



Universidade Federal de Campina Grande
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas
Agroindustriais



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MANEJO DE SOLO E ÁGUA

**DIAGNÓSTICOS DA SALINIDADE DO SOLO E DA ÁGUA NO PERÍMETRO
IRRIGADO ENGENHEIRO ARCOVERDE**

CLAUBER DIEGO BARBOSA DE ALMEIDA

Pombal, 2017



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar

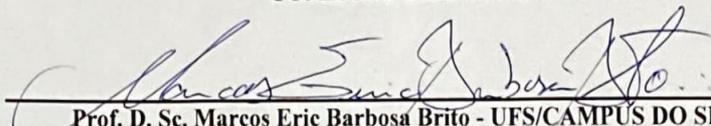
CAMPUS DE POMBAL

“DIAGNÓSTICO DA SALINIDADE DO SOLO E DA ÁGUA NO PERÍMETRO IRRIGADO ENGENHEIRO ARCOVERDE”

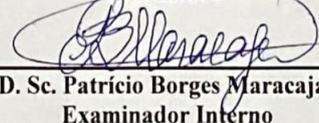
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

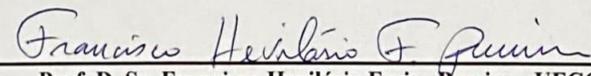
Aprovada em 03/03/2017

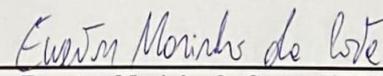
COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. D. Sc. Marcos Eric Barbosa Brito - UFS/CAMPUS DO SERTÃO

Orientador


Prof. D. Sc. Patrício Borges Maracajá – UFCG/POMBAL
Examinador Interno


Prof. D. Sc. Francisco Hevilásio Freire Pereira - UFCG/POMBAL
Examinador Interno


Prof. D. Sc. Ewerton Marinho da Costa - UFCG/POMBAL
Examinador Externo

**POMBAL-PB
MARÇO-2017**

A447d Almeida, Clauber Diego Barbosa de.
Diagnósticos da salinidade do solo e da água no Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde / Clauber Diego Barbosa de Almeida. – Pombal, 2022.
23 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2017.

“Orientação: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito”.
Referências.

1. Salinização. 2. Caracterização do solo. 3. Caracterização da água. 4. Perímetro Irrigado. 5. Agricultura. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Título.

CDU 631.413.3(043)

DIAGNÓTICOS DA SALINIDADE DO SOLO E DA ÁGUA NO PERÍMETRO IRRIGADO ENGENHEIRO ARCOVERDE

RESUMO

A salinização dos solos têm se tornado um dos principais problemas enfrentados pela agricultura, em especial em regiões áridas e semiáridas, onde o balanço entre os fatores de entrada e saída de água no solo é negativo, limitando os recursos hídricos disponíveis, sendo importante diagnosticar problemas relativos a salinidade, em especial em perímetros irrigados. Assim, objetivou-se realizar a caracterização do solo e da água quanto à salinidade no Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde no município de Condado, PB, visando diagnosticar a situação de salinização do solo e da água e estabelecer estratégias de uso destes para fins agrícolas sustentáveis. Para tanto, realizaram-se coletas simples de água e de solos em todas as propriedades ativas dos lotes do perímetro. Sendo a amostra de água relativa a poços subterrâneos e as de solo coletadas nas camadas de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, todas considerando as normas para a amostragem recomendadas pela Embrapa. As coletas foram realizadas em duas épocas, no mês de junho, correspondente ao período pós-chuvas e com temperaturas mais amenas, e em novembro, considerado um dos meses mais quentes e com maior déficit de precipitação. Os solos do perímetro irrigado engenheiro Arcoverde, mesmo no período de seca, foram classificados como não salinos e não sódicos; A irrigação localizada proporciona maior incremento na salinidade do solo, devendo-se usar culturas mais tolerantes; a água usada aumenta o teor de bicarbonato nos solos e o pH, tornando-os alcalinos com o período de estiagem; as águas usadas oferecem risco moderado a problemas de infiltração; Não há risco de salinização ou fitotoxidez por sódio e cloro a partir do uso das águas de irrigação.

Palavras chave: Salinização, solo, água.

DIAGNOSTICS OF SOIL AND WATER SALINITY IN THE ENGENHEIRO ARCOVERDE IRRIGATED PERIMETER

ABSTRACT

Soil salinization has become one of the main issues faced by agriculture in arid and semi-arid regions and the problem is aggravated when the scarce supply of water is taken into consideration. This essay aims, majorly, to characterize the soil and water when it comes to salinity in the Engenheiro Arcoverde Irrigated Perimeter in the municipality of Condado, in order to diagnose the situation of salinization of soil and water and establish strategies for the use of these for sustainable agricultural purposes. Simple water collections and soil samples were collected in the 0-20 cm and 20-40 cm layers, with the collection of 20 sub-samples for each 10 ha, which were standardized to compose a composite sample. The samples were collected in two seasons; in the month of June, corresponding to the post rains period and with milder temperatures, and in November, considered one of the hottest months and with the greatest precipitation deficit. The soils of the irrigated perimeter Engenheiro Arcoverde, even in the dry period, were classified as non-saline and non-sodic. Localized irrigation provides a greater increase in soil salinity, therefore more tolerant crops should be used. The water utilized increases the bicarbonate content in the soils and the pH, making them alkaline during the drought period. Used water samples offer moderate risk of infiltration problems. There is no risk of salination or phytotoxicity by sodium and chlorine from the use of irrigation water

Key words: Salinization, soil, water.

1. INTRODUÇÃO

A seca é um dos fenômenos naturais de maior ocorrência no mundo. Os séculos passaram, mas as secas continuam representando um desastre natural. No Brasil, este fenômeno ocorre, principalmente, na região semiárida do Nordeste, devido à sua vulnerabilidade hídrica, associada à ausência de políticas públicas eficazes, onde as secas, com suas características adversas, contribuem na construção de desastres sociais e ambientais. (SILVA et al, 2013).

Tal fato contribui para a limitação nas condições de vida da população, ocasionando fragilidade da região e apontando, ainda, para a necessidade de intervenções no sentido de, efetivamente, dar condições de vida à população.

