

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

RELATÓRIO  
ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ROBSON FÁBIO ALVES DE SOUZA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
JULHO DE 1995

**ROBSON FÁBIO ALVES DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE  
PUXINANÃ - PB**

Relatório apresentado ao curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento as exigências da disciplina Estágio Supervisionado.

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE ÁGUA E SOLO.**

**ORIENTADORA: NORMA CÉZAR DE AZEVEDO**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**JULHO DE 1995**



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

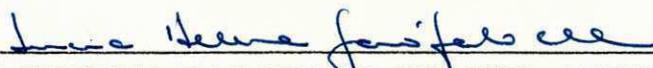
ROBSON FÁBIO ALVES DE SOUZA

RELATÓRIO APROVADO EM 07 / 06 / 95



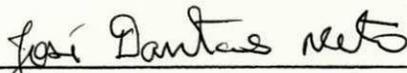
---

NORMA CÉSAR DE AZEVEDO - M. Sc.  
ORIENTADORA



---

LÚCIA HELENA GAROFALO CHAVES - DOUTORA  
MEMBRO



---

JOSÉ DANTAS NETO - DOUTOR  
MEMBRO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

JULHO DE 1995

Aos meus pais Franklin e Salete

A minha esposa Margarete

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por minha existência e por sua presença em todos os momentos da minha vida.

Ao Laboratório de irrigação e salinidade que possibilitou a execução deste trabalho.

A Profª Norma César de Azevedo, pelo incentivo inicial, além da valiosa orientação e sugestões na elaboração deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

## ÍNDICE

Introdução .....	01
Revisão Literária.....	02
<del>Melhoramento do solo para o controle da salinidade.</del>	<del>19</del>
Materiais e métodos .....	32
Resultados e discussão .....	34
Conclusão .....	51
Recomendação .....	52

## INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional das regiões, começa haver um aumento do consumo de água seja nas necessidades de asseios, de consumo doméstico e, na irrigação para suprir as precipitações irregulares que ocorrem no local. Sendo assim, para que se atenda esta demanda faz-se necessário recorrer ao uso não só de água de boa qualidade, mas também as de qualidade inferior. Para evitar problemas futuros deve-se fazer um planejamento da melhor maneira de uso da água.

A qualidade da água está relacionada diretamente com as suas características e as necessidades do usuário, ou seja, água que não serve para o consumo humano, pode muito bem servir para o consumo animal, pois são essas adaptações que podem ser feitas para o melhor aproveitamento deste líquido precioso.

Em se tratando de qualidade de água para irrigação, é necessário uma análise e também fatores como: cultura a se irrigar solo, clima, drenagem e o tipo de irrigação a ser adotado. Entre a salinidade da água e do solo tem que existir um equilíbrio para não comprometer a produtividade das culturas.

Este estudo tem o objetivo de analisar a qualidade da água do município de Puxinanã, fazendo com que se faça o melhor aproveitamento das águas lá encontradas, facilitando a vida de seus usuários.

## REVISÃO DE LITERATURA

### AVALIACÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Segundo AYERS & WESTCOT (1985), agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. No entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido a que no passado, as fontes de água, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Esta situação, todavia, está se alterando em muitos lugares. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica, que, tanto para os projetos novos como para os antigos que requerem águas adicionais, tem que se recorrer às águas de qualidade inferior. Para evitar problemas consequentes, deve existir planejamento efetivo que assegure melhor uso possível das águas de acordo com sua qualidade.

De acordo com DAKER (1988), toda a água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução, sendo que em regiões áridas e semi-áridas a concentração é geralmente maior, o que vai se somar ao sempre presente problema de salinização e alcalinização dos solos. A orientação geral é pois, neste caso, de se determinar a qualidade da água de irrigação de acordo com a concentração e composição desses sais.

O conceito que AYRES & W<sup>ES</sup>ETCOT (1985) cita de qualidade da água refere-se às suas características que podem afetar sua adaptabilidade para uso específico; em outras palavras, a relação entre a qualidade da água e as necessidades do usuário. A qualidade da água define-se por uma ou mais características físicas, químicas ou biológicas. Preferências pessoais, como o sabor, podem também

constituir simples avaliação de aceitabilidade, porém na avaliação da qualidade da água para irrigação, leva-se em consideração, principalmente, as características químicas e físicas e são poucas as vezes em que outros fatores são considerados importantes.

A qualidade da água de irrigação é comumente expressa em termos de teores de sais solúveis, sódio, boro e bicarbonato. Quanto maior for o seu conteúdo em sais, maiores serão os riscos de salinizar ou tornar a água do solo menos disponível às plantas. (VIPOND WINTHERS, 1988).

Usos específicos podem ter diferentes requisitos de qualidade. Assim, uma água pode ser considerada de melhor qualidade, se produzir melhores resultados, ou causar menos problemas. No caso específico da agricultura irrigada, tem-se preparado numerosos guias para o uso de águas segundo sua qualidade. Cada uma delas com certa utilidade, porém, nenhuma tem sido completamente satisfatória, devido, principalmente, à variabilidade das condições de campo. Apesar disso, cada novo grupo permite melhorar nossa capacidade de prognosticar os resultados de seu uso (AYERS WESRCOT, 1985).

## PROBLEMA DE QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água de irrigação pode variar significativamente segundo o tipo e quantidade de sais dissolvidos. Os sais encontram-se em quantidades relativamente pequenas, porém, significativas, e têm sua origem na dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso

e de outros minerais. AYERS & WESTCOT, (1985), afirmam que os sais são transportados pelas águas de irrigação e depositados no solo, onde se acumulam à medida em que a água se evapora ou é consumida pelas culturas.

Segundo AYERS & WESTCOT, (1985), a adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total, mas também do tipo de sais. À medida em que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas agravam-se, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação determinam-se, também, pela gravidade dos problemas que podem surgir depois de uso a longo prazo.

Deve-se ter em mente que, embora num determinado lugar ou vale, as águas superficiais possam se caracterizar por um teor mais ou menos uniforme de sais, as águas subterrâneas geralmente não apresentam esta uniformidade. Um poço com água de qualidade razoável pode está relativamente próximo a um que apresente água inadequada. Aliás, neste particular é conveniente analisar as águas subterrâneas de cada poço aberto, inclusive das regiões úmidas, pois mesmo nestas as qualidades da água subterrânea podem não ser satisfatória à irrigação. DAKER (1988).

Os problemas resultantes variam em tipo e intensidade e dependem do solo e do clima, e da habilidade e conhecimento do manejo do sistema água-solo-planta por parte do usuário, AYERS & WESTCOT, (1985).

Os problemas de solo mais comuns, segundo os quais se avaliam os efeitos da qualidade da água, são relacionados com a salinidade, a velocidade de

infiltração da água no solo a toxicidade e outros problemas, AYERS & WESTCOT, (1985).

DAKER, 1988, cita também, que a natureza do solo tem muita importância sobre a ação da água. Os solos arenosos, além de serem mais favoráveis (facilidade de lixiviação) do que os argilosos, podem apresentar maior concentração de sódio sem que adquiram as características físicas. Por isso, podem receber águas de qualidade mais baixas que os argilosos.

## SALINIDADE

Segundo AYERS & WESTCOT, existe problema de salinidade quando os sais acumulam-se na zona radicular à concentração tal que ocasiona perdas na produção. Estes sais, geralmente, são provenientes dos sais contidos nas águas de irrigação ou nas águas de lençol freático alto. O rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal que não permite que as culturas retirem água suficiente da zona radicular, provocando, assim, estado de escassez de água nas plantas por tempo significativo.

