



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**HUMBERTO GILDO DE SOUSA**

**DIAGNÓSTICO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS POR SAIS E DA**  
**PRODUTIVIDADE DO COQUEIRO NO PERÍMETRO IRRIGADO**  
**CURU PENTECOSTE, CEARÁ**

**FORTALEZA-CE**

**2015**

HUMBERTO GILDO DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS POR SAIS E DA  
PRODUTIVIDADE DO COQUEIRO NO PERÍMETRO IRRIGADO  
CURU PENTECOSTE, CEARÁ**

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.

**FORTALEZA-CE**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

S696d      Sousa, Humberto Gildo de.  
              Diagnóstico dos níveis de degradação dos solos por sais e da produtividade do coqueiro no  
              perímetro irrigado Curu Pentecoste, Ceará / Humberto Gildo de Sousa. – 2015.  
              36 f. : il., color.

              Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
              Departamento de Fitotecnia, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2015.  
              Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.

              1. Solos – Salinidade. 2. Coqueiro. 3. Plantas – Efeito dos sais. 4. Solos – Degradação. I. Título.

---

CDD 631

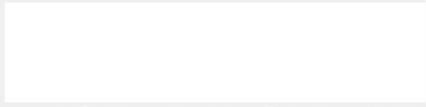
HUMBERTO GILDO DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS POR SAIS E DA  
PRODUTIVIDADE DO COQUEIRO NO PERÍMETRO IRRIGADO  
CURU PENTECOSTE, CEARÁ**

Monografia submetida ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará como parte das exigências da Disciplina Atividade Supervisionada, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 19 / 06 / 2015

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Raimundo Nonato Távora Costa, D. Sc. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
Antônia Leila Rocha Neves, D. Sc. (Conselheira)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

  
Eng. Agr. José Alfredo de Albuquerque, D. Sc (Conselheiro)  
Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, através da fé e sabedoria ensinou o livre arbítrio, e com ele tive as minhas melhores escolhas;

A toda minha família, em especial, aos meus pais, Eduardo e Hosana, aos meus irmãos Paulo, Carlo, Wilson, Gilson, Milton, Gleiciane e Gilsilane, aos meus amigos que também de alguma forma me incentivaram para que eu não desistisse do meu sonho.

Aos meus Avôs (in memória), que com eles tive valores muito importantes na vida, Antônio Mariano e Alvina Mariano, os quais me presentearam com toda a força de pessoas do bem que souberam crescer com seus esforços, À Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias e a todos os Departamentos, em especial, ao de Engenharia Agrícola pela formação;

Ao Professor Dr. Raimundo Nonato Távora Costa, meu orientador e amigo, pelos ensinamentos passados em trabalhos de campo durante alguns semestres que atuei como bolsista de iniciação científica, adquirindo conhecimentos práticos além de não medir esforço para que esse trabalho acontecesse;

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, INCTSal, pelo financiamento e apoio ao projeto;

Ao Eng. Agr. José Alfredo de Albuquerque, pela sua atenção e dedicação, tanto no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, DNOCS, como na UFC, foram-me de extrema importância e fundamental em minha formação acadêmica;

Ao professor Claudivan Feitosa de Lacerda, com todo ensinamento e dedicação sempre orientado nos experimentos de campo durante o período que trabalhamos juntos;

A Dra. Antônia Leila Rocha Neves, pela participação na avaliação da monografia;

Ao colega e amigo Paulo Gleison, por todo o conhecimento que adquirimos juntos durante toda jornada de trabalho em campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola-UFC;

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Curu: Alfredo, Valmir, Socorro, Toinha, Elisa, Roberto, Chico Amaro e José Hamilton;

Aos agricultores irrigantes do Perímetro Curu Pentecoste dos Núcleos A ao H;

Aos meus Pais, **Antônio Eduardo de Sousa** e **Maria Hosana de Sousa**, por ter confiado em mim e me dado força, apoio e carinho para que eu não desistisse do meu sonho.

“Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito para ser insignificante”.

(Augusto Branco)

# DIAGNÓSTICO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS POR SAIS E DA PRODUTIVIDADE DO COQUEIRO NO PERÍMETRO IRRIGADO CURU PENTECOSTE, CEARÁ