Entre as alternativas para a melhoria nas condições de vida, tem-se o uso da irrigação que, desde meados do século XIX, é considerada uma solução para os problemas de secas do Nordeste, região que possui balanço hídrico negativo. Contudo, para se ter condições de realizar a irrigação, seria necessário a construção de açudes para o abastecimento de água à população local e para o melhor aproveitamento agrícola em regime de irrigação das terras férteis, que possibilitariam regularizar a oferta de alimentos na região (SOARES et al, 2009).

As políticas agrícolas no semiárido brasileiro, desde os anos 1960, vêm acompanhadas da implantação dos perímetros irrigados como estratégia geopolítica de expansão seletiva da fronteira agrícola, na perspectiva da indução do desenvolvimento. Os perímetros irrigados são áreas delimitadas pelo Estado, viabilizando a implantação de projetos públicos de agricultura irrigada que, em geral, possuem significativo potencial agricultável, caracterizado pelos solos férteis, presença hídrica, clima favorável e abundante força de trabalho. Estes elementos, conjugados às infraestruturas implementadas (canais, piscinas etc.), favorecem ampla produtividade agrícola.

Todavia, embora se reconheça a potencialidade e a mudança de cenário ocasionada pela introdução de um perímetro irrigado, deve-se considerar a diversidade de impactos ambientais decorrentes do uso da irrigação, a exemplo, tem-se a modificação do meio ambiente, a contaminação de recursos hídricos e a salinização de áreas (BERNARDO, 2008).

Em relação à salinização, segundo informações da FAO, mais de 100 países são afetados por problemas de salinização do solo ou da água, estimando-se que aproximadamente 1 bilhão de ha estejam salinizados (FAO, 2015), verificando-se que o

processo só tende a ficar mais grave, devido à variabilidade climática e às condições de efeito estufa.

A salinidade dos solos é um fenômeno que ocorre, normalmente, nas regiões áridas e semiáridas. Esses solos contêm sais solúveis e/ou sódio trocável passíveis de reduzir, significativamente, o desenvolvimento e, em consequência, a produtividade das culturas (SILVEIRA et al., 2008; BARROS et al., 2009). Em condições naturais, a acumulação de sais no solo é resultado das altas taxas de evaporação, baixa precipitação pluviométrica, de características do material de origem e das condições geomorfológica e hidrogeológica locais (RICHARDS, 1954; BARROS et al., 2004). Ademais, o avanço da irrigação nas regiões semiáridas em áreas de terras marginais e com o uso de águas de baixa qualidade tem incrementado o acúmulo de sais nos solos e, conseqüentemente, sua degradação (RIBEIRO, 2010).

Elevadas concentrações de sais nos solos constituem um dos problemas para a agricultura global, com graves conseqüências econômicas e sociais (FARIFTEH et al., 2007). Num contexto mundial, estima-se que mais de 800 milhões de hectares de terras são áreas afetadas por sais, correspondendo a mais de 6% dos solos aráveis (MUNS&TESTER, 2008).

No Nordeste do Brasil, aproximadamente nove milhões de hectares de solos são afetados por sais (FAGERIA&GHEYI, 1997). Nestas áreas, havendo uma enorme carência de água, foram construídos açudes com elevadas capacidades de armazenamento e nas proximidades construídos perímetros irrigados que, em sua maioria, têm apresentado o problema da salinização dos solos.

Todavia, para se recuperar áreas com problemas de salinidade, ou mesmo para realizar o manejo adequado dos sais no solo, deve-se realizar o monitoramento das áreas, notadamente no sentido de realizar o diagnóstico das condições de salinidade, além dos principais sais presentes no solo.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar a caracterização do solo e da água quanto à salinidade no Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde no município de Condado, visando diagnosticar a situação de salinização das áreas.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar os solos do perímetro irrigado quanto à salinidade;
- ✓ Caracterizar as águas do perímetro irrigado quanto à salinidade;
- ✓ Estabelecer estratégias de uso do solo e da água para fins agrícolas sustentáveis.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Água na agricultura

A água, há milênios, é reconhecida como sendo uma substância vital que está presente na natureza e é parte constituinte fundamental para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta. A estrutura e as funções de um ambiente são determinantes para a sobrevivência de plantas, animais e demais seres vivos (WOLKMER, PIMMEL, 2013).

A agricultura irrigada é a atividade humana que demanda maior quantidade de água. Em termos mundiais, estima-se que esse uso responda por cerca de 70% das derivações de água. No Brasil, esse valor supera os 60% (PAULINO et al, 2011).

A finalidade básica da irrigação é proporcionar água às culturas de maneira a atender às exigências hídricas durante todo seu ciclo, possibilitando altas produtividades e produtos de boa qualidade. Sendo que a quantidade de água necessária às culturas é função da espécie cultivada, da produtividade desejada, do local de cultivo, do estado de desenvolvimento da cultura, do tipo de solo e da época de plantio (BERNARDO, 2008).

O Brasil ocupa a 16ª posição entre os países com maior área irrigada no mundo, detendo cerca de 1% da área mundial irrigada, que é de aproximadamente 277 milhões de hectares. Ademais, as áreas irrigadas no país vêm se expandindo ao longo das décadas e, entre os dois últimos censos agropecuários, a média de incorporação de solos irrigados foi de 150 mil hectares por ano. Todavia, a relação entre área irrigada e área irrigável é de 15%, um percentual relativamente baixo dado o potencial de expansão das atividades agrícolas em solos irrigados, que é de 29,564 milhões de hectares. Além disso, o Brasil é um país que exhibe baixíssima taxa de hectares irrigados por habitante (0,018 ha/habitante), a menor da América do Sul (CHRISTOFIDIS, 2006; MMA, 2006; PAULINO et al., 2011).

3.2 Perímetros irrigados

Com base nos dados disponibilizados pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), entre 1968 e 1992, foram construídos, pelo Governo Federal, 35 perímetros públicos irrigados na região semiárida do Nordeste, distribuídos em três períodos (Tabela 1), onde no estado do Ceará foram instalados 40% de todos os perímetros. Ainda no Nordeste, o Estado de Sergipe possui nove perímetros irrigados estaduais em operação (MACHADO, 2007).

Tabela 1. Distribuição dos perímetros irrigados (DNOCS) no semiárido.

Estados	Nº de perímetros	Período de construção		
		1968-1979	1980-1989	1990-1992
Bahia	3	3	0	0
Ceará	14	10	3	1
Paraíba	3	3	0	0
Permanbuco	4	4	0	0
Piauí	6	4	2	0
Rio Grande do Norte	5	4	1	0
Total	35	28	6	1

Fonte: PONTES et al, 2013.