A salinização de um solo depende da qualidade d'água usada em irrigação, do manejo da irrigação, da existência e do nível de drenagem natural e/ou artificial do solo, da profundidade do lençol freático e da concentração original de sais no perfil do solo. BERNADO, 1989.

Os sais que contribuem para criar problema de salinidade são solúveis e transportados facilmente na água. Uma parte dos sais acumulados no solo por irrigações anteriores pode ser lixiviada além da zona radicular, sempre e quando se aplicar maior quantidade de água que a consumida pela cultura, durante seu período vegetativo. Assim, o processo de lixiviação ou lavagem de sais é operação fundamental no controle dos problemas relacionados com a salinidade. Para evitar que os sais se acumulem na zona radicular em concentrações perigosas, é necessário lixiviar quantidade de sais igual ou maior à aplicada com a água de irrigação durante determinado período de tempo. A quantidade de água necessária para lixiviar os sais depende de sua qualidade e da tolerância das culturas à salinidade, AYERS & WESTCOT, (1985).

### INFILTRAÇÃO DA ÁGUA

Problema de infiltração relacionado à qualidade da água ocorre, quando a velocidade normal de infiltração da água de irrigação ou de chuva reduz-se apreciavelmente. Como consequência, a água permanece sobre o solo por um tempo demasiadamente longo, ou infiltra-se muito lentamente e a planta não recebe a água de que necessita para produzir colheitas aceitáveis. A infiltração da água nos solos varia bastante e depende da qualidade da água e de outros fatores do solo, tais como, estrutura, grau de compactação, teor de matéria orgânica e características químicas, AYERS & WESTCOT, (1985).

De acordo com AYERS & WESTCOT, (1985), os fatores da qualidade da água que podem influir na infiltração são os teores totais de sais

(salinidade) e o teor de sódio em relação aos teores de cálcio e magnésio. Alta salinidade aumenta a velocidade de infiltração, enquanto baixa salinidade, ou proporção alta de sódio em relação ao cálcio, a diminui. Ambos os fatores (salinidade e proporção de sódio) podem atuar simultaneamente.

A capacidade de infiltração de um solo cresce com o aumento de sua salinidade e decorre com o aumento da razão de adsorção (RAS) e/ou decréscimo de sua salinidade, BERNADO, (1989).

Os problemas de infiltração ocasionados pela má qualidade da água ocorrem, em geral, nos primeiros centímetros do solo e estão ligados à estabilidade estrutural do solo e ao teor de sódio em relação ao cálcio. Quando as culturas são irrigadas com água de alto teor de sódio, este íon acumula-se nos primeiros centímetros de profundidade. Conseqüentemente, os agregados desta camada superficial dispersam-se em partículas muito pequenas que obstruem os poros do solo, AYERS & WESTCOT, (1985). Este problema também pode ser provocado por teor de cálcio extremamente baixo. Em alguns casos, as águas com baixo conteúdo de sais provocam o mesmo problema, porém mais como consequência de sua natureza corrosiva do que do teor de sódio da água ou do solo. No caso de águas com baixo teor de sais, a maioria dos minerais solúveis, incluindo do cálcio, são dissolvidos e lixiviados a maiores profundidades.

## TOXICIDADE

Os problemas de toxicidade surgem quando certos constituintes (íons) do solo ou da água são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em

concentrações suficientemente altas para provocar danos e reduzir seus rendimentos. A magnitude destes danos depende da quantidade de íons absorvidos e da sensibilidade das plantas. As culturas perenes são as mais sensíveis. Em geral, os danos nas culturas sensíveis ocorrem a concentrações iônicas relativamente baixas. Os danos se manifestam como queimaduras nas bordas das folhas e clorose na área internervural e, se a acumulação de íons chegar a ser suficientemente elevada, produz-se redução significativa nos rendimentos. As culturas anuais são as mais tolerantes e, por conseguinte, não são afetadas por concentrações baixas destes elementos. Por outro lado, todas as culturas sofrerão danos e chegarão a morrer, se as concentrações forem suficientemente altas, AYERS & WESTCOT, (1985).

Segundo THORNE & PETERSON (1954), a presença dos sais na solução do solo afeta o desenvolvimento das plantas por intermédio de efeito osmótico dos sais, impedindo e/ou reduzindo a absorção de água, acarretando distúrbios na nutrição e no metabolismo das plantas decorrente do efeito químico dos sais diretamente. Indiretamente, alterando a estrutura, formabilidade e aeração do solo.

Constataram-se efeitos específicos de sais solúveis, quando em excesso, indiretamente interferindo na disponibilidade e absorção de nutrientes e diretamente sobre os tecidos vegetais, (STROGONON, 1964).

Os íons de maior importância são o cloreto, o sódio e o boro. Os problemas de toxicidade podem ocorrer, ainda, quando estes íons se encontram em concentrações bastantes baixas. Todavia, os problemas de toxicidade, frequentemente, complicam e complementam os problemas de salinidade e de infiltração. Os danos às plantas ocorrem quando os íons tóxicos são absorvidos em quantidades significativas,

junto com a água absorvida pelas raízes. Uma vez absorvidos, os íons são transportados às folhas onde se acumulam durante o processo de transpiração. Assim, os íons atingem maior concentração nas áreas onde a transpiração é mais intensa, geralmente nas pontas e nas bordas das folhas, AYERS & WESTCOT, (1985).

Segundo WILCOX (1960) e WALLIHAN et alii (1978) os problemas de toxicidade têm início no processo de absorção pelas culturas, acumulando-se e produzindo a queda nos seus rendimentos.

Os sintomas de toxicidade também podem se manifestar quando os íons tóxicos são absorvidos pelas folhas que foram molhadas durante a aplicação de água por aspersão. O sódio e o cloreto são os principais íons absorvidos pelas folhas e a toxicidade de um ou de ambos pode causar problemas para as culturas sensíveis, como os citros. À medida em que as concentrações destes íons aumentam na água aplicada, os danos subsequentes desenvolvem-se mais rapidamente, chegando a ser progressivamente mais graves, AYERS & WESTCOT, (1985).

## OUTROS PROBLEMAS

Segundo AYERS & WESTCOT, (1985), existem outros problemas relacionados com a qualidade da água de irrigação que aparecem com suficiente frequência e, portanto, justifica-se mencioná-los especificamente. São eles: o excesso crescimento vegetativo; o retardamento na maturação das culturas e sua tendência ao acamamento, provocadas por altas concentrações de nitrogênio na água de irrigação; as manchas nas folhas e frutos provocadas por depósitos de sais, devido à aplicação

de água contendo altos teores de bicarbonato, gesso ou ferro, por aspersão; e irregularidades freqüentemente associadas às águas de pH anormal.

Em áreas expostas a doenças como malária, esquistossomose e filariose linfática, os problemas de transmissão de enfermidades devem ser considerados com a devida atenção, junto aos problemas diretamente relacionados com a qualidade da água. Frequentemente, a incidência de vetores de doenças, como os mosquitos, tem sua origem nos problemas derivados da ineficiente infiltração da água, no uso de águas residuais para irrigação e na drenagem inadequada, AYERS & WESTCOT, (1985).

A presença de sedimentos minerais e substâncias orgânicas em suspensão pode causar sérios problemas nos sistemas de irrigação, tais como obstrução de comportas, entupimento de aspersores e emissores de irrigação localizada e danos nos equipamentos de bombeamento, se não forem utilizados filtros apropriados, AYERS & WESTCOT, (1985).

