4	< 15	4 a 8,5	

Obs.: 1) C.E. – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

2) P.S.I. – porcentagem de sódio intercambiável.

3) Há formação de crosta negra na superfície unicamente quando existe matéria orgânica suficiente em um solo alcalino.

QUADRO IV - Tolerancia relativa à salinidade das principais culturas, segundo o U. S. Salinity Laboratory.

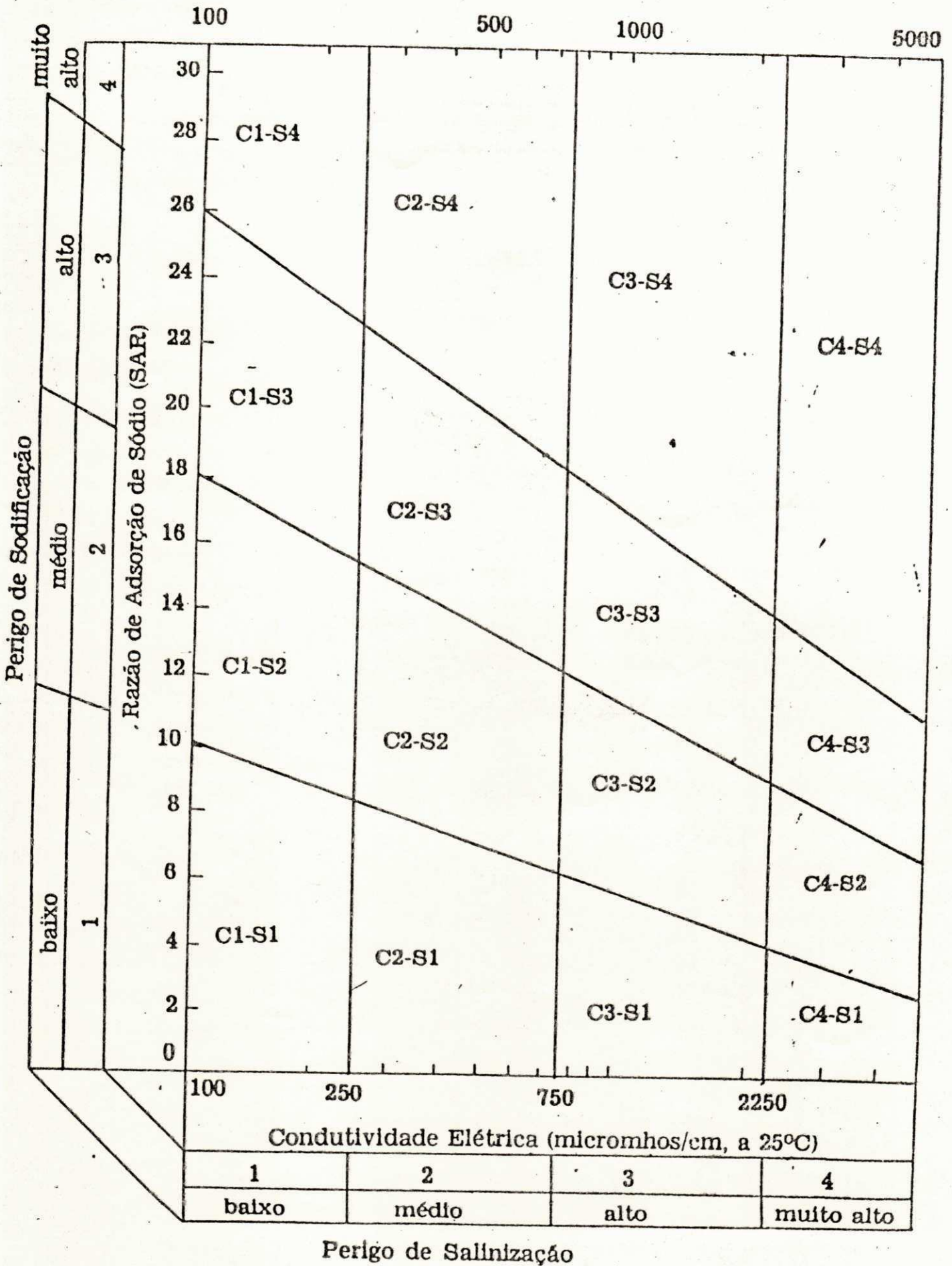
Tipos de Cultura (1)	Muito Tolerante (2)	Tolerante (3)	Pouco Tolerante (4)
Culturas Comuns	<p>(CE = 16 milimhos/cm) Cevada</p> <p>Algodão</p> <p>(CE = 10 milimhos/cm)</p>	<p>(CE = 10 milimhos/cm) Centeio Trigo Aveia Arroz Sorgo Milho Grassol Mamona</p> <p>(CE = 6 milimhos/cm)</p>	<p>(CE = 4 milimhos/cm) Feijão</p>
Hortaliças	<p>(CE = 12 milimhos/cm) Beterraba Couve Aspargo Espinafre</p> <p>(CE = 10 milimhos/cm)</p>	<p>(CE = 10 milimhos/cm) Tomate Brócolos Repolho Couve-flor Alface Milho-doce Batata Cenoura Cebola Ervilha Abóbora Pepino</p> <p>(CE = 4 milimhos/cm)</p>	<p>(CE = 4 milimhos/cm) Rabanete Aipo Vagem</p> <p>(CE = 3 milimhos/cm)</p>
Frutíferas	Tâmara	<p>Romã Figo Uva Melão Cantaloup</p>	<p>Pêra Maçã Laranja «Grapefruit» Amelxa Amêndoa Damasco Pêssego Morango Limão Abacate</p>