A irrigação pública implantada pelo Governo Federal em todo o Nordeste tinha, principalmente, os seguintes objetivos: introduzir um novo modelo de produção agrária/agrícola nessa região via modernização da agricultura e incentivo a culturas agrícolas de maior rentabilidade, com destaque para a fruticultura irrigada; e minimizar os conflitos agrários e desviar o debate da reforma agrária para os projetos de colonização, por meio da seleção de irrigantes para ocupar os lotes dos perímetros públicos.

Na Paraíba, foram implantados três perímetros irrigados: São Gonçalo, Sumé e o perímetro em estudo, Engenheiro Arcoverde, no município de Condado; cada com o objetivo de atender a demanda local e regional por alimentos e garantir renda das famílias.

O Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde (PIEA) está localizado no município de Condado, na bacia hidrográfica do Rio Piranhas/Açu, tendo como fonte hídrica o açude Engenheiro Arcoverde, com capacidade de 35.000.000 m³ (SOARES et al, 2009). Também contribuem para esse suprimento 53 poços do tipo amazonas. O Perímetro possui uma área de 920,74 ha, sendo 278,65 ha irrigáveis, onde 69,80% dessa área é irrigada pelo método de superfície (gravidade), 7,0% por aspersão convencional, 1,42% por microaspersão e 21,78% por gotejamento. (DNOCS, 2017).

A produção agrícola do perímetro irrigado Engenheiro Arcoverde, em anos anteriores, foi expressiva para a economia da região onde o mesmo se encontra inserido, no entanto, devido a diversos fatores ligados à produção que influenciam no equilíbrio do meio, como irrigação e adubação excessivas, acarretaram no colapso do perímetro, onde são observados sinais de degradação dos solos e parcelas improdutivas decorrentes de sua salinização e/ou sodificação.

3.2.1 Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde

Em 12 de novembro de 1932 foi criada a comissão técnica de reflorestamento e postos agrícolas do Nordeste, diretamente subordinada ao Ministério da Viação e Obras Públicas, posteriormente denominada de Comissão de Serviços Complementares, ficando agregada ao IFOCS (Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas). De início o Presidente da comissão foi o renomado Engenheiro Agrônomo José Augusto Trindade, ex-Diretor da Escola Agrotécnica Vidal de Negreiros, em Bananeiras - PB. Um dos seus primeiros atos foi designar o Engº Agrônomo Renato Domingues da Silva, para vir elaborar o projeto de construção do Posto Agrícola de Condado.

Em abril de 1934 foi instituída a estrutura organizacional dos Postos Agrícolas, quando o Posto de Condado passou a ter o seu primeiro chefe o Engº Agrônomo Carlos Alves das Neves, auxiliado pelos seus colegas Abelardo Costa e Henrique Bamnotte, e pelo Técnico Agrícola Irineu de Amorim Catão.

À medida que os trabalhos estruturais iam evoluindo, chegavam novos técnicos de diversas categorias, alguns procedentes do Rio de Janeiro, cada qual tomando conta da área de sua especialidade, como seja:

- Construção de Canais de Irrigação e Drenos;
- Preparo de Solos;
- Plantio de Mudanças e Sementes;
- Construção de Prédios, inclusive aviários e pocilgas;
- Construção de Estradas Vicinais;
- Estação Meteorológica.

As terras a jusante da barragem do açude, que pertenciam ao Sr. José Fernandes Ferreira, foram desapropriadas, dando lugar ao Posto Agrícola.

De acordo Xavier (Apud Cruz 2002), já em 31 de dezembro de 1937, o posto estava funcionando a toda plenitude, “faltando, apenas, a construção de algumas casas para auxiliares e operários”. As principais atividades do Posto Agrícola de Condado, na sua área de atuação e ao longo de sua existência foram:

- Experimentação agrícola, testando a adaptabilidade das mais diversas variedades de plantas frutíferas e hortaliças, ao solo e clima da região;
- Produção de mudas e sementes selecionadas;
- Escola de nível primário, com direito a merenda escolar;
- Assistência técnica aos irrigantes e rendeiros do açude;

- Criação de gado vacum, cavalari e muar, de diversas raças puras;
- Energia elétrica para o acampamento;
- Criação de porcos e aves;
- Posto médico;
- Controle e fiscalização de pesca;
- Carpintaria e mercenária;
- Oficina mecânica e ferraria;
- Posto de meteorologia;
- Abastecimento d'água para consumo doméstico;
- Controle e distribuição d'água para irrigação.

O Posto Agrícola de Condado, na condição de “Perímetro Irrigado”, teve grande progresso econômico, enquanto o açude dispôs de volume de água suficiente para atender à irrigação.

Logo nos primeiros anos a renda média mensal por irrigante atingiu os seguintes resultados:

1974 – Cr\$ 14.386,00

1975 – Cr\$ 25.574,00

1976 – Cr\$ 52.077,00

Em 1983, quando tinha 36 colonos assentados, numa área irrigada de 281 hectares, gerou 197 empregos diretos e 394 indiretos, alcançando a renda média de Cr\$ 5.470.000,00 por irrigante.

3.3 Salinidade do solo e da água

A salinização é um problema que afeta 20% da área total dos perímetros irrigados da região semiárida, influenciando na queda da produtividade de frutas e legumes em função dos efeitos deletérios trazidos pelo excesso de sais. O solo que apresenta caráter salino está, geralmente, em regiões com baixa pluviosidade, onde a evapotranspiração é superior à precipitação, limitando o processo de lavagem dos sais acumulados no solo, fato que é agravado pela falta de sistemas de drenagem eficientes. (SOUZA, 2013).

O processo de salinização pode ser de ordem natural ou induzida, sendo o processo natural desencadeado de diversas formas, onde se pode destacar a acumulação de sais provenientes de áreas circunvizinhas, por escoamento superficial; a ascensão por capilaridade dos sais, existentes no próprio terreno e acumuladas em camadas não superficiais; a acumulação de sais em áreas mais baixas, sopés de encostas, zonas de surgente, em

consequência da drenagem sub superficial lateral das posições mais altas. Quanto ao processo de salinização induzida, este ocorre em consequência da deposição dos sais pela água de irrigação, que contém sais em solução, e da elevação dos sais à superfície por ascensão do lençol freático, em virtude da irrigação inadequada e aplicação de fertilizantes (RIBEIRO et al, 2009), associados, sobretudo, a falta de sistemas de drenagem.