## PROBLEMAS DE SALINIDADE

As águas de irrigação contêm mistura de sais de origem natural. Conseqüentemente, os solos irrigados com essas águas contêm mistura similar, mas geralmente com concentrações mais elevadas. A intensidade da acumulação de sais no solo depende da qualidade da água, do manejo de irrigação e da eficiência de drenagem. Para evitar as perdas de rendimentos das culturas ocasionadas pela acumulação excessiva de sais, estes devem ser mantidos numa concentração inferior àquela que afetaria seus rendimentos, AYERS & WESTCOT, (1985).

Os danos pela salinidade são devidos principalmente à elevada pressão osmótica na solução do solo, o que reduz a disponibilidade de água à planta. Com efeito osmótico depende da concentração de sais, então existe uma relação direta entre a condutividade elétrica (CE) e a pressão osmótica, CRUCIAN, (1987).

Em sua maioria, as águas de irrigação são de boa a excelente qualidade e não apresentam problemas sérios quanto à salinidade. À medida em que a qualidade de água piora, o controle da salinidade torna-se mais difícil. Portanto, à proporção em que a salinidade aumenta, deve-se tomar maior cuidado em luxiviar os sais da zona radicular, antes que alcancem concentrações perigosas e provoquem perdas nos rendimentos. Deve-se considerar, ainda, a utilização das culturas tolerantes à salinidade previstas para a zona radicular. A frequência da lixiviação de sais depende da qualidade da água de irrigação e da tolerância das culturas à salinidade, AYERS & WESTCOT, (1985).

HELWEG et alii (1980), afirmam que em solos irrigados nas regiões áridas e semi-áridas, onde a concentração de sais é maior, aumenta-se os problemas com a salinização e alcalinização. Desta forma defende-se que a ação da água de irrigação sobre os diferentes tipos de solos irá depender de sua qualidade das propriedades dos solos e especialmente das condições de drenagem e do balanço de água e sais no subsolo.

## **EFEITOS DA SALINIDADE NAS CULTURAS**

O objetivo principal da irrigação é proporcionar às culturas, no momento oportuno, a quantidade de água necessária para seu ótimo crescimento e,

assim, evitar a diminuição dos rendimentos, provocada pela falta de água durante as etapas de desenvolvimento sensíveis à escassez. Com as irrigações, no entanto, os sais contidos na água acumulam-se na zona radicular, diminuindo a disponibilidade de água e acelerando sua escassez. A compreensão do processo de salinização, permite encontrar formas de evitar seus efeitos e diminuir a probabilidade de redução de seus rendimentos, AYERS & WESTCOT, (1985).

AYERS & WESTCOT, (1985), afirmam que as plantas extraem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo. À medida em que a água é extraída do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores. Quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude do problema da escassez de água na planta. Por exemplo, tendo-se dois solos idênticos e com o mesmo teor de água, onde um está isento dos sais e outro não, é exatamente do primeiro que a planta extrairá e consumirá mais água. A explicação científica deste fenômeno é complicada. Em geral, pode-se dizer que, devido à afinidade dos sais com a água, as plantas têm que exercer maior força de embebição para extrair do solo uma unidade de água com sais, que para extrair outra que seja isenta deles.

LUNIN et alii (1963), cita que trabalhos realizados com o feijão mostraram que a quantidade total de água perdida por evapotranspiração diminuiu com o aumento da salinidade. Uma vez que a salinidade aumenta a pressão osmótica da solução do solo e portanto o estresse total da água do solo, pode ser esperado que a evapotranspiração diminua (conforme a cultura).

Kapp, citado por LUNIN et alii, (1963), observou que em níveis altos de salinidade a produção de palha de arroz foi ligeiramente afetada, porém, a produção de grão foi muito reduzida, enquanto que, no caso da cevada, pouco efeito foi observado sobre a produção por AYERS et alii (1948), também citados por LUNIN et alii (1963). Esta relação certamente varia de cultura para cultura.

## SOLUÇÕES DO PROBLEMA DE SALINIDADE

De acordo com AYERS & WESTCOT, (1985), a finalidade mais importante do controle da salinidade é manter os rendimentos das culturas em níveis aceitáveis. No controle da salinidade existem várias alternativas que podem ser utilizadas separadamente ou em combinação, por exemplo:

AYERS & WESTCOT, (1985), de lixiviar os sais abaixo da zona radicular, antes que se concentrem em níveis prejudiciais para as culturas, e a importância de se manter permanentemente, na zona radicular, disponibilidade suficiente de água.

A drenagem é também, importante para assegurar o controle da salinidade a longo prazo. Se a drenagem é adequada, a profundidade ou lâmina de água necessária para a lixiviação depende da tolerância das culturas aos sais e da salinidade da água de irrigação.

Segundo RICHARDS (1934), ALISON (1964), SOUZA (1973), ISRAELSEN & HANSEN (1975) e PIZARRO (1976), a lavagem do solo é o processo de dissolução e transporte de sais solúveis pelo movimento da água através

do solo. Como os sais se movem com a água, a salinidade dependerá diretamente da forma que será executado o manejo da água. Em outras palavras irrigação, lavagem e drenagem. Para se obter a máxima eficiência de um projeto de irrigação deve-se levar em consideração os três fatores em conjunto.

Salientam ainda que a lavagem dos sais solúveis presentes na zona radicular das culturas é absolutamente indispensável nos solos sob a influência da irrigação, consistindo em se fazer passar através da zona radicular uma lâmina de água para controlar a solinidade do solo a um nível pré-determinado.

A substituição da cultura pode ser considerada como uma estratégia drástica de manejo, a qual só deve ser utilizada quando alternativas menos severas não conseguirem obter produção econômica. A lixiviação, por outro lado, é considerada como a prática básica, até com água de boa qualidade, que se deve seguir para evitar uma acumulação de sais que possa afetar a produção das culturas. Mesmo assim, esta prática só deve ser utilizada quando as condições de drenagem abaixo da zona radicular forem tais que evitem a ascensão do nível freático e de sais, AYERS & WESTCOT, (1985).

### TOLERÂNCIA DAS CULTURAS À SALINIDADE

Segundo AYERS & WESTCOT, (1985), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade: algumas produzem rendimentos aceitáveis a níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm, o que permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade

de água. Esta capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção das culturas mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo ao nível de tolerância das plantas que se cultivam.

WAHMAB et alii, citados por SANTOS (1981) estudando a germinação de trigo, algodão e milho em condições salinas, observaram diferenças significativas entre as espécies e entre as cultivares da mesma espécie, tendo o algodão apresentado menor tolerância a salinidade do que o trigo e o milho, no entanto, as diferenças observadas entre as cultivares dessas, foram maiores que as constatadas entre as cultivares de algodão.

AEBRON (1967) ressalta que o comportamento das plantas com relação à salinidade pode variar de acordo com o seu estágio de desenvolvimento. No caso da beterraba açucareira, considerada como tolerante nos últimos estágios, observa-se uma grande sensibilidade na fase da germinação. Já o trigo e o milho e a cevada são resistentes juntamente na fase de germinação e de floração e mais sensíveis durante a emergência e primeiros estágios de desenvolvimento.

Segundo ZYLSTRA e SALINAS (1969) uma das práticas de manejo para solos afetados por sais é tratar de conseguir uma distribuição uniforme de água nivelando adequadamente os campos e usando métodos de irrigação mais eficientes.