## RESUMO

A pesquisa foi realizada no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste e teve como objetivo avaliar a extensão de solos degradados por sais e das produtividades do coqueiro nos oito setores hidráulicos do perímetro. Os agricultores são de base familiar em número de 173, cada um ocupando uma área de aproximadamente 4,13 ha, os quais são irrigados por superfície através do sistema de sulcos. As amostras de solo foram coletadas na camada de 0 – 0,3m, em todos os setores, em total de sete coletas para formar uma amostra composta por cada lote agrícola. Nestas amostras foram determinadas a condutividade elétrica (CE) no extrato 1:1 e a percentagem de sódio extraído (troçável + solúvel). Os dados de CE foram corrigidos para o extrato de saturação. Utilizou-se como referência para a estratificação dos solos degradados por sais, classificação proposta por Pizarro (1976), que constitui uma adaptação da classificação americana do Laboratório de Salinidade. Realizou-se um diagnóstico da produtividade do coqueiro, por representar 74% da área cultivada onde foram realizadas as amostragens de solo. Os resultados permitiram as seguintes conclusões: - Em 2/3 do total da área amostrada identificaram-se solos com CE superiores a  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  e/ou PST superior a 7%; - Os mapas de isosalinidade e isosodicidade permitiram visualizar uma predominância de solos degradados por sais à margem direita do Rio Curu; - Os níveis de produtividade do coqueiro em praticamente todos os setores hidráulicos se encontram dentro da faixa de referência; A diferenciação nos níveis de produtividade guardam uma relação mais direta com o manejo da cultura do que propriamente com os níveis de degradação dos solos por sais.

**Palavras-chave:** 1. Solos – Salinidade. 2. Coqueiro. 3. Plantas – Efeito dos sais. 4. Solos – Degradação.

# DIAGNOSIS OF SOIL DEGRADATION BY SALINITY AND COCONUT YIELD IN THE IRRIGATED PERIMETER OF CURU PENTECOSTE, CEARÁ

## ABSTRACT

The survey was conducted in the Irrigated Perimeter Curu Pentecost and aimed to assess the extent of degraded soils by salts and the coconut productivity in the eight hydraulic perimeter sectors. Farmers are family based on number of 173, each occupying an area of about 4.13 ha, which are irrigated by surface through the furrow system. Soil samples were collected in all sectors, following a pattern collection in the 0 - 0.3 m, at random, in total of seven collections to form a sample of each agricultural plot. In these samples the electrical conductivity in the 1:1 soil:water extract ( $EC_{1:1}$ ) and the proportion of extracted sodium (soluble + exchangeable) were determined.  $EC_{1:1}$  data were corrected for saturation extract. It was used as a reference for the stratification of degraded soils by salts, classification proposed by Pizarro (1976), which is an adaptation of the American classification of the US Salinity Laboratory. We conducted a diagnosis of coconut yield, to represent 74% of the cultivated area where soil samples were taken. The results allowed the following conclusions: - In two thirds of the total sampled area were identified soils with EC greater than  $2.0 \text{ dS m}^{-1}$  and / or PST higher than 7%; - Maps of iso salinity and iso sodicity allowed us to visualize a predominance of degraded soils by salts on the right bank of the Curu river; - Coconut yield are within the reference range at all hydraulic sectors evaluated; The difference in coconut yield keep a more direct relationship with crop management than with the proper levels of soil degradation salinity.

**Keywords:** 1. Soil - Salinity. 2. Coconut. 3. Plants - Effect of salts. 4. Soil - Degradation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste na Bacia Hidrográfica Curu, Ceará.....	20
<b>Figura 2</b> – Localização da barragem da Serrota, Rio Curu e canais P1 e P2.....	21
<b>Figura 3</b> – Estratificação percentual das áreas degradadas por sais no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará, conforme Pizarro (1976). ....	26
<b>Figura 4</b> – Isolinhas de salinidade ( $\text{dS m}^{-1}$ ) no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.....	27
<b>Figura 5</b> – Isolinhas de sodicidade (PST) no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.....	28
<b>Figura 6</b> – Rede de fluxo do lençol freático no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará...29	
<b>Figura 7</b> – Produtividade média do coqueiro no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classificação de solos salinos, adaptado por Pizarro (1976).....	22
<b>Tabela 2</b> – Classificação de solos sódicos, adaptado por Pizarro (1976).....	22
<b>Tabela 3</b> – Áreas e percentuais de solos degradados por sais no âmbito do Perímetro Irrigado.....	24
<b>Tabela 4</b> – Produtividade média do coqueiro no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFC	Universidade Federal do Ceará.
CE	Condutividade Elétrica.
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.
CV	Coefficiente de Variação.
FEVC	Fazenda Experimental Vale do Curu.
pH	Potencial Hidrogeniônico.
PST	Porcentagem de Sódio Trocável.
MO	Matéria Orgânica.
ha	Hectare.
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
Dnocs	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.
INCTSal	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade.
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
CCA	Centro de Ciências Agrárias.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Salinidade e sodicidade do solo.....	15
2.2 Efeitos da salinidade nas plantas .....	16
2.3 A cultura do coqueiro .....	17
2.4 Aspectos do manejo da irrigação e salinidade do solo .....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 Caracterização do local da pesquisa .....	20
3.2 Padrão de estratificação dos solos salinos e dos solos sódicos .....	22
3.3 Coleta de amostras de solo e análises de laboratório.....	23
3.4 Extensão do problema de áreas degradadas por sais .....	23
3.5 Diagnóstico e análise de dados de produtividade do coqueiro .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
4.1. Distribuição dos solos salinos e dos solos sódicos por setor hidráulico.....	24
4.2 Mapas de isosalinidade e isosodicidade .....	26
4.3 Produtividade média do coqueiro por setor hidráulico.....	29
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A irrigação por superfície ou irrigação não-pressurizada foi o primeiro método de irrigação a ser utilizado no mundo. Há 6.000 anos a civilização da mesopotâmia já empregava esse método de irrigação, ainda que de forma rudimentar (KANK, 1972). Cerca de 18% das terras cultivadas no mundo são irrigadas, e aproximadamente 56% desse total é irrigado por superfície. Existem vários tipos de sistemas de irrigação por superfície, e cada um tem sua particularidade de uso de acordo com as condições que se adapta cada um. A irrigação por superfície pode ser dividida em: Irrigação por sulco, Irrigação por faixa e Irrigação por Inundação. A Irrigação por sulcos consiste na aplicação de água em pequenos canais, sulcos ou corrugações onde a água aplicada infiltra ao longo do perímetro molhado e se movimenta vertical e lateralmente, umedecendo o perfil do solo. Os sulcos podem ser do tipo comum ou de terra plana, em contorno, em corrugação, em nível e em ziguezague. Sendo que a distribuição de água nos sulcos pode ser por sifões, bacias auxiliares e tubos janelados (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). Na irrigação por faixa a água é aplicada em faixas de terra, geralmente com certa declividade longitudinal e separadas por elevações denominadas diques ou taipas. Esse método de irrigação é muito utilizado para irrigação de pastagem e, ou, culturas que tem a característica de cobrir toda a superfície do solo onde estar sendo cultivado (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