Os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser causados pela dificuldade de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos) reduzindo o crescimento e o desenvolvimento das plantas (GHEYI et al, 2016).

O efeito da salinidade sobre as plantas é consequência de dois distintos componentes do estresse salino: (1) o componente osmótico – resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, provocando um *déficit* hídrico pela redução do potencial osmótico; (2) o componente iônico – decorrente dos elevados teores de Na^+ e Cl^- , e da alterada relação K^+/Na^+ e outros nutrientes. (PRISCO & GOMES FILHO, 2010).

O conhecimento dos efeitos dos sais no solo e na planta é de fundamental importância quando se pretende adotar práticas de manejos adequados da água e de cultivos, visando à produção comercialmente com água salina. A recuperação de solos degradados por sais exige estudos e se baseia principalmente nas técnicas de: irrigação, lixiviação, correção, gessagem, pousio, uso de plantas resistentes a sais, todas associadas às práticas de drenagem adequadas (OLIVEIRA, 1999; RIBEIRO et al., 2003).

Dentre as técnicas de recuperação de solos salino-sódicos, a aplicação de corretivos químicos e a lavagem do solo são bastante utilizadas, por atuarem diretamente na correção dos problemas desses solos em relação às plantas. As demais técnicas ou práticas utilizadas são consideradas auxiliares tais como: drenagem, aração, aplicação de resíduos orgânicos, sistematização e nivelamento, etc, por agirem indiretamente sobre algumas propriedades do solo que facilitam a recuperação. No processo de recuperação, comumente são utilizadas várias dessas técnicas, de forma simultânea ou sucessiva (PEDROTI, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização, clima e solo

Realizaram-se coletas de amostras de solo e da água em áreas de produtores do Perímetro Irrigado Federal Engenheiro Arcoverde, localizado no município de Condado-PB, com coordenadas médias de 6° 54' 30'' de latitude Sul e 37° 35' 50'' de Longitude Oeste (Figura 1), altitude média de 340 m, correspondendo à área de 920,74 ha, sendo 278,65 ha irrigáveis.

O Perímetro está inserido no bioma Caatinga, na microrregião de Sousa, na mesorregião do Sertão Paraibano, com clima, conforme classificação de Koppen, do tipo BSh, ou seja, semiárido quente e seco, sendo pertencente a bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu (IBGE, 2015).

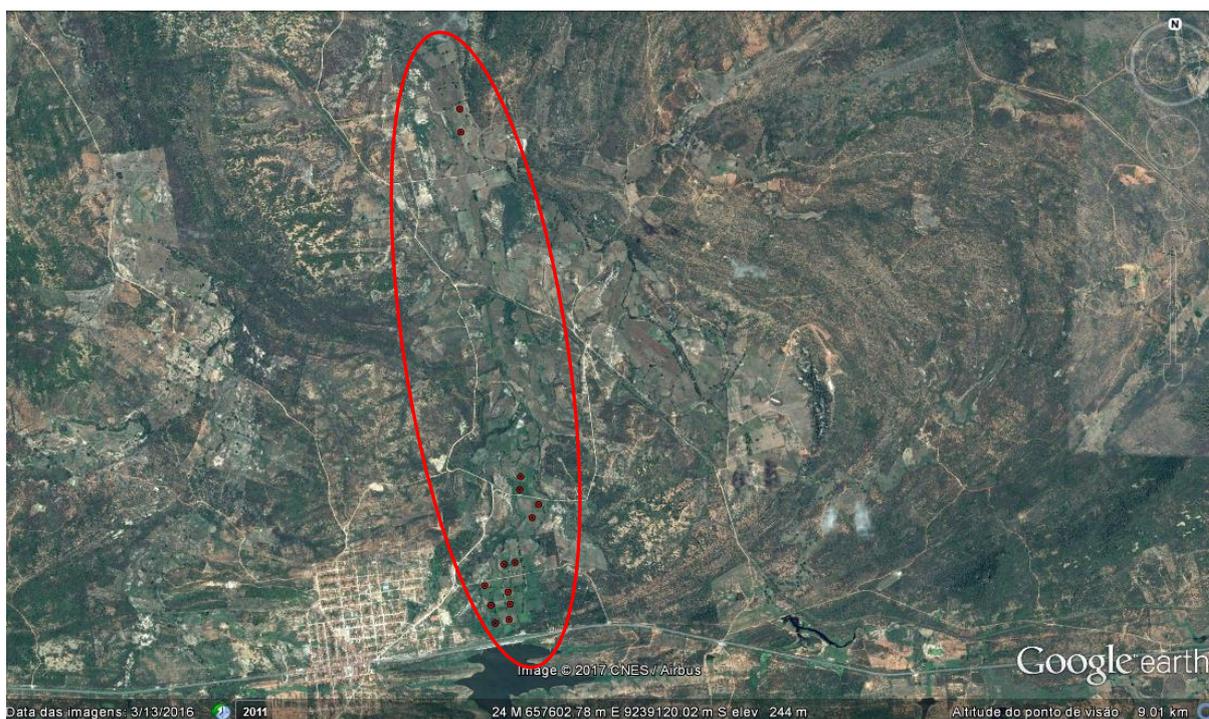


Figura 1: Imagem aérea do município de Condado e do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde com a localização dos pontos de amostragem (em vermelho). Fonte: Software Google Earth.

A temperatura média mensal na região do município de Condado varia de 24°C a 27°C, verificando-se que os meses mais quentes do ano correspondem ao período de outubro a dezembro, os menos quentes, de maio a agosto. Em relação à umidade relativa do ar, não se tem informações locais, todavia, considerando os dados registrados nos postos climatológicos de São Gonçalo (PB) e de Patos (PB), verificam-se valores médios anuais de 64% em São Gonçalo e de 49% em Patos.

A duração efetiva/dia (número de horas de sol), na região do município de Condado, apresenta a seguinte variação em seus valores médios mensais: entre os meses de fevereiro e julho, ocorre uma insolação que varia entre 7 e 8 horas/dia; entre os meses de agosto e janeiro, a insolação fica entre 8 e 9 horas/dia.

A velocidade média do vento na região está entre 2,0 m/s e 3,0m/s. Já a evaporação média anual da bacia, estimada a partir de dados do tanque classe “A”, operado pela SUDENE no posto, situa-se em torno de 2.290 mm. Com relação à precipitação, considerando os dados dos postos pluviométricos das cidades de Condado e Malta, constata-se uma média anual no perímetro de 785 mm, o que gera um balanço hídrico negativo, quando subtraído da evapotranspiração (DNOCS).