## PROGRAMAÇÃO DE IRRIGAÇÃO

Segundo AYERS & WESTCOT (1985), um programa de irrigação, projetado para evitar a escassez de água nas plantas poderá, também, ser útil para irrigação com águas de alta salinidade. O controle da salinidade deve considerar o aumento da frequência das irrigações, as irrigações fora de época ou anteriores à chegada das chuvas de inverno, as irrigações de pré-semeadura e outras práticas, para reduzir a salinidade e evitar o estado de escassez de água nas plantas durante o intervalo entre as irrigações. O estado de escassez de água nas plantas pode ser eliminado por meio de irrigações frequentes, evitando o esgotamento excessivo da zona radicular que se deriva do intervalo prolongado entre as irrigações. A diminuição dos intervalos de irrigação ou o aumento de sua frequência permite maior disponibilidade da água na zona radicular para as plantas.

ZYLSTRA & SALINAS (1973) e CAMALHO (1975), concluíram que o procedimento que irá concorrer ou não para a salinização das áreas irrigadas decorre da aplicação da água de irrigação nas culturas dependendo de uma ampla variação nos parâmetros relativos a cultivo, qualidade da água e salinidade do solo.

### COLOCAÇÃO DAS SEMENTES

Para compensar os efeitos da salinidade na germinação, principalmente quando se irriga por sulcos, alguns agricultores semeiam frequentemente, duas a três vezes a quantidade necessária de sementes. Este aumento na quantidade pode resultar em maior densidade de plantas, porém também eleva o custo com sementes e com o desbaste das plantas em excesso. AYERS & WESTCOT (1985), afirmam que desta forma, é possível, inclusive, que a distribuição das plantas não seja uniforme e que se obtenha os rendimentos esperados. Neste caso, a alternativa que poderia dar

melhores resultados, seria colocar as sementes na parte do solo com a baixa salinidade. Em geral, o controle da salinidade durante o delicado período de germinação, pode intensificar-se mediante práticas adequadas de semeadura, cuidado especial em áreas de plantio de sementes e o manejo de irrigação.

THORNE e PETERSON (1964), considerando a menor tolerância das plantas ao sal durante o período de germinação, recomendam que se faça a semeadura durante estações úmidas ou irrigar com frequência, até que o cultivo esteja estabelecido. Recomendam, ainda, a seleção de cultivos tolerantes, métodos de irrigação adequados e trabalhos especiais, como preparo do solo em bancadas, por ser o método mais adotado na preparação do terreno para o semeio em terrenos salinos.

## MÉTODOS DE IRRIGACÃO

Segundo AYERS & WESTCOT (1985), os métodos de irrigação afetam a eficiência de aplicação da água e a salinidade. Os métodos por inundação e aspersão são projetados de forma que distribuam a água uniformemente sobre toda a área irrigada, produzindo um perfil de salinidade, no qual a maior parte dos sais se acumula na parte inferior da zona radicular. A quantidade de sais que se acumula depende da fração de lixiviação empregada.

Em contraste com o sistema por aspersão e inundação, os sistemas de irrigação por sulcos e por gotejamento aplicam a água somente em uma parte da superfície do terreno. Em irrigações por sulcos, os sais além de aumentarem com a profundidade, acumulam-se nas partes do solo não alcançadas pela água. Parte dos sais

desloca-se com a água capilar até os pontos mais altos, onde se acumula por efeito de evaporação, enquanto que outra, é lixiviada a maiores profundidades, juntamente com a água gravitacional. Na irrigação por gotejamento, os sais acumulam-se na periferia do solo molhado por um emissor d'água, de acordo com AYERS & WESTCOT (1985).

Um problema comum a todos os sistemas de irrigação é a presença de manchas salinas nas áreas irrigadas, provocadas pela infiltração insuficiente de água para lixiviar os sais acumulados. Estas manchas salinas caracterizam-se pela ausência de vegetação ou por plantas com pouco desenvolvimento e ocorrem nos pontos altos, em lugares de solo denso ou em áreas que não recebem a irrigação.

AYERS & WESTCOT (1985) cita que a uniformidade da profundidade da lâmina de irrigação é aplicada pelos sistemas de irrigação por superfície é função da velocidade e do tempo de infiltração. Dentro da mesma área, a velocidade de infiltração varia com as diferenças de textura e estrutura do solo, como também com as diferenças em compactação e composição química. O tempo de infiltração, por outro lado, é afetado pela distância entre o ponto de consideração e a fonte de água, pelos aspectos físicos que retardam seu deslocamento superficial. Em geral, o tempo de infiltração na cabeceira das áreas irrigadas por estes métodos é maior que na parte baixa onde, conseqüentemente, a lâmina aplicada é também menor. A distribuição superficial da água é afetada pelas irregularidades do terreno, sendo os pontos altos os que recebem menos água.

## MELHORAMENTO DO SOLO PARA CONTROLE DA SALINIDADE

CORDEIRO & MILLAR (1978), demonstraram em seu trabalho que a falta de manejo adequado do solo e água é responsável pela presença de 24% de solos sódicos e 4% de solos salinos-sódicos nas áreas irrigada do perímetro de São Gonçalo - PB.

### DRENAGEM SUPERFICIAL

A falta de adequada drenagem superficial e a presença de lençol freático pouco profundo agravam os problemas de salinidade e complicam seu controle.

Frequentemente, a presença de nível freático pouco profundo está associado à presença de camadas de solo de baixa permeabilidade como, camada de argila pesada e "hardpan", ou a presença da rocha matriz. O excesso de água é derivado, frequentemente, de irrigações excessivas, de filtrações provenientes das terras mais elevadas e/ou de vazamento de água dos canais, segundo AYERS & WESTCOT, (1985).

E afirmam que, a forma mais eficaz de controlar a salinidade resultante dos lençóis freáticos pouco profundos é mediante um sistema de drenagem que

permita rebaixar o nível das águas freáticas e mantê-lo estável a essa profundidade. A drenagem deve aplicar-se sempre que se explorar terras novas e é essencial para assegurar o êxito, a longo prazo, de todos os projetos de irrigação. Têm-se que prever os problemas de drenagem e formular sua solução imediata ou futura por antecipação.

### ARAÇÃO PROFUNDA

Também podem ser usadas práticas como aração profunda para melhorar a taxa de infiltração, aplicação de adubos orgânicos, cultivos de elevada evapotranspiração potencial e técnicas elétricas (PIZARRO, 1975).

As camadas de argila, areia, "hardpan" e outros impedem a penetração da água a maiores profundidades e, portanto, dificultam a irrigação e a lixiviação dos sais. Para melhorar a penetração da água, estas camadas podem ser quebradas por meio de arações profundas e subsolagens, que podem penetrar entre 30 e 60 cm, ou mais, de profundidade. A lavra do solo e subsolagem são efeito temporário (de 1 a 5 anos), enquanto que a aração profunda, efetuada com um arado deslizante especial, tem efeitos que podem considerar-se permanentes. Esta operação é onerosa e usualmente executada depois dos trabalhos de nivelamento e drenagem, porém antes da lixiviação. A aração profunda vem acompanhada de um ou dois períodos em que se semeiam culturas anuais como a cevada e requer depois um nivelamento suave para se restabelecer a declividade necessária. Na maioria dos casos, os solos formados por depósitos de areia transportada por ação de água ou vento, são estratificados e densos e respondem favoravelmente à aração profunda, melhorando notadamente os rendimentos das culturas, AYERS & WESTCOT, (1985).

## LIXIVIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO

Segundo AYERS & WESTCOT, (1985), quando a salinidade dos solos supera o limite de tolerância das culturas planejadas, os campos podem ser recuperados por meio de lixiviação de recuperação. Os sais podem ter-se acumulado devido a diversos fatores, como a presença de lençol freático alto ou lixiviação inadequada de sais transportados pela água de irrigação. Em todo caso, a parte superior da zona radicular deve ser lixiviada para reduzir a concentração de sais a um nível aproximado de tolerância das culturas consideradas. (concentração de sais na parte superior da zona radicular apresenta condutividade (CEes) menor que 10 a 12 dS/m).

PALACIO (1969) define duas frases na recuperação do solo:

- a) Recuperação inicial dos solos, principalmente mediante lavagem em ocasiões complementadas com aplicação de melhoradores químicos e construção de drenagem cuja finalidade é expor os solos a condições de cultivos economicamente.
- b) Manutenção de um balanço favorável de sais mediante a adoção de medidas específicas de prevenção de salinidade. O aspecto importante destas medidas é assegurar a saída das águas de lavagens e posterior sobre irrigação, para fora dos limites do perímetro.

## MISTURAS E/OU SUBSTITUIÇÕES DAS ÁGUAS

A substituição de uma água de má qualidade por outra de boa qualidade é solução simples, ainda que drástica ao problema de salinidade da água, sendo necessário apenas se dispor desta última. A alternativa mais prática para esta situação, entretanto, seria misturar as águas e, assim, contar com maior quantidade à disposição das culturas. A mistura de águas não diminui o total de sais, porém pode permitir a irrigação de área maior. Também se deve levar em consideração, que o total de água obtido pela mistura não seja inferior à quantidade necessária para levar os sais, segundo a nova necessidade de lixiviação, AYERS & WESTCOT, (1985).

Afirmam que em situações onde existam duas fontes de água de diferentes qualidades, a mistura das águas não é, na realidade, prática comum. Na maioria dos casos, as águas são utilizadas em forma alternada e em separado. O uso alternado de águas de diferentes qualidades pode ser benéfico, principalmente nos casos onde as chuvas ou as irrigações de inverno, ou as aplicações de água fora da época de cultivo, são suficientes para satisfazer o total ou a maior parte das necessidades de lixiviação. Como o total de sais é o mesmo, é recomendável utilizar a água de melhor qualidade durante a primeira parte do período de crescimento e a de pior qualidade nas fases de desenvolvimento que têm maior tolerância.

## ANÁLISE E AMOSTRAGEM DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

A concentração total e individual dos elementos de maior importância tem de ser determinada para que se possa julgar a qualidade de uma água para irrigação.

Para muitos casos, a condutividade elétrica é suficiente para avaliar a concentração total de sais, dispensando a determinação dos sólidos dissolvidos. Uma vez determinado que a concentração do boro é baixa, em determinada região, sua determinação pode ser omitida nas análises subsequentes.

As amostras de água são coletadas e analisadas para se obterem informações com as quais se julgará a qualidade da água. Sendo assim, as amostras deverão se, enquanto for possível, as mais representativas. De modo geral, recomenda-se os seguintes procedimentos no processo de análise de água para irrigação.

- Para poços profundos, com condições normais de operação, a amostragem não apresenta nenhum problema. Estando a intensidade de recarga do poço em equilíbrio com a retirada d'água, as características químicas da água serão praticamente constantes.
- Para rios ou córregos, a amostragem é mais problemática. Ela deve ser feita todas as semanas ou mensalmente, e, sempre que se tirar a amostra, deve-se procurar caracterizar o estágio de fluxo do rio ou sua vazão.
- Para pequenos reservatórios, a água é praticamente homogênea, e a amostra pode ser coletada à saída do reservatório.
- Para grandes reservatórios, a água não é homogênea ao longo da profundidade, sendo necessário que as amostras sejam retiradas de diversas profundidades.

As amostras de água para análise devem ter um volume de um a dois litros, e serem coletadas em garrafas de vidro ou de plástico, bem limpas, e enviadas para análise logo após serem colhidas. (BERNADO, 1989)

### CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO:

Há vários modelos de classificação de água para irrigação.

Para ser usado, há necessidade das seguintes determinações:

- 1 - Determinação da condutividade elétrica (CE).
- 2 - Determinação do pH.
- 3 - Determinação do cálcio e magnésio.
- 4 - Determinação do sódio.
- 5 - Cálculo da relação de adsorção de sódio (RAS).

Classificação proposta pelo <U.S. SALINITY LABORATORY STAFF - U.S.D.A. AGRICULTURE HANDBOOK Nº 60>

A classificação proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, citada por (BERNARDO, 1989), é baseada na condutividade elétrica (CE) como indicadora do perigo de salinização do solo, e na razão de adsorção de sódio (RAS), como indicadora do perigo de alcalinização ou sodificação do solo.

1 - Perigo de salinização - as águas são divididas em quatro classes, segundo sua condutividade elétrica (CE), ou seja, em função de sua concentração total de sais solúveis:

C1 - Água com salinidade baixa (CE entre 0 e 250 micrômetros/cm, a 25°C).

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

C2 - Água com salinidade média (CE entre 250 e 750 micrômetros/cm, a 25°C).

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

C3 - Água com salinidade alta (CE entre 750 e 2250 micrômetros/cm, a 25°C)

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

C4 - Água com salinidade muito alta (CE entre 2250 e 5000 micrômetros/cm a 25°C)

Sob condições normais, não é apropriada para irrigação. Ocasionalmente pode ser usada em circunstâncias especiais, como em solos muito permeáveis com adequada drenagem, devendo aplicar-se um excesso de água para uma boa lixiviação e só plantar culturas altamente tolerante aos sais.

**OBS.:** Certos autores, como Thorne e Peterson, 1971, citados por (DAKER, 1988), propõem modificar a última categoria (C4) desta classificação, dividindo-a em:

C4 ( de 2250 a 4000 micronhos ) - salinidade elevada.

C5 ( de 4000 a 6000 micronhos) - salinidade muito elevada.

C6 ( mais de 6000 micronhos) - salinidade excessivamente elevada.

2 - Perigo de alcalinização ou sodificação - as águas são divididas em quatro classes, segundo sua razão de adsorção de sódio (RAS), ou seja, em função do efeito do sódio trocável, nas condições físicas do solo.

S1 - Água com baixa concentração de sódio.

$(RAS \leq 18,87 - 4,44 \log CE)$

Por 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

$(18,87 - 4,44 \log CE < RAS - 31,31 - 6,66 \log CE)$

Só deve 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

( $31,31 - 6,66 \log CE < RAS - 43,75 - 8,87 \log CE$ )

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 nos casos de apresentar salinidade muito alta, quando o uso de corretivos não seria viável.