A irrigação por superfície tem potencial para acentuar a salinidade do solo, pois a aplicação de elevadas lâminas de irrigação pode favorecer a elevação do lençol freático, trazendo sais para a superfície do solo. Pode ocorrer ainda, a concentração dos sais devido à evaporação da água no longo intervalo entre as irrigações. Outros fatores que proporcionam o aumento da salinidade nos solos são: manejo inadequado do solo e da água, drenagem do solo limitada em decorrência da baixa condutividade hidráulica dos solos, as condições topográficas desfavoráveis, a constante exploração agrícola das terras, a concentração de sais por fertilizantes, o tipo de irrigação praticada e, no caso dos Perímetros Irrigados Públicos Federais, a falta de manutenção nos coletores.

O Perímetro Irrigado Curu Pentecoste no Ceará, de acordo com relatório interno do Dnocs (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), tem uma área irrigável entregue aos produtores familiares de 885,4 ha. Desse total já existem 103,10 ha salinizadas e 40,0 ha com tendência a salinização, o que corresponde aproximadamente 16% de áreas

comprometidas que seria para produção agrícola (DNOCS, 1976). Segundo Gheyi (2000), no seminário brasileiro, aproximadamente 25% das áreas irrigadas já estão salinizadas.

O manejo inadequado da irrigação é uma das grandes causas da salinidade e sodicidade do solo. Nos casos de manejos de irrigação que não priorizam a adição de uma lâmina de lavagem de sais pode ocorrer acúmulo de sais no perfil do solo, contribuindo para a intensificação da salinidade. Em outros casos onde a lâmina de lixiviação de sais é excessiva pode ocorrer a lixiviação de sais favorecendo o acúmulo do sódio e caracterizando a sodicidade.

O incremento da salinidade ou sodicidade do solo associado ao manejo inadequado da irrigação, na maioria dos casos, traz implicações negativas na produtividade das culturas. Os sais no solo podem interferir no desenvolvimento de um número significativo de culturas, isso ocorre pelo aumento da pressão osmótica na solução do solo, afetado com a inibição da capacidade fisiológica da planta em absorver a água, podendo assim acumular vários íons tóxicos, como exemplo o Boro, atuando com distúrbios no balanço de íons. (BURING, 1970; HAYWARD, WADLEIGHT, 1949).

Nesse contexto, objetivou-se realizar um levantamento da extensão dos problemas de solos degradados por sais e das respectivas produtividades do cultivo do coqueiro em todos os setores hidráulicos do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1- Salinidade e sodicidade do solo

No solo, o efeito da salinidade relacionado ao desenvolvimento vegetal provém de alterações nas suas propriedades químicas e físicas. Nas propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, ocasiona redução de sua fertilidade e, em longo prazo, pode levar a desertificação (D'ALMEIDA *et al.*, 2005).

O efeito do excesso de sais ocorre principalmente pela interação eletroquímica entre os sais e a argila (SERTÃO, 2005). A alta condutividade elétrica observada em solos salinos se deve as altas concentrações de sais, podendo restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a níveis antieconômicos, em função da elevação do potencial osmótico (MENDES *et al.*, 2008). A implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas.