QUADRO V - Limites permissíveis de boro, para classificação das águas para irrigação.

Classes para boro	Plantas sensíveis (ppm)	Plantas semitolerantes (ppm)	Plantas tolerantes (ppm)
1 — Excelente	0,33	0,67	< 1,00
2 — Boa	0,33 a 0,67	0,67 a 1,33	1,00 a 2,00
3 — Permissível	0,67 a 1,00	1,33 a 2,00	2,00 a 3,00
4 — Duvidosa	1,00 a 1,25	2,00 a 2,50	3,00 a 3,75
5 — Inadequada	> 1,25	> 2,50	> 3,75

* Segundo o «U.S. Salinity Laboratory Staff»

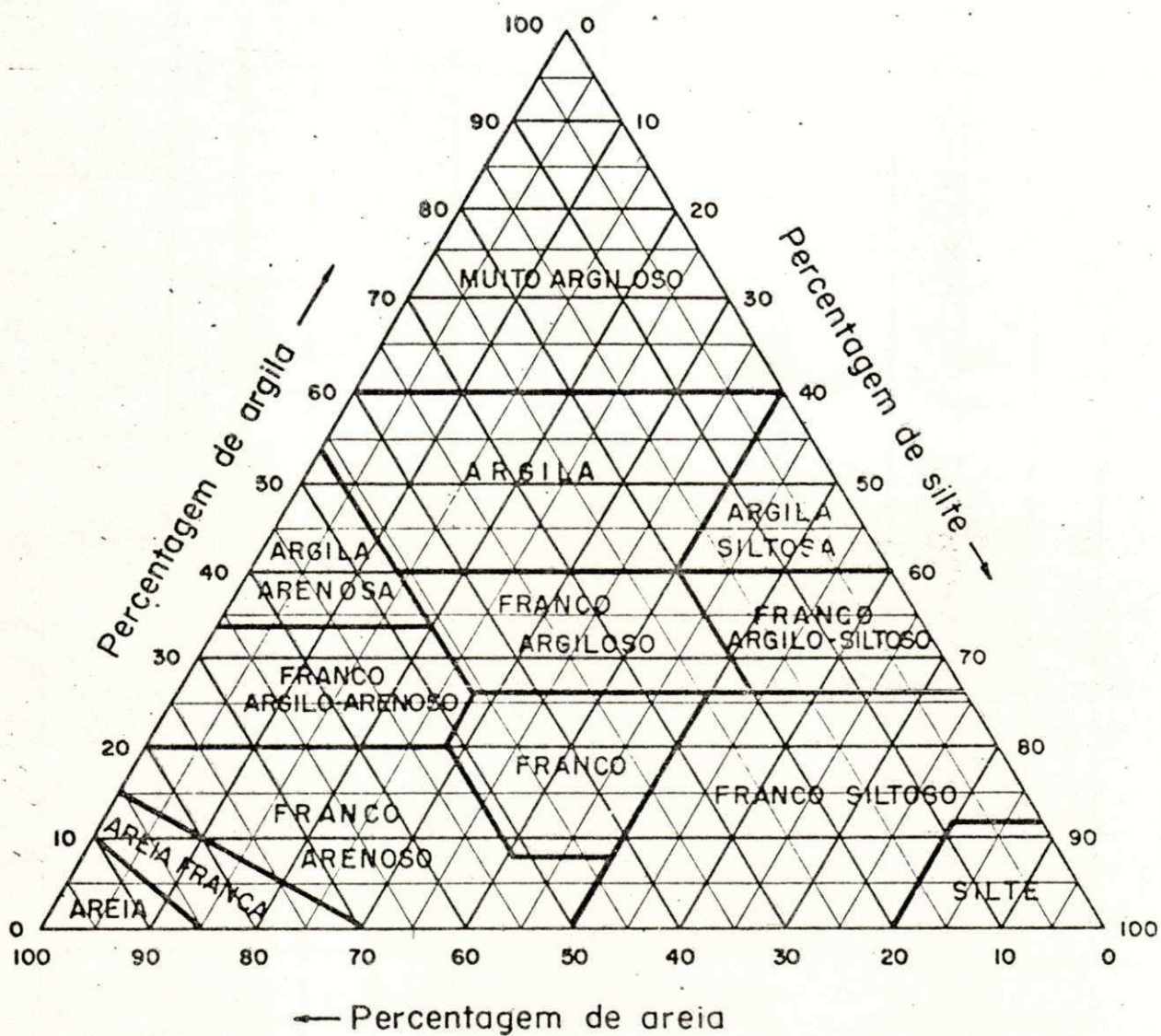
QUADRO VI - Diagrama para classificação da água para irrigação, segundo o U. S. Salinity Laboratory Staff.