### S4 - Água com muito alta concentração de sódio

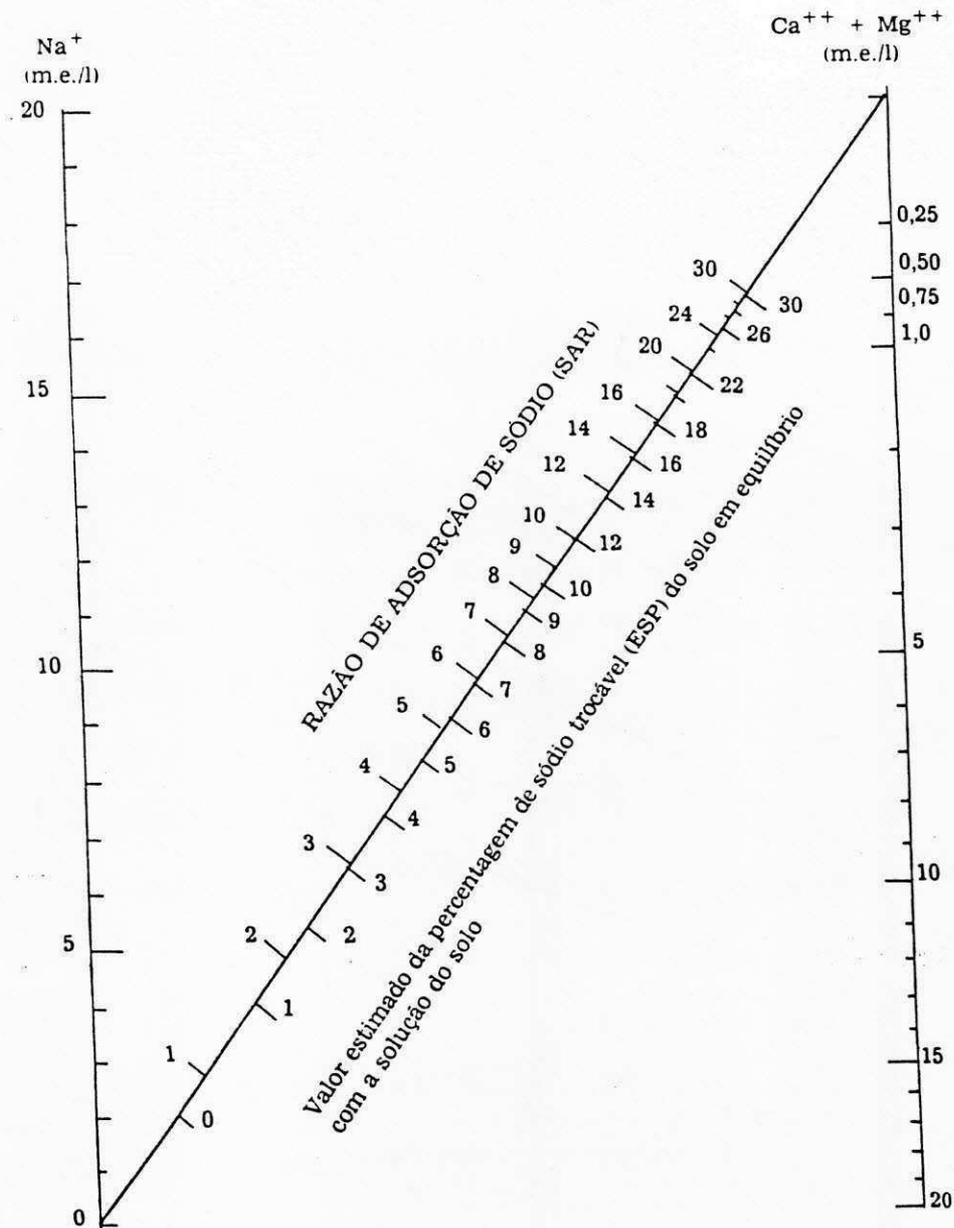
( $RAS > 43,75 - 8,87 \log CE$ )

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 tomarem o uso desta água viável.

Algumas vezes, a água de irrigação pode dissolver suficiente quantidade de cálcio do 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 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

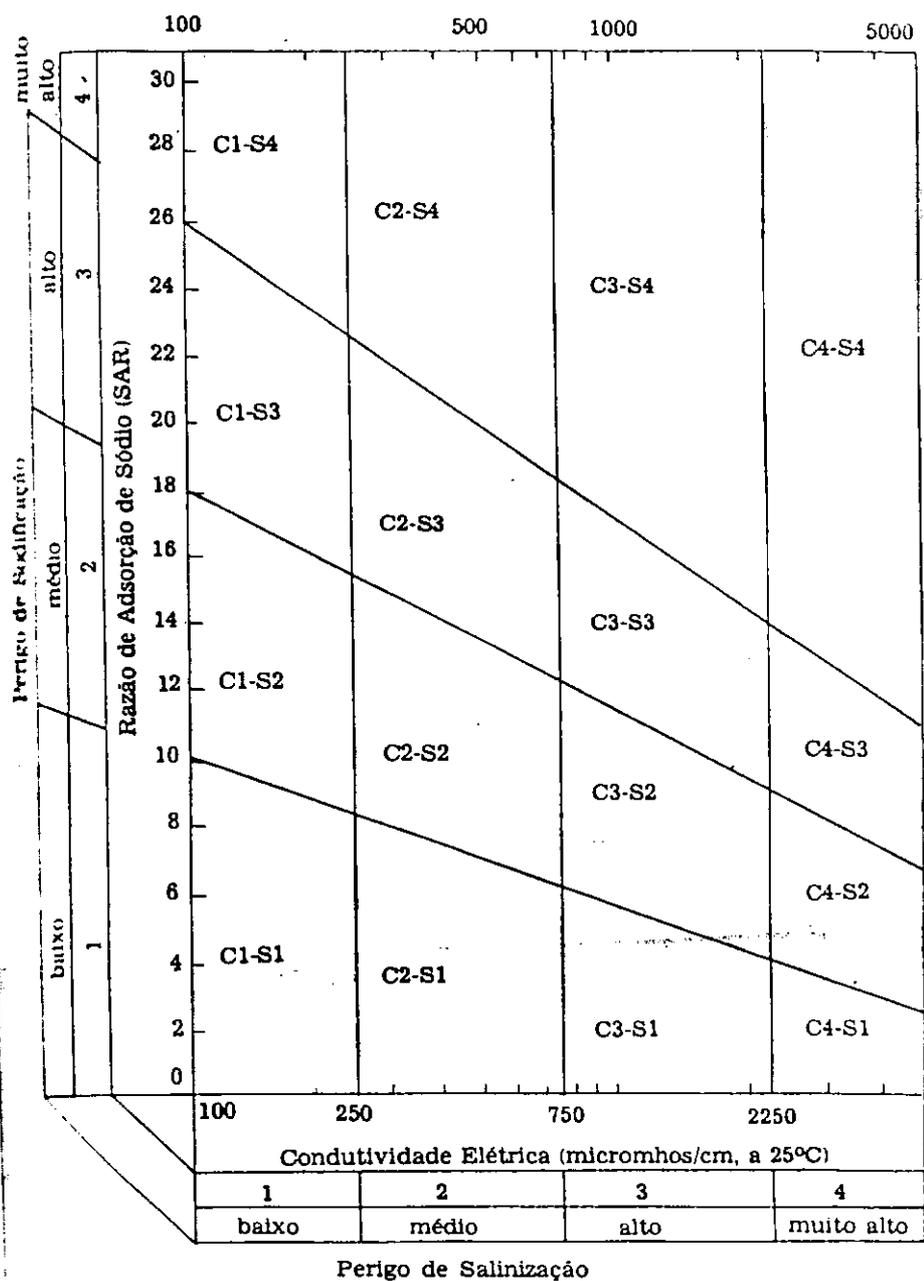
poderá ser benéfico, quando se usarem água das classes C2-S3 e C3-S2, adicionando, periodicamente, gesso ao solo.

Para facilitar a classificação das águas para irrigação quanto aos perigos de salinização e de sodificação do solo, os técnicos do Laboratório de Salinidade dos E.U.A. elaboraram dois diagramas (Figuras 1 e 2)



Legenda - Fig 1.

FIGURA 2. Normograma para determinar a RAS da água para irrigação e estimar o valor correspondente da percentagem de sódio trocável do solo que está em equilíbrio com a referida água, segundo o "U.S. Salinity Laboratory Staff".