Em relação às alterações nas propriedades físicas do solo, a sodicidade provoca desestruturação, aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água no solo pelo excesso de íons sódicos (RHOADES *et al.*, 2000). O sódio aumenta a espessura da dupla camada iônica (RIBEIRO *et al.*, 2009). A principal caracterização desse efeito é a expansão da argila quando umedecida e a contração quando seca (SERTÃO, 2005). Assim, seu excesso na solução do solo provoca a dispersão da argila e, desta forma, acarreta em uma camada adensada que dificulta o crescimento, respiração, expansão radicular, além da absorção de água e fixação de CO<sub>2</sub> pela planta (TÁVORA *et al.*, 2001).

Portanto, a salinidade, uma vez que influencia na estrutura do solo, reduz também a sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção. Neste caso, afeta também a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato íon-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) e, assim, interferindo na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (PRADO, 2008), efeito semelhante ao observado em solos compactados (NOVAIS; MELLO, 2007). Deste modo, a salinidade pode afetar a fisiologia das plantas cultivadas devido às alterações químicas e físicas do solo (SERTÃO, 2005).

Pizarro (1976) adaptou um modelo americano e sugeriu uma classificação para solos salinos e sódicos contendo quatro classes de solos salinos ou sódicos, denominadas de

solos ligeiramente salino e ligeiramente sódico, medianamente salino e medianamente sódico, fortemente salino e fortemente sódico e por último, extremamente salino e extremamente sódico.

Segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2006), no Brasil, a salinização dos solos tem sido causada por vários motivos: utilização de águas de má qualidade (alta salinidade), irrigação mal conduzidas usando métodos de irrigação inadequados, e assim ocasionando elevação do lençol freático, adicionando sais ao solo o que pode ocasionar em problemas de infiltração da água no solo e assim favorecendo toxicidade às plantas (ALMEIDA, 2010), manejo incorreto da adubação, aplicação de adubos em excesso, solos mal drenados devido a dispersão das argilas, ocasionando redução de microporos e macroporos do solo, dificultando a infiltração de água e aeração entre outros danos.

Segundo Batista *et al.* (2002). Todo solo localizado em regiões climáticas onde são caracterizadas por baixas precipitações e altos índices de déficits hídricos, se mal drenados, tendem a se tornar salinos com a irrigação, embora que a mesma seja feita com água de boa qualidade.

## **2.2 Efeitos da salinidade nas plantas**

De acordo com Lima (2007), as plantas denominadas de halófitas são altamente tolerantes à salinidade e apresentam a capacidade de absorver o cloreto de Sódio e acumular nas folhas, estabelecendo um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água no solo. Já para Levitt (1980), as plantas denominadas de glicófitas são mais sensíveis à salinidade e apresentam problemas de desenvolvimento em níveis baixos de cloreto de Sódio.

Macedo *et al.* (2007) afirmam que os sais solúveis produzem os seguintes efeitos adversos às plantas: i) aumentam a pressão osmótica da solução do solo com conseqüente redução da água disponível; ii) causam um desbalanceamento nutricional; iii) o excesso de Sódio pode deteriorar a estrutura do solo, resultando numa menor penetração das raízes e restringindo o movimento de água e ar; e iv) causam toxidez direta quando certos sais constituintes, tais como, cloretos, Sódio e Boro estão individualmente em excesso.

Conforme Larcher (2000), os efeitos negativos da salinidade nas plantas estão relacionados com reduções na fotossíntese, respiração, transpiração e translocação, além de um desbalanço hídrico e/ou iônico na planta. Quando o Sódio é o íon predominante, observa-se toxidez nas plantas, dispersão de argilas e desestruturação dos solos, limitando

consideravelmente o processo de infiltração de água no solo e sua condutividade hidráulica (LEBRON; SUAREZ; YOSHIDA, 2002).

### **2.3 A cultura do coqueiro**

A utilização de espécies com maior tolerância à salinidade tem sido outra estratégia recomendada na recuperação de solos degradados pelo excesso de sais e sódio (QADIR *et al.*, 2007). Dentre as espécies vegetais de conhecida tolerância à salinidade, o coqueiro, de uma maneira particular, por sua ocorrência natural em zonas costeiras, caracterizadas por apresentarem um acentuado gradiente de salinidade do solo (Ferreira Neto *et al.*, 2007), pode apresentar características de adaptação ao excesso de sais no solo e, portanto, ser aproveitada como uma das espécies potenciais para a revegetação de áreas afetadas por sais no semiárido brasileiro.

Vale ressaltar que a cocoicultura tem grande importância no cenário nacional e mundial, o Brasil ocupa a quarta posição no ranking da produção de coco, perfazendo 5% da produção mundial, ficando atrás somente da Indonésia, Filipinas e Índia (FAO, 2011). O Brasil possui 261,761 mil hectares cultivados com a cultura do coqueiro e no ano de 2011 obteve uma produção de 1,86 bilhões de frutos colhidos. No ano de 2010, a participação das regiões brasileira na produção de coco revelou que o nordeste produziu 71,9% do total, seguido pelo Sudeste com 14,6% e Norte com 13,5%, com área total colhida de 84,6% na região Nordeste, 9% na região Norte e 6,4% na região Sudeste (AGRIANUAL, 2012).