4.2 Caracterização de solo e água

Realizaram-se coletas de amostras de solo e de água em 07 (sete) propriedades, o que correspondia a 100% das propriedades do perímetro que se encontravam em funcionamento.

Tais coletas foram realizadas em duas épocas, no mês de junho, correspondente ao período pós-chuvas e com temperaturas mais amenas, e em novembro, considerado um dos meses mais quentes e com maior déficit de precipitação.

Para a coleta de solo, realizaram-se amostras de solos deformadas, nas camadas de 0-20 cm e 20 – 40 cm, procedendo-se a coleta de 20 sub-amostras para cada 10 ha, as quais uniformizadas para compor uma amostra composta, ressaltando-se que houve o cuidado de observação do tipo de solo e de se evitar interferências de materiais que pudessem comprometer as características químicas e físicas, a exemplo de formigueiros e materiais vegetais.

Já para a amostragem de água, foi coletada uma amostra simples de cada propriedade, procedendo-se a identificação com a fonte e o georreferenciamento da propriedade.

4.3 Variáveis analisadas

Em cada amostra de água e de solo, foram determinados: o pH, a condutividade elétrica (C.E.) no extrato de saturação para o solo e da 2:1 para a água, os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- , e SO_4^- solúveis no solo e na água, assim como os conteúdos desses cátions na matriz do solo, utilizando-se de metodologia recomendada por Embrapa (2009), a qual foi adotada pelo laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do CCTA, UFCG.

De posse desses dados, foi determinada a relação de absorção de sódio (RAS) segundo metodologia de Richards (1954) descrita na Equação 1.

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}} \quad \text{Eq. 1}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização das áreas

Ao analisar os sistemas de irrigação e as espécies cultivadas pelos produtores dos lotes amostrados no Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde, nota-se que a principal cultura implantada é o feijão-Caupi, ocupando 43% dos lotes, dividindo espaço com o cultivo de capim elefante, face a aptidão para a criação de animais relacionada a região, em especial de bovinos de aptidão leiteira (Tabela 2). Tais culturas representam, sobretudo, uma condição de subsistência, face a baixa necessidade de tecnologia para a obtenção da produção.

No que se refere aos sistemas de irrigação, verifica-se que a maioria dos produtores usa sistema de irrigação convencional e superficial, que abarcam 85,7% das propriedades amostradas, o que confere o uso de tecnologias de menor custo de aquisição e manutenção, como a irrigação por superfície, e de fácil manejo, como a irrigação por aspersão (Tabela 2). Apenas um produtor usa sistemas de irrigação localizada, com a aplicação do gotejamento no cultivo do tomate, sendo este, o sistema ideal de irrigação na região, em virtude das limitações hídricas já mencionadas.

Tabela 2: Caracterização de espécies, métodos e sistemas de irrigação usada nos lotes em funcionamento do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde. Pombal, PB, 2017.

Lote	Cultura	Método	Sistema
1	Capim elefante	Convencional	Aspersão
2	Feijão-caupi	Superficial	Sulcos
3	Feijão-Caupi	Convencional/Superficial	Aspersão/Sulcos
5	Tomate	Localizada	Gotejamento
9	Banana	Superficial	Sulcos
47	Capim elefante/Feijão-Caupi	Convencional	Aspersão
57	Capim elefante	Superficial	Sulcos

A partir das amostras de solo, foi possível fazer a caracterização física dos solos das áreas, verificando-se que, na maioria dos lotes, a textura dos solos é Franco arenosa (Tabela

3), sendo que nenhum solo tem textura pesada, ou seja, todos os solos possuem textura média a arenosa, o que é interessante para facilitar a drenagem da água. Ressalta-se que a densidade do solo (d_s) destas amostras variou de 1,26 a 1,47 g cm^{-3} , o que caracteriza os solos como não compactados, neste caso, o que é um indicativo que não há impedimento para o crescimento do sistema radicular das culturas até a pressão de 2,0 MPa, condição de intervalo hídrico ótimo.

Tabela 3: Características físicas das amostras de solo coletadas nos lotes em funcionamento do perímetro irrigado engenheiro Arcoverde. Pombal, PB, 2017.

Lote	Umidade %	dp g/cm^3	d_s g/cm^3	Porosidade %	Argila %	Silte %	Areia %	Classe
1	0,70	2,69	1,47	45,11	9,76	14,60	75,63	Franco arenosa
2	1,29	2,54	1,41	44,51	15,77	22,60	61,64	Franco arenosa
3	2,00	2,69	1,34	50,15	20,77	27,59	51,64	Franco argilo arenosa
5	2,30	2,58	1,26	50,81	18,76	29,61	51,64	Franco arenosa
9	2,49	2,65	1,28	51,66	18,74	35,62	45,64	Franca
47	1,40	2,63	1,30	50,38	17,79	19,57	62,64	Franco arenosa
57	1,20	2,67	1,33	49,99	11,76	18,61	69,64	Franco arenosa

5.2. Caracterização da salinidade do solo

Como mencionado, realizaram-se duas amostragem de solos nos lotes do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde, uma em junho, correspondente ao período próximo ao final das chuvas e outra em em novembro, quando se tem o maior deficit hídrico.

Os resultados das análises de salinidade das amostras de solo dos lotes do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde coletadas em junho estão dispostas na Tabelas 4, sendo observado que os valores de pH variaram de 6,7 até 7,31, o que caracteriza os solos próximos à neutralidade. Nesta região de pH, dependendo da espécie cultivada, não se tem problema de disponibilidade expressiva de nutrientes em função do pH.

Quando se estuda a salinidade do solo neste período, verifica-se que os valores de condutividade elétrica variaram, na camada de 0-20 cm, de 0,48 dS m^{-1} até 0,92 dS m^{-1} (Tabela 4), salinidades que estão abaixo da salinidade limiar descritas para as culturas cultivadas, já que o feijão Caupi tolera até 4,9 dS m^{-1} de salinidade no extrato de saturação (CE_{es}) (AYERS; WESTCOT, 1999). O capim elefante é recomendado por Nunes Filho et al. (2003) para cultivo no semiárido, mesmo em condição de solo salino-sódico, o tomateiro possui salinidade limiar de 2,5 dS m^{-1} , já a bananeira, conforme resultados de Carmo et al.,

(2003), há possibilidade de uso de solos com CEes semelhante a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, sendo que todos estes valores são inferiores aos observados na literatura.