QUADRO VII - Informações para interpretação da qualidade da água para irrigação.

Problemas e constituintes relacionados	Qualidade da água		
	Sem problemas	Acumulando problemas	Grandes problemas
<i>Salinidade</i>			
CE da água de irrigação (milimhos/cm)	< 750	750-3000	> 3000
<i>Permeabilidade</i>			
CE da água de irrigação (milimhos) / ϵ	> 500	< 500	< 200
SAR ajust.	< 6	6-9	> 9
<i>Toxicidade</i>			
(Absorção pelas raízes)			
SAR ajust.	< 3	3-9	> 9
Cloro (m.e./l)	< 4	4-10	> 10
Cloro (ppm)	< 142	142-355	> 355
Boro (ppm)	< 0,5	0,5-2,0	2-10
(Absorção foliar-aspersão)			
Sódio (m.e./l)	< 3	> 3	-
Sódio (ppm)	< 69	> 69	-
Cloro (m.e./l)	< 3	> 3	-
Cloro (ppm)	< 106	> 106	-
<i>Miscelâneas</i>			
NH ₄ - N e NO ₃ - N (ppm)	< 5	5-30	> 30
HCO ₃ (aspersão) (m.e./l)	< 1,5	1,5-8,5	> 8,5
HCO ₃ (aspersão) (ppm)	< 90	90-520	> 520
pH		6,5-8,4	-

QUADRO VIII - CLASSES TEXTURAIS DO SOLO — Triângulo Americano
 U.S. DEPT. AGRICULTURE



NOME :

Areia grossa

Areia fina

Silte

Argila

LIMITES :

2,00 — 0,2 mm

0,20 — 0,05 mm

0,05 — 0,002 mm

menor que 0,002 mm

Tabela 1

Proporções de N: P₂O₅: K₂O em função da análise do solo.

Nível de Potássio	Nível de Fósforo			
	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
BAIXO	2:4:4	2:3:4	2:2:4	2:1:4
MÉDIO	2:4:2	2:3:2	2:2:2	2:1:2
ALTO	2:4:1	2:3:1	2:2:1	2:1:1
MUITO ALTO	2:4:0	2:3:0	2:2:0	2:1:0

Tabela 2

Níveis de Fósforo e Potássio

NÍVEL	P (ppm)	K (ppm)
BAIXO	0 - 10	0 - 45
MÉDIO	11 - 20	46 - 90
ALTO	21 - 30	91 - 135
MUITO ALTO	> 30	> 135

Tabela 3

Classificação das culturas de acordo com níveis de exigências.

Nível	Culturas	Unidade Básica
A	Milho, pastagens (incluindo capineiras), mandioca, batata-doce, feijão, arroz, algodão, amendoim, fava, fumo, aveia, café (instalação), sorgo, soja, agrião, eucalipto, xuxu, kiri.	20 Kg/ha
B	Cana, batatinha, banana, cebola	30 Kg/ha
C	Abacate, caqui, caju, cítricos, maçã, pêra, côco-da-bahia, figo, marmelo, melancia, pêssego, uva, abacaxi, goiaba, manga, macacujá, ameixa, mamão, melão, abil, fruta-de-conde, nêspera, alho, alface, chicória, almeirão, cenoura, abóbora, pepino, rabanete, couve, beterraba, vagem, espinafre, espargo, café (manutenção)	40 Kg/ha
D	Repolho, couve-flor, brócolos, quiabo, ervilhas.	50 Kg/ha
E	Tomate, pimentão, beringela, jiló, maxixe, flores em geral.	60 Kg/ha