A cultura do coqueiro é responsável no Brasil pela geração de aproximadamente 500.000 empregos diretos e indiretos, ocupando uma área em torno de 281.000 ha, distribuída em cerca de 220.000 propriedades, 85% das quais com menos de 10 ha. A maior parte desta área encontra-se ocupada com coqueiros da variedade gigante e com híbridos distribuídos ao longo do litoral do Nordeste e utilizando-se de sistemas de produção semi-extrativistas, o que justifica a atual baixa produtividade, estimada em 30 frutos/planta/ano (RIBEIRO; FERNANDES, 2003).

O coqueiro necessita de volumes de água significativos para produzir de forma satisfatória. Assim, com a crescente competição por água de boa qualidade, o uso de água salobra para fins de produção de coqueiro tem crescido muito no Brasil, porém sendo necessários estudos que identifique as consequências dessas práticas (MIRANDA *et al.*, 1999).

Nos plantios comerciais irrigados, predomina a variedade de coqueiro “Anão Verde”, cuja exigência hídrica varia entre 103 e 173L por planta dia<sup>-1</sup> no terceiro ano de

cultivo (FERREIRA *et al.*, 1997; FERREIRA NETO *et al.*, 2002). Na agricultura, atividade com maior consumo hídrico, torna-se necessário o uso de águas de qualidade marginal, entre elas as salinas, visando a aumentar a oferta de água de boa qualidade para outros usos mais nobres. Um dos casos é no cultivo do coqueiro, espécie admitida como tolerante à salinidade, devido à sua área de dispersão natural predominar na costa marítima.

Os solos utilizados para o cultivo de coqueiro no litoral são arenosos e profundos; o excesso de sais provenientes das irrigações com águas salinas pode ser lixiviado durante o período chuvoso, diminuindo os seus efeitos sobre a planta e o solo. De acordo com Ferreira Neto *et al.* (2002), águas salinas aplicadas durante o período de frutificação do coqueiro “Anão Verde” alteram o desenvolvimento das plantas e melhoram a qualidade da água de coco, principalmente por aumentar o teor de Sólidos solúveis, embora diminuam o tamanho e o volume de água do fruto.

#### **2.4 Aspectos do manejo da irrigação e salinidade do solo**

No manejo da irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e econômicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão de obra, quer de capital, sempre tentando manter as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. Também vale ressaltar que é necessário melhorar ou manter as condições físicas, químicas e biológicas do solo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI 2006).

É de suma importância que no projeto de irrigação não seja considerada apenas a captação e a condução de água, ou somente sua aplicação dentro da parcela, mas sim uma operação integrada, incluindo, também, a distribuição de água, as práticas culturais, a retirada do excesso de água da área irrigada e a relação solo-água-planta e clima. Caso essa integração seja descumprida, a eficiência do projeto e sua vida útil serão comprometidas (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI 2006).

Para obter sucesso na utilização da água para irrigação e evitar problemas de salinização do solo, alguns parâmetros devem ser seguidos para determinação da qualidade da água para irrigação. Quanto às características que determinam a sua qualidade para irrigação, de modo geral a água deve ser analisada com relação a seis parâmetros básicos: concentração total de sais solúveis ou salinidade, proporção relativa de sódio, em relação aos outros cátions ou capacidade de infiltração do solo, concentração de elementos tóxicos, concentração de

bicarbonatos, aspecto sanitário e aspecto de entupimento de emissores (irrigação localizada) (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI 2006).

Para se alcançar o êxito na agricultura irrigada, é fundamental o manejo adequado de todos os fatores que interferem no desenvolvimento da cultura. São necessárias pesquisas para angariar dados específicos sobre o cultivo irrigado, disponibilizando informações confiáveis aos técnicos e operadores de equipamentos de irrigação.

Existem diferentes sistemas de irrigação que podem ser utilizados de forma geral, sendo a escolha do mais adequado dependendo de uma série de fatores, destacando-se o tipo de solo, a topografia, o tamanho da área, os fatores, tais como, climáticos, os fatores relacionados ao manejo da cultura, o déficit hídrico, a capacidade de investimento do produtor e o custo. Além disso, deve-se ter em mente também, que é de grande importância o conhecimento do volume de água exigido na irrigação. Por isso, a necessidade de otimizar a utilização desse recurso é um dos aspectos mais importante, o qual deverá também ser considerado na decisão sobre o método e o sistema de irrigação a ser utilizado.