Ainda em relação à salinidade, na primeira avaliação constata-se que, na maioria das áreas, a concentração de sais foi menor na camada de 20-40 cm, com exceção da área com o cultivo de tomateiro, onde a salinidade passou de 0,54 para $1,07 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 4), fato que pode ser relacionado ao sistema de irrigação usado, pois, embora seja mais eficiente, a irrigação localizada permite aplicar menor quantidade de água, fazendo com que a concentração de sais possa aumentar.

Tabela 4: Características de salinidade das amostras de solo coletadas no mês de junho nos lotes em funcionamento do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde. Pombal, PB, 2017.

Lote	Cultura	Prof. cm	pH _{ps}	CE dS m ⁻¹	Sat. %	mmol _c dm ⁻³									RAS
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		
1	CAPIM	0-20	6,90	0,54	24,07	1,25	1,88	0,15	3,06	0,00	3,13	2,50	0,02	2,44	
		20-40	6,70	0,48	22,67	1,25	2,50	0,45	1,39	0,00	1,88	2,50	0,10	1,02	
2	FEIJÃO	0-20	6,99	0,63	25,33	1,25	3,13	0,12	2,63	0,00	2,50	5,00	0,04	1,78	
		20-40	7,13	0,54	30,83	1,88	2,50	0,21	2,08	0,00	3,13	2,50	0,02	1,41	
3	FEIJÃO	0-20	7,10	0,73	28,73	1,88	3,13	0,33	3,30	0,00	3,13	5,00	0,02	2,09	
		20-40	7,21	0,73	23,40	1,25	4,38	1,16	1,99	0,00	3,75	5,00	0,04	1,19	
5	TOMATE	0-20	7,10	0,54	32,00	1,88	1,88	0,37	2,63	0,00	1,88	5,00	0,06	1,92	
		20-40	6,91	1,07	31,33	3,13	3,75	0,60	4,14	0,00	3,75	7,50	0,04	2,23	
5	BANANA	0-20	7,31	0,64	32,37	2,19	1,56	0,12	4,41	0,00	3,75	2,50	0,06	3,22	
		20-40	7,30	1,00	28,13	3,13	3,13	0,27	5,69	0,00	2,50	7,50	0,04	3,22	
47	FEIJÃO	0-20	7,31	0,92	29,33	1,88	1,88	0,21	5,69	0,00	2,50	7,50	0,04	4,16	
		20-40	7,22	0,71	35,00	1,88	3,13	0,50	2,63	0,00	4,38	2,50	0,03	1,67	
57	CAPIM	0-20	7,21	0,75	28,67	2,50	1,25	0,07	3,54	0,00	1,88	5,00	0,02	2,59	
		20-40	7,16	0,84	33,00	2,50	1,88	0,17	3,72	0,00	3,13	5,00	0,04	2,52	

Segundo Richards (1954), a acumulação de sais solúveis em quantidades excessivas pode afetar o crescimento e rendimento das plantas mediante um ou mais mecanismos, observando-se que plantas que crescem em meio salino tendem a apresentar menor tamanho; as folhas têm cor verde azulada mais escura do que aquelas que crescem em condições normais, mas podem apresentar queimaduras nas bordas ou clorose nas folhas. Nas áreas de cultivo do Perímetro Engenheiro Arcoverde, no mês de junho, isso não foi observado, fato relativo à baixa concentração de sais no solo.

Quanto ao potencial de sodicidade, relativo aos valores de razão de adsorção de sódio (RAS), constata-se que os valores variaram de 1,78 a 4,16 (mmol_c dm⁻³)^{0,5}, verificando-se

que, ao associar com os valores observados de condutividade elétrica no período, verifica-se risco moderado com infiltração (AYERS; WESTCOT, 1999), em especial no lote 47, onde se tem o cultivo de feijão, devido ao maior valor na concentração de sódio (Na).

Quando se estudou as características de salinidade do solo nas amostras coletadas no mês de novembro (Tabela 5), verificou-se que o pH da pasta de saturação (pH_{ps}) aumentou em relação ao período anterior, verificando-se valores entre 8,49 e 9,57, ou seja, os solos ficaram mais alcalinos, o que pode ser relativo ao aumento nos teores de bicarbonato de sódio, o que pode conferir sodificação ao solo, já que os teores de bicarbonato variaram, na camada de 0-20 cm, de 5,0 a 8,13 mmol_c dm⁻³, ressaltando-se que na avaliação de junho os valores oscilaram entre 1,88 e 3,75 mmol_c dm⁻³ também na camada de 0-20 cm.

A característica de sodificação é mais evidenciada quando se verifica os valores de CEes, que variaram de 0,38 a 1,84 dS m⁻¹ na camada de 0-20 cm, nos lotes 47 e 5 respectivamente, valores que, embora superiores aos observados no mês de junho, ainda não permitem a caracterização como solos salinos, já que a CEes está abaixo de 4,0 dS m⁻¹, como descrito por Richards (1954).

Tabela 5: Características de salinidade das amostras de solo coletadas no mês de novembro nos lotes em funcionamento do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde. Pombal, PB, 2017.

Lote	Cultura	Prof. cm	pH _{ps}	CE dS m ⁻¹	Sat. %	mmol _c dm ⁻³								RAS
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
1	CAPIM	0-20	9,57	0,79	23,33	1,88	3,75	0,12	0,64	0,00	6,25	7,50	0,01	0,38
		20-40	9,35	0,64	23,33	1,25	5,00	0,25	0,86	0,00	5,63	5,00	0,02	0,49
2	FEIJÃO	0-20	8,79	1,05	23,33	5,63	3,75	0,12	1,08	0,00	8,13	7,50	0,03	0,50
		20-40	8,49	0,42	23,33	1,88	3,44	0,12	0,64	0,00	6,88	7,50	0,01	0,39
3	FEIJÃO	0-20	9,26	0,42	30,00	1,56	2,81	0,77	0,86	0,00	5,00	5,00	0,00	0,58
		20-40	9,27	0,60	26,67	1,25	6,88	0,64	1,97	0,00	8,75	5,00	0,04	0,98
5	TOMATE	0-20	8,70	1,84	30,00	7,50	7,50	0,51	3,30	0,00	5,00	12,50	0,02	1,20
		20-40	9,47	0,66	26,67	2,50	4,38	0,90	1,30	0,00	7,50	3,75	0,06	0,70
5	BANANA	0-20	9,15	1,39	40,00	3,75	3,75	0,64	1,75	0,00	6,88	7,50	0,09	0,90
		20-40	9,16	1,08	26,67	3,75	3,75	0,12	2,41	0,00	8,75	10,00	0,04	1,25
47	FEIJÃO	0-20	9,20	0,38	23,33	2,50	0,63	0,12	2,19	0,00	5,00	7,50	0,04	1,75
		20-40	9,42	0,84	30,00	3,13	3,13	0,12	2,86	0,00	6,88	5,00	0,05	1,62
57	CAPIM	0-20	8,54	0,64	30,00	2,50	3,13	0,51	0,86	0,00	6,88	5,00	0,03	0,51
		20-40	9,02	0,82	30,00	3,13	4,38	0,77	1,08	0,00	8,75	2,50	0,05	0,56