**FIGURA 2.** Diagrama para classificação da água para irrigação, segundo o "U.S. Salinity Laboratory Staff".

- 3 - Efeito da concentração de boro - O boro é um elemento essencial para o crescimento dos vegetais, mas a quantidade requerida é muito pequena. Porém, em concentrações em pouco maiores torna-se muito tóxico para alguns vegetais. O nível de concentração que o torna tóxico varia de acordo com a espécie vegetal. O nível que é tóxico para uma planta sensível, por exemplo, limão, pode ser ideal para uma planta tolerante, como, por exemplo, a alfafa. Em razão dessa variação de espécie para espécie, a água para irrigação tem de ser classificadas em classes distintas, segundo a sensibilidade da cultura a ser irrigada.
- 4 - Efeito da concentração de bicarbonato - Como já disse, nas águas que apresentam concentrações elevadas de íons de bicarbonato, há tendência para 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 razão do conceito de Carbonato de Sódio Residual (CSR), proposta por Eaton (1950):

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3^{--} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

- I - Águas com CSR superior a 2,5 miliequivalentes por litro, não são recomendadas para irrigação.
- II - Águas que contenham CSR entre 1,25 e 2,5 miliequivalentes por litro são duvidosas para irrigação.
- III - Águas que contenham CSR inferior a 1,25 miliequivalentes por litro, são normalmente apropriadas para irrigação.

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

## MATERIAIS E MÉTODOS

Provenientes do reservatório do Município de Puxinanã - PB, as amostras de águas utilizadas foram numeradas de 1 a 10 e analisadas no laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) - UFPB CAMPUS II.

A metodologia utilizada para análise de água para fins de irrigação foi a proposta de RICHARDS (1973) e para a classificação, foi a proposta por Ayers e Westcot, citados por FAO (1985).

As análises consistiram em:

- 1 - Determinação do pH-Método potenciométrico.
- 2 - Condutividade elétrica-Leitura em condutivímetro.
- 3 - Determinação de Sódio e Potássio - Fotometro de chama.
- 4 - Determinação de Cálcio + Magnésio - Foi feita alcalinizando-se o meio com solução tampão de pH=10, usando-se como indicador eriocromo negro e procedendo-se a titulação com EDTA 0,025 N.
- 5 - Determinação de Cálcio - Foi feita alcalinizando-se o meio com KOH 10%, usando-se como indicador a murexida e procedendo-se a titulação com EDTA 0,025 N.

- 6 - Determinação do cloreto - Foi feita utilizando-se cromato de potássio a 5% como indicador procedendo-se a titulação com  $\text{AgNO}_3$  a 0,05 N.
- 7 - Determinação de Bicarbonato - Utilizou-se metil-orange como indicador e procedeu-se a titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 0,02 N.
- 8 - Determinação de carbonato - Foi feita utilizando-se fenolftaleína como indicador e procedendo-se a titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 0,02 N.
- 9 - Determinação de sulfato - Foi feita apenas qualitativamente pela visualização de formação de precipitado branco após a adição de cloreto de bário a 10%.

~~Para o diagnóstico e recomendação das águas para fins de irrigação adotou-se a classificação proposta por AYERS e WESTCOT (1985).~~

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados das análises das amostras de água encontram-se nos quadros 1 a 10 referentes a suas respectivas localidades e as discussões para uso na irrigação.

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 01 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		2,20
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,16
mg  /  l	Cálcio	36,27
	Magnésio	59,17
	Sódio	345,00
	Potássio	1,15
	Carbonatos	15,00
	Bicarbonatos	153,14
	Cloretos	613,46
	Sulfatos	Presente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		8,21
Classe de Água		C <sub>3</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 02 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		1,57
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,07
mg / i	Cálcio	28,26
	Magnésio	39,73
	Sódio	220,80
	Potássio	0,91
	Carbonatos	12,60
	Bicarbonatos	209,26
	Cloretos	436,16
	Sulfatos	Ausente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		6,28
Classe de Água		C <sub>3</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 03 Data da Entrega:
---	--

### ANÁLISE DE ÁGUA

Condutividade Elétrica - dS/m		3,05
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,20
mg  /  l	Cálcio	25,02
	Magnésio	74,84
	Sódio	552,00
	Potássio	1,39
	Carbonatos	Ausente
	Bicarbonatos	175,71
	Cloretos	1002,45
	Sulfatos	Presente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		12,22
Classe de Água		C <sub>4</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 04 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		1,02
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,14
mg / l	Cálcio	19,63
	Magnésio	32,68
	Sódio	126,50
	Potássio	0,73
	Carbonatos	8,40
	Bicarbonatos	123,24
	Cloratos	273,04
	Sulfatos	Ausente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		4,06
Classe de Água		C <sub>3</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 05 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		2,74
Potencial Hidrogeniônico (pH)		6,66
mg  /  l	Cálcio	28,85
	Magnésio	64,27
	Sódio	529,00
	Potássio	1,32
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	133,61
	Cloretos	890,05
	Sulfatos	Ausente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		12,68
Classe de Água		C <sub>4</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 06 Data de Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		1,32
Potencial Hidrogeniônico (pH)		6,76
mg / l	Cálcio	8,22
	Magnésio	37,66
	Sódio	207,00
	Potássio	0,79
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	29,89
	Cloretos	421,97
	Sulfatos	Presente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		6,79
Classe de Água		C <sub>3</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE - PARAÍBA	Interessado: Propriedade: Proprietário: N° da(s) Amostra(s): 07 Data da Entrega:
---	--

### ANÁLISE DE ÁGUA

Condutividade Elétrica - dS/m		0,81
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,11
mg / l	Cálcio	15,03
	Magnésio	40,82
	Sódio	115,00
	Potássio	1,63
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	81,75
	Cloretos	213,82
	Sulfatos	Presente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		3,49
Classe de Água		C <sub>3</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 08 Data da Entrega:
---	--

### ANÁLISE DE ÁGUA

Condutividade Elétrica - dS/m		0,38
Potencial Hidrogeniônico (pH)		6,34
<i>mg/l</i> mg / l	Cálcio	9,82
	Magnésio	13,49
	Sódio	55,20
	Potássio	0,34
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	60,40
	Cloretos	99,29
	Sulfatos	Ausente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		2,69
Classe de Água		C <sub>2</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 09 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		0,60
Potencial Hidrogeniônico (pH)		6,33
mg  /  l	Cálcio	14,03
	Magnésio	20,41
	Sódio	71,30
	Potássio	1,25
	Carbonatos	0,00
	Bicarbonatos	109,82
	Cloretos	131,20
	Sulfatos	Presente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		2,84
Classe de Água		C <sub>2</sub>

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA</b> 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): 10 Data da Entrega:
<b>ANÁLISE DE ÁGUA</b>		
Condutividade Elétrica - dS/m		2,19
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,87
mg  /  l	Cálcio	65,73
	Magnésio	59,78
	Sódio	414,00
	Potássio	3,91
	Carbonatos	24,00
	Bicarbonatos	397,78
	Cloretos	533,67
	Sulfatos	Ausente
Relação de Absorção de Sódio (RAS)		8,91
Classe de Água		C <sub>3</sub>

## AMOSTRA N°1

Do ponto de vista de salinidade levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade, de acordo com condutividade elétrica e a RAS, não há restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio e do cloro apresentam severa restrição ao uso para irrigação.

Em relação ao bicarbonato há restrição moderada podendo ocorrer problema se o sistema for aspersão.

O pH está compreendido na amplitude normal.

## AMOSTRA N° 2

Do ponto de vista de salinidade levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade, de acordo com a condutividade elétrica e a RAS, há moderada restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio há severa restrição ao uso na irrigação por superfície e aspersão. O mesmo ocorrendo com o cloro.