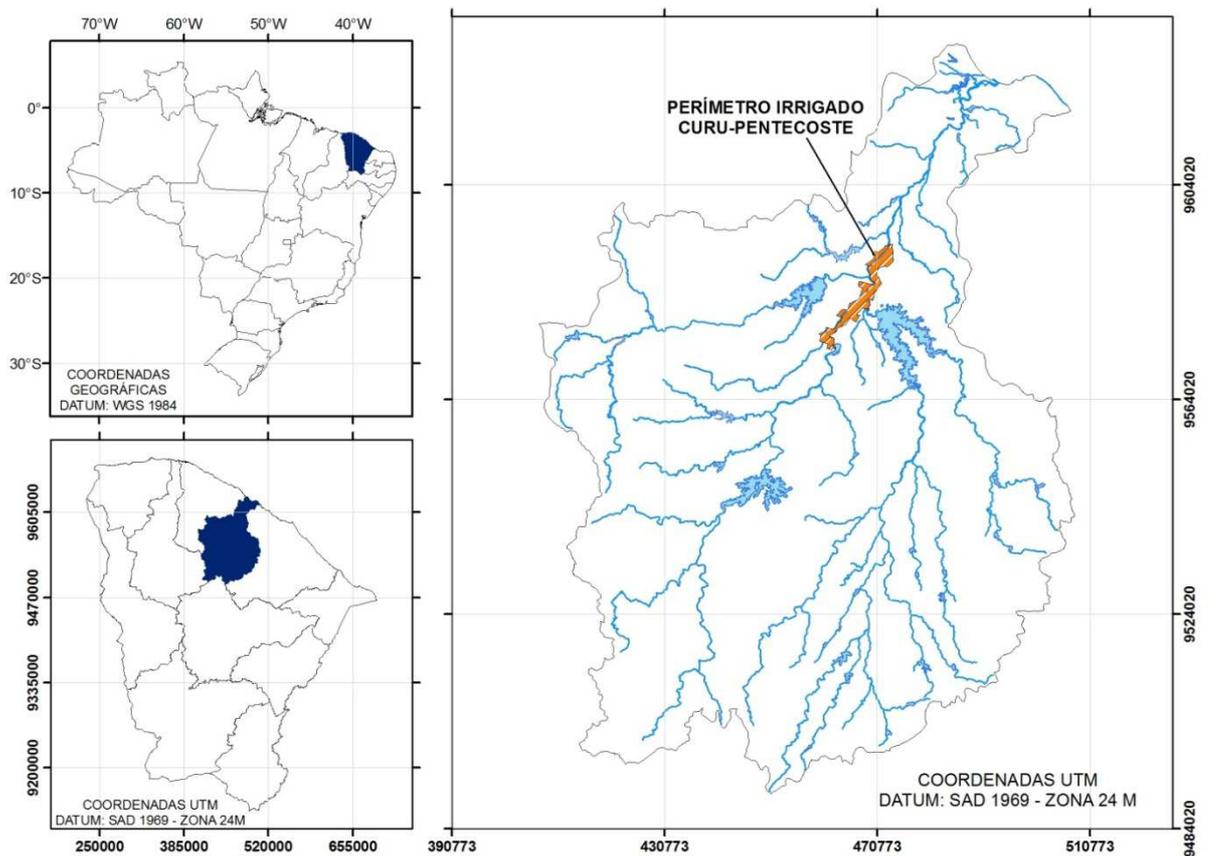
Os efeitos do manejo da irrigação na salinidade e sodicidade do solo estão relacionados com perfil do solo e com tipo de irrigação utilizado na área cultivada. O lençol freático tem influência direta na presença de salinidade e sodicidade do solo. Manejo de irrigação inadequado em área ou região onde não atende aos requisitos necessários para melhor eficiência do sistema, futuramente pode ocasionar em problemas de salinidade e sodicidade do solo. O manejo da irrigação só será adequado se considerar as interrelações solo-água-atmosfera-planta (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste (Figura 1) pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – Dnocs, com apoio do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade – INCTSal.

Figura 1 – Perímetro Irrigado Curu Pentecoste na Bacia Hidrográfica do Curu, Ceará.



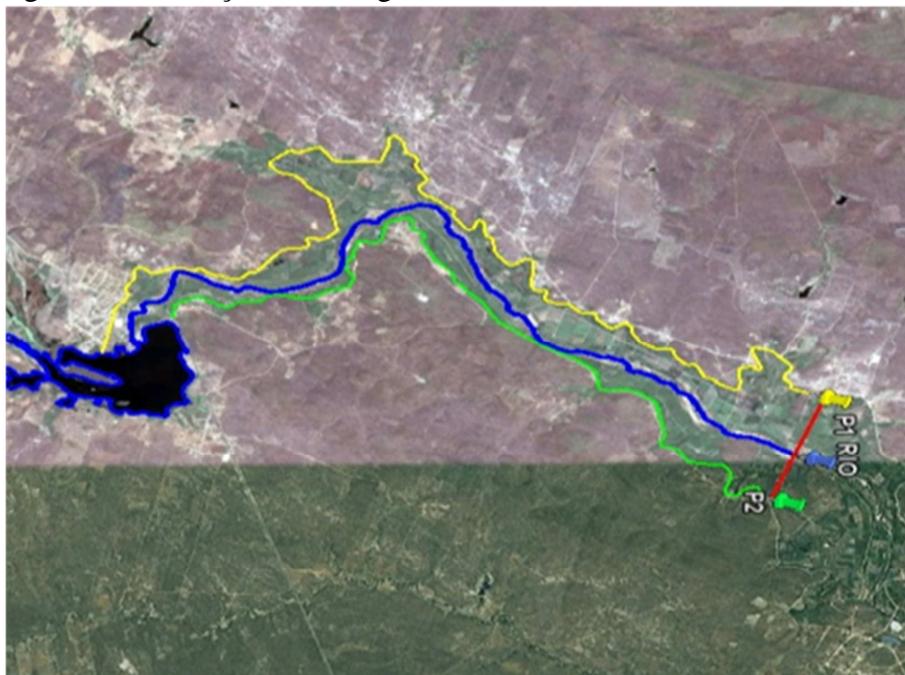
Fonte: Albuquerque (2015)