Ademais, embora tenha a tendência de sodificação, não é possível classificar os solos destas áreas como sódicos, já que os valores de RAS ficaram abaixo de $1,75 \text{ (mmolc dm}^{-3}\text{)}^{0,5}$. Nesta realidade, deve-se considerar que o solo possui pH acima de 8,5, mas CEes abaixo de 4,0 e RAS menor que 13, sendo assim, não é possível caracterizar o solo como normal, mas é possível reduzir os efeitos do aumento do pH, em especial na disponibilidade de nutrientes, com a adição de gesso, que pode permitir o incremento de Ca, e neutralizar parte do bicarbonato que está ativo na solução, reduzindo o pH.

Deve-se salientar que o maior aumento na concentração de sais entre os períodos ocorreu no lote 5, onde se tinha o cultivo de tomate usando o gotejamento, onde se notou uma CE de $0,54 \text{ dS m}^{-1}$ em junho e de $1,84 \text{ dS m}^{-1}$ em novembro, como a salinidade limiar do tomateiro é $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, esse incremento não representa, até o momento, problemas de salinidade, todavia, deve-se tomar o cuidado com a lavagem dos sais. Ainda, ressalta-se que o incremento é fruto da menor quantidade e eficiência no uso da água por esses sistemas, fato confirmado pela menor condutividade elétrica na camada de 20-40 cm, o que é interessante, já que se perde menos fertilizantes, embora se destaque a necessidade de uso de fração de lixiviação, que pode ser resolvido com o período de chuvas.

5.3 Análises de água

A água utilizada para a irrigação do perímetro irrigado é proveniente do Açude Engenheiro Arcoverde e como suprimento existem 53 poços tipo amazonas (DNOCS). Devido à seca que atinge a região onde o perímetro se localiza a água que vem sendo utilizada para a irrigação dos lotes analisados provém desses poços, onde cada lote possui seu poço individual.

O resultado da análise química da água de irrigação dos 7 (sete) lotes do perímetro irrigado se encontram na Tabela 6, na qual se nota que os valores de pH da água utilizada para a irrigação variaram entre 5,55 (lote 03) a 6,32 (lote 47), o que caracteriza como ligeiramente ácida.

O pH é um importante fator na avaliação da conveniência de uma água para irrigação. O pH é um índice que caracteriza o grau de acidez ou de alcalinidade da água ou do solo. No caso das águas para irrigação, o pH normal é entre 6,5 e 8,4. Águas com pH acima de 8,4 podem provocar entupimentos nos sistemas de irrigação localizados, devido à precipitação do carbonato de cálcio (CaCO_3). Por outro lado, águas com valores de pH baixos podem corroer rapidamente os componentes metálicos do sistema de irrigação por aspersão, como observado nas águas analisadas.

Tabela 6: Características de salinidade das amostras de água coletadas no mês de junho nos lotes em funcionamento do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde. Pombal, PB, 2017.

Lote	pH	CE dS m ⁻¹	mmolc dm ⁻³								RAS
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
1	5,90	0,50	1,10	0,90	0,12	2,01	0,00	4,05	2,80	0,00	2,01
2	5,79	0,56	1,20	1,45	0,17	1,86	0,00	3,55	2,40	0,00	1,62
3	5,55	0,44	1,15	1,35	0,13	1,73	0,00	2,85	2,00	0,00	1,55
5	5,62	0,35	0,95	0,55	0,09	1,47	0,00	2,70	1,80	0,00	1,69
9	5,66	0,42	0,85	1,60	0,10	1,76	0,00	3,40	1,80	0,00	1,59
47	6,32	0,40	0,70	1,50	0,08	1,71	0,00	2,45	2,00	0,00	1,63
57	5,77	0,45	0,95	1,35	0,24	1,76	0,00	2,95	2,00	0,00	1,65

Relativo à salinidade das águas, nota-se que os valores variaram de 0,35 a 0,56 dS m⁻¹, o que permite a classificação das águas como de baixa salinidade, ou do tipo S1, conforme classificação de Pizarro descrita em Almeida (2010).

Quanto aos teores de Na e Cl, ao considerar a classificação descrita em Ayers e Westcot (1999), pode-se notar que não há restrição de uso das águas, já que os teores de Na foram inferiores a 3,0 mmolc dm⁻³ e os valores de Cl⁻ menores que 4,0 mmolc dm⁻³ (Tabela 6). Todavia, ao analisar os teores de bicarbonato (HCO₃⁻) (Tabela 6), constata-se que o grau de restrição é moderado, já que os valores ficaram entre 1,5 e 8,5 mmolc dm⁻³ (Ayers; Westcot, 1999), fato interessante, pois confirma que o aumento dos teores deste elemento e, em consequência, do pH observado nas análises das amostras de solo coletadas em junho (Tabela 4) e novembro (Tabela 5), foi relativo ao incremento da irrigação com estas águas.

Ao analisar os valores de RAS (Tabela 6), verifica-se uma variação de 1,55 a 2,01 (mmolc dm⁻³)^{0,5}, sendo o menor valor observado no lote 3 e o maior no lote 1, todavia, todas as amostras de água podem ser enquadradas como de risco moderado a problemas de infiltração (Ayers; Westcot, 1999), trazendo um alerta aos produtores quanto à necessidade de adição de matéria orgânica e do bom preparo de solo. Ainda, considerando que a maioria dos solos foram caracterizados, fisicamente, como de textura média a arenosa (Tabela 3), o risco de problemas de infiltração pode ser mais facilmente minimizado, como mencionado, todavia, isso só ocorrerá com os cuidados no preparo de solo, adição de matéria orgânica, uso de corretivos de pH, entre outras técnicas para o uso sustentável dos sistemas.