Quanto ao bicarbonato há restrição ao uso moderada quanto a irrigação por aspersão.

O pH está compreendido na amplitude normal.

### **AMOSTRA Nº 3**

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta severa restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade de acordo com condutividade elétrica e RAS, não há nenhuma restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio, há severa restrição ao uso na irrigação por superfície e aspersão. O mesmo ocorrendo com o cloro.

Quanto ao bicarbonato há moderada restrição ao uso quanto a irrigação por aspersão.

O pH está compreendido na amplitude normal.

### **AMOSTRA Nº 4**

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade, de acordo com a condutividade elétrica e a RAS, moderada restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio, há moderada restrição ao uso; e em relação ao cloro severa restrição ao uso.

Quanto ao bicarbonato, há moderada restrição ao uso.

O pH está compreendido na amplitude normal.

#### AMOSTRA N° 5

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade de acordo com a condutividade elétrica e RAS, apresenta moderada restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio, há severa restrição ao uso. O mesmo ocorrendo com o cloro.

Quanto ao bicarbonato, moderada restrição ao uso.

O pH compreendido na amplitude normal.

## AMOSTRA Nº 6

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade de acordo com a condutividade elétrica e a RAS, apresenta moderada restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio, apresenta moderada restrição ao uso, e podendo ocorrer problemas moderados e evitar sistemas de irrigação por aspersão. E com relação ao cloro têm-se severa restrição ao uso.

Quanto ao bicarbonato não apresenta nenhuma restrição.

O pH compreendido na amplitude normal.

## AMOSTRA Nº 7

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade, de acordo com a condutividade elétrica e a RAS, apresenta moderada restrição ao uso .

Em relação a toxidez do sódio apresenta moderada restrição ao uso. E em relação ao cloro ocorre o mesmo.

Quanto ao bicarbonato não apresenta restrição ao uso.

Ph está compreendido na amplitude normal.

### AMOSTRA N° 8

Do ponto de vista de salinidade, levando-se em consideração a condutividade elétrica, não apresenta restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade, de acordo com a condutividade elétrica e RAS, apresenta moderada restrição ao uso.

Em relação a toxidez do sódio e cloro não apresenta restrição ao uso.

Quanto ao bicarbonato também não existe restrição.

O pH esta na amplitude normal.

### AMOSTRA N° 9

Do ponto de vista de salinidade levando-se em consideração a condutividade elétrica, não apresenta nenhuma restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade levando-se em consideração a condutividade elétrica e a RAS , apresenta moderada restrição.

Em relação a toxicidade do sódio apresenta moderada restrição ao uso. Em relação ao cloro para sistemas de irrigação por superfície não apresenta restrição e de moderada para sistemas por aspersão.

Quanto ao bicarbonato apresenta moderada restrição ao uso.

O pH não está na amplitude normal.

### AMOSTRA N° 10

Do ponto de vista de salinidade levando-se em consideração a condutividade elétrica, apresenta moderada restrição ao uso.

Quanto a permeabilidade levando-se em consideração a condutividade elétrica e a RAS, não apresenta restrição ao uso.

Em relação a toxicidade do sódio apresenta severa restrição ao uso o mesmo ocorre para o cloro.

Quanto ao bicarbonato apresenta moderada restrição ao uso.

O pH está na amplitude normal.

## CONCLUSÃO

- 1 - 80% das águas analisadas apresentam salinidade elevada com restrições moderadas a severas para irrigação e os 20% restantes com salinidade média.
- 2 - As águas de salinidade elevada apresentam restrições severas para irrigação devido aos altos teores de sódio e cloreto, principalmente quando o sistema de irrigação a ser usado for aspersão.
- 3 - Quanto aos efeitos na permeabilidade dos solos causados pelo uso dessas águas, as restrições variam de nula a ligeiras.

## RECOMENDAÇÕES

As águas analisadas podem ser usadas para irrigação em condições especiais, ou seja: solos permeáveis e de boa drenagem e plantas muito tolerantes a sais. A irrigação deve ser executada com manejo adequado e acompanhamento contínuo através de análises da água e dos solos para se evitar problemas de salinização.

## LITERATURA CITADA

ALLISON, L. E. Salinity relation to irrigation. Advances in Agronomy. 16° 139-80. 1964.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. -Water Quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev. 1). FAO, Rome, 1985.

BERNARDO

CAMACHO, A. M. La salinizacion del suelo y des agua subterrânea. bajo um agricultura de riego diversificada. Mexico, Secretaria de Recursos Hidricos, 1975. 34 p.

CORDEIRO, G. G. & MILLAR, A. A. Problemas de sais nas áreas em operação agrícola do projeto de irrigação de São Gonçalo. Petrolina, DNOCS/SUDENE/EMBRAPA, 1978. 21 p.

CRUCIANI, D. E. A drenagem na Agricultura. São Paulo, Nobel, 4ª Ed. 337 p. 1987.

DAKER, A. Irrigação e Drenagem: A água na agricultura. 3º Vol. 7ª Ed. Rio de Janeiro.

HEBRON, D. Os problemas de salinização na irrigação. Recife. SUDENE - Divisão de Documentação, 17p. 1967.

ISRAELSEN, O. W. & HANSEN, V. E. Principios del riego. 2ª Ed. Barcelona, Revestes, 1975. 397 p.

LUNIN

PALACIOS, V. O. Apuntes sobre alguns problemas de drenaje y ensalitramiento de Terrenos agricolas. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colégio de Posgraduados, 1969. 244 p.

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Fortaleza. SUDENE/DNOCS, 1976. 466 p.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvent of saline and alkaline soils. Washington, United States Salinity Laboratory, 1954, 160 p. (Agriculture Handbook, 60).

SALASSIER, B. Manual de Irrigação. 3ª Ed. Viçosa, UFV, 1984.

SANTOS, J. A. S. Efeito da temperatura, pré-embebição e salinidade na germinação e vigor de sementes de algodão (Gossypium hisurtum L.). Campina Grande. Universidade Federal da Paraíba. 1981, 91 p.

SOUZA, R. A. de. Qualidade de água de irrigação. controle de salinidade do solo e sua reabilitação. Petrolina, GEIDA/SUDENE/IICA/CIDIAT, 1973. 66 p.

STROGONOV, B. P. Physiological bases of salt tolerance of plants. Jerusalem, Israel Prog. Scient. Transl. 1964. 279 p.

- THORNE, D. W. & PETERSON, H. B. Irrigated soils. Bombay, Mc Graw-Hill, 1954. 382 p.
- THORNE, D. W. & PETERSON, H. B. Técnica del riego: Fertilidad y explotación de los suelos. 2 ed. México, Compañía Editorial Continental, 1964. 496 p.
- VIPOND, S. & WITHERS, B. Irrigação, projeto e práticas. Ed. Nobel, São Paulo, 1988.
- WALLIHAN E. F; SARPLESS, R. G; PRINTY, W. L. Cumulative toxic effects of boron, lithium and sodium in water used for hidroponic production of tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 14 - 6. 1978.
- WILCOX, L. V. Boron injury to plants. Washington. U. S. Department of Agriculture, 1960. 7 p.
- ZILSTRA, G. & SALINAS, H. Y. Calidad des agua de riego. Petrolina. CPATSA, 1973. 9 p.
- ZYLSTRA, G. & SALINAS, H. Y. Salinidad y drenaje em zonas bajo riego. Lima, Peru, Universidad Nacional Agrária la Molina, Centro Nacional de Recuperacion de Tierras, 1969. v. 2.