O solo do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste é do tipo neossolo flúvico apresentando textura entre média e pesada. Os solos aluviais respondem por 98,8% sendo o restante composto por solos podzólicos. Os agricultores irrigantes são de base familiar em um total de 173, ocupando individualmente áreas médias de 4,13 ha, assentados em oito setores hidráulicos ou núcleos habitacionais denominados A, B, C, D, E, F, G e H.

O sistema de irrigação parcelar é efetuado por gravidade através de sulcos e abrange quase 100% da área do perímetro (DNOCS, 2013). A captação de água é realizada através de canais de alvenarias e de terra, sendo os mesmos na maioria das vezes de derivação secundária, onde a distribuição de água na área é feita através de sifões com diâmetro que varia de uma a duas polegadas de diâmetro e comprimento de dois metros.

A água que abastece o Perímetro Irrigado é proveniente de dois reservatórios, açude General Sampaio e açude Pereira de Miranda. As águas provenientes do açude General Sampaio abastecem dois canais principais -  $P_1$  e  $P_2$  - com vazões máximas de  $1,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e  $0,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , respectivamente (DNOCS/IICA, 1990). O Açude General Sampaio beneficia as áreas aluviais a partir da barragem de derivação da Serrota (Figura 2), também denominada Sebastião de Abreu. Os canais  $P_1$  e  $P_2$  têm extensão da barragem da Serrota até o início do Rio Curu, e a partir desse trecho, há outro canal principal de irrigação, que é abastecido pelo açude Pereira de Miranda. Cabe destacar que atualmente, a irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Curu está suspensa por conta do baixíssimo nível de água armazenado em seus reservatórios.

Figura 2 – Ilustração da barragem da Serrota, Rio Curu e canais  $P_1$  e  $P_2$



Fonte: Google Earth (2014)

O clima da região é do tipo BSw'h', quente e semiárido com chuvas irregulares de acordo com a classificação de Köppen, sendo a distribuição das chuvas nos meses de

fevereiro a maio, com estimativas de precipitações pluviométricas anuais de 860 mm, evaporação de 1475 mm, temperatura média anual em torno de 26,8°C e umidade relativa média do ar de 73,7%.

### 3.2 Padrão de estratificação dos solos salinos e dos solos sódicos

No estudo utilizou-se como referência para a estratificação dos solos degradados por sais, a classificação proposta por Pizarro (1976), apresentada nas Tabelas 1 e 2, que constitui uma adaptação da classificação americana do Laboratório de Salinidade, em Riverside. Ademais, Pizarro (1976) desenvolveu estudos sobre salinidade em Perímetros Irrigados do Nordeste brasileiro, em especial no Setor K do Perímetro Irrigado Morada Nova, Ceará.

Tabela 1– Classificação de solos salinos, adaptado por Pizarro (1976).

<b>Classe de salinidade</b>	<b>CE (dS m<sup>-1</sup>)</b>	<b>Descrição</b>
Ligeiramente salino	2,0 – 4,0	Rendimentos restringidos em cultivos sensíveis
Medianamente salino	4,0 – 8,0	Rendimentos restringidos na maioria dos cultivos
Fortemente salino	8,0 – 16,0	Rendimentos satisfatórios só em cultivos tolerantes
Extremamente salino	> 16,0	Pouquíssimos cultivos têm rendimentos satisfatórios

Fonte: Pizarro (1976)

Tabela 2– Classificação de solos sódicos, adaptado por Pizarro (1976).

	<b>PST</b>	<b>Produção relativa (%)</b>
Ligeiramente sódico	7 – 15	80 – 60
Medianamente sódico	15 – 20	60 – 40
Fortemente sódico	20 – 30	40 – 20
Extremamente sódico	> 30	< 20

Fonte: Pizarro (1976)

### **3.3 Coleta de amostras de solo e análises de laboratório**

Amostras de solo para fins de análises de laboratório foram coletadas em todos os lotes irrigados. As amostras foram coletadas na camada de 0 – 0,30 m, de forma aleatória, em número de sete coletas para formar uma amostra composta por lote agrícola.