5.4 Recomendações

Deve-se aplicar, anualmente, corretivos ao solo, em especial o gesso, de modo a aumentar os teores de Ca e reduzir o teor de HCO_3^- disponíveis na solução.

Como há riscos de moderado de infiltração, deve-se acrescentar material orgânico no solo, o que pode ser feito com adubação verde com uso do feijão-caupi, cultura potencial para a região.

Deve-se tomar cuidados com o preparo do solo, não se fazendo o mesmo tipo de preparo todos os anos, evitando-se a formação de camadas de impedimento.

6. CONCLUSÕES

Os solos do Perímetro Irrigado Engenheiro Arcoverde, mesmo no período de seca, foram classificados como não salinos e não sódicos;

A irrigação localizada proporciona maior incremento na salinidade do solo, devendo-se usar culturas mais tolerantes;

A água usada aumenta o teor de bicarbonato nos solos e o pH, tornando-os alcalinos com o período de estiagem;

As águas usadas oferecem risco moderado a problemas de infiltração;

Não há risco de salinização ou fitotoxidez por sódio e cloro a partir do uso das águas de irrigação;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. Dados eletrônicos- Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura, 234p., 2010.

AYERS, R.S., WESTCOT, D.W. Qualidade da água na agricultura. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Campina Grande, Brasil. 153 p., 1999.

BARROS, M. DE F. C.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, T. O.; CAMPOS, M. C. C. Influência da aplicação de gesso para correção de um solo salino sódico cultivado com feijão caupi. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.9, p.77-82, 2009.

BARROS, M. DE F. C.; FONTES, M. P. F.; ALVAREZ V., V. H.; RUIZ, H. A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, p.59-64, 2004.

BERNARDO, Salassier. "Impacto ambiental da irrigação no Brasil." Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Viçosa: MMA, SRH, ABEAS, UFV 34 (1997).

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. & RIEHS, P. J. 1975. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de vegetais e animais no Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 47: 411-467 (suplemento).

CARMO, G..A. do; MEDEIROS, J.F. de; TAVARES, J.C.; CHEYI, H.R.; SOUZA, A.M.; PALÁCIO, E.A.Q. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.25, n.3, p.513-518, 2003.

CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável. Revista Ciências Exatas, v. 12, n. 1, p. 37-46, 2006.

FAGERIA, N. K.; GHEYI, H. R. Efeitos dos sais sobre as plantas. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. de. (ed.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.125-131.

FARIFTEH, J.; VAN Der Meer, F.; ATZBERGER, C.; CARRANZA, E.J.M. Quantitative analysis of salt-affected soil reflectance spectra: A comparison of two adaptive methods (PLSR and ANN). Remote Sensing of Environment, v.110, p.59-78, 2007.

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S. DE; ASSIS JR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (org). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Viçosa: Folha de Viçosa/SBCS. v.1. 2000. p.329-346.

GRAZIANO, F. (1998) Agricultura: a produção de água limpa. Agroanalysis, 18:60-63.

LOPES, A. S. Solos sob cerrado: características, propriedades, manejo. Piracicaba: Potafos, 2 ed. 162p. 1984.

MACHADO, Regina et al. Efeito da Salinidade em Características Físico-Hídricas em Solos Salino-Sodilizados no Perímetro Irrigado Jabiberi-SE. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. INOVAGRI, Fortaleza, Ce. v.1, n.1, p.15–19, 2007.

MOURA, W. V. B. de.; LIMA, A. S.; QUEIROZ, A. F. de.; PINTO, C. R. S.; GURGEL, H. C. Projeto água fonte de vida/ PROASNE – gênero – meio ambiente-saúde – educação: UFC e comunidade buscando desenvolvimento ecologicamente sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 2., 2004, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2004.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, v.59, p.651–681, 2008.

PAULINO, Janaina et al. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. Irriga, v. 16, n. 2, p. 163, 2011.

PEDROTTI, Alceu et al. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET), v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PONTES, Andrezza Graziella Veríssimo ; GADELHA, Diego ; FREITAS, Bernadete Maria Coêlho ; RIGOTTO, Raquel Maria ; FERREIRA, Marcelo José Monteiro. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, RJ, v. 18, n. 11, p. 3213-3222, nov. 2013.

PRISCO, J. T. & Gomes Filho, E. Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 472.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washinton: U. S. Department of Agriculture, 1954. 160p. AgriculturalHandbook, 60.

RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: CURI, N.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S; ALVAREZ, V. H. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, p.165-208.

RIBEIRO, M. R. BARROS, M. F. C. FREIRE, M. B. G. S. Química dos solos salinos e sódicos. In: Química e Mineralogia do Solo, Parte II. SBCS, Viçosa, 2009

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. DE (ed). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2010. p.11-19.

SILVA, Virgínia Mirtes De Alcântara et al. O desastre seca no Nordeste Brasileiro. POLÊM!CA, v. 12, n. 2, p. 284-293, 2013.

SILVA, Ê. F. de F. Avaliação da eficiência de diversos produtos na recuperação de um solo salino-sódico e seus efeitos na cultura de arroz (*Oryza sativa* L.). Campina Grande, PB, 1997. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal da Paraíba.

SILVEIRA, K. R.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; HECK, R. J.; SILVEIRA, R. R. Gypsumsaturatedwatertoreclaimalluvial saline sodicandsodicsoils. *Scientia Agrícola*, v.65, p.69-76, 2008.

SOARES, G. F.; CHAVES, A. D. C. G.; RODRIGUES, R. B.; ARAÚJO, J. P. Açude Engenheiro Arcoverde: Impactos Ambientais no Município de Condado – PB. *INFOTECNARIDO (Mossoró – RN – Brasil)* v.3, n.1, p.43-55 janeiro/dezembro de 2009.

SOUZA, Deorgia Tayane Mendes de. Salinização em Perímetros Irrigados: O caso do Perímetro Irrigado Mandacaru-Juazeiro (BA). Juazeiro, Bahia. 2013.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política nacional de recursos hídricos: governança água e cidadania ambiental. *Revista Sequência*, Florianópolis, v. 34, n. 67, Dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-70552013000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 abr. 2016.