As análises foram realizadas no Laboratório de Solos/Água do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias da UFC, Campus do Pici, que mantém convênio com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Funceme. O Laboratório tem como padrão para análise de rotina, a obtenção da condutividade elétrica na razão de 1:1 e percentagem de Sódio extraído (trocável + solúvel). Desta forma, os valores de condutividade elétrica foram corrigidos para valores correspondentes ao extrato de saturação tendo como base valores de umidade correspondentes à saturação do solo, estimados a partir de informações de densidade do solo e das partículas contidas nas análises de laboratório.

### **3.4 Extensão do problema de áreas degradadas por sais**

Os resultados das análises de solo relacionadas aos atributos CE e PST permitiram a obtenção de mapas de isosalinidade e isosodicidade no âmbito do Perímetro Irrigado, tendo em vista o georreferenciamento dos pontos de coleta. Estes mapas permitiram verificar locais de predominância da degradação dos solos por sais, tendo os mesmos sido elaborados com o software Surfer versão 8.0.

### **3.5 Diagnóstico e análise de dados de produtividade do coqueiro**

A área estabelecida com o cultivo do coqueiro representou 74% da área total em que foram coletadas amostras de solo para fins de diagnóstico de solos degradados por sais, sendo o restante da área do Perímetro Irrigado praticamente estabelecido com a cultura da bananeira. Considerando a predominância do cultivo do coqueiro, correspondente a praticamente  $\frac{3}{4}$  da área total cultivada, optou-se por analisar exclusivamente os dados relativos às produtividades do coqueiro nos diversos níveis de solos degradados por sais.

Os dados de produtividade foram obtidos por pesquisa direta de campo, constituindo-se, por conseguinte em dados exclusivamente primários. As informações dos

atributos CE e PST em nível de propriedade, associadas aos respectivos dados de produtividade do coqueiro, permitiram análises detalhadas por setor hidráulico do Perímetro Irrigado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Distribuição dos solos salinos e dos solos sódicos por setor hidráulico

Na Tabela 3 são apresentadas de forma consolidada e por setor hidráulico do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, as áreas em hectares e respectivos percentuais referentes aos diversos níveis de salinidade e de sodicidade do solo, em conformidade com Pizarro (1976).

Tabela 3 – Áreas e percentuais de solos degradados por sais no âmbito do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.

CLASSE DE SALINIDADE	A	%	B	%	C	%	D	%	E	%	F	%	G	%	H	%	ha	%
Não salino e não sódico (Normal)	18.7	37.45	18	43.69	15.80	26.16	14.05	20.19	10.50	31.91	14.40	18.80	29.78	36.67	34.25	54.15	155.48	32.73
Não salino e ligeiramente sódico	3.4	6.81	-	-	10.00	16.56	3.30	4.74	2.40	7.29	9.00	11.75	10.48	12.91	11.60	18.34	50.18	10.56
Não salino e medianamente sódico	-	-	-	-	-	-	1.73	2.49	-	-	-	-	-	-	-	-	1.73	0.36
Ligeiramente salino e não sódico	7.5	15.02	15.1	36.65	4.43	7.34	15.90	22.85	5.50	16.72	16.30	21.28	5.00	6.16	-	-	69.73	14.68
Ligeiramente salino e ligeiramente sódico	18.33	36.71	3.6	8.74	23.20	38.42	12.90	18.54	10.00	30.40	28.90	37.73	25.51	31.42	17.40	27.51	139.84	29.44
Ligeiramente salino e fortemente sódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.75	2.28	-	-	-	-	1.75	0.37
Medianamente salino e ligeiramente sódico	-	-	4.5	10.92	5.46	9.04	13.18	18.94	-	-	4.50	5.87	7.10	8.74	-	-	34.74	7.31
Medianamente salino e fortemente sódico	-	-	-	-	1.50	2.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	0.32
Fortemente salino e ligeiramente sódico	2	4.01	-	-	-	-	-	-	-	-	1.75	2.28	-	-	-	-	3.75	0.79
Fortemente salino e muito fortemente sódico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.33	4.10	-	-	3.33	0.70
Extremamente salino e muito fortemente sódico	-	-	-	-	-	-	8.53	12.26	4.50	13.68	-	-	-	-	-	-	13.03	2.74
<b>TOTAL</b>	<b>49.93</b>	<b>-</b>	<b>41.2</b>	<b>-</b>	<b>60.39</b>	<b>-</b>	<b>69.59</b>	<b>-</b>	<b>32.90</b>	<b>-</b>	<b>76.60</b>	<b>-</b>	<b>81.20</b>	<b>-</b>	<b>63.25</b>	<b>-</b>	<b>475.06</b>	<b>100.00</b>

Fonte: Pesquisa direta de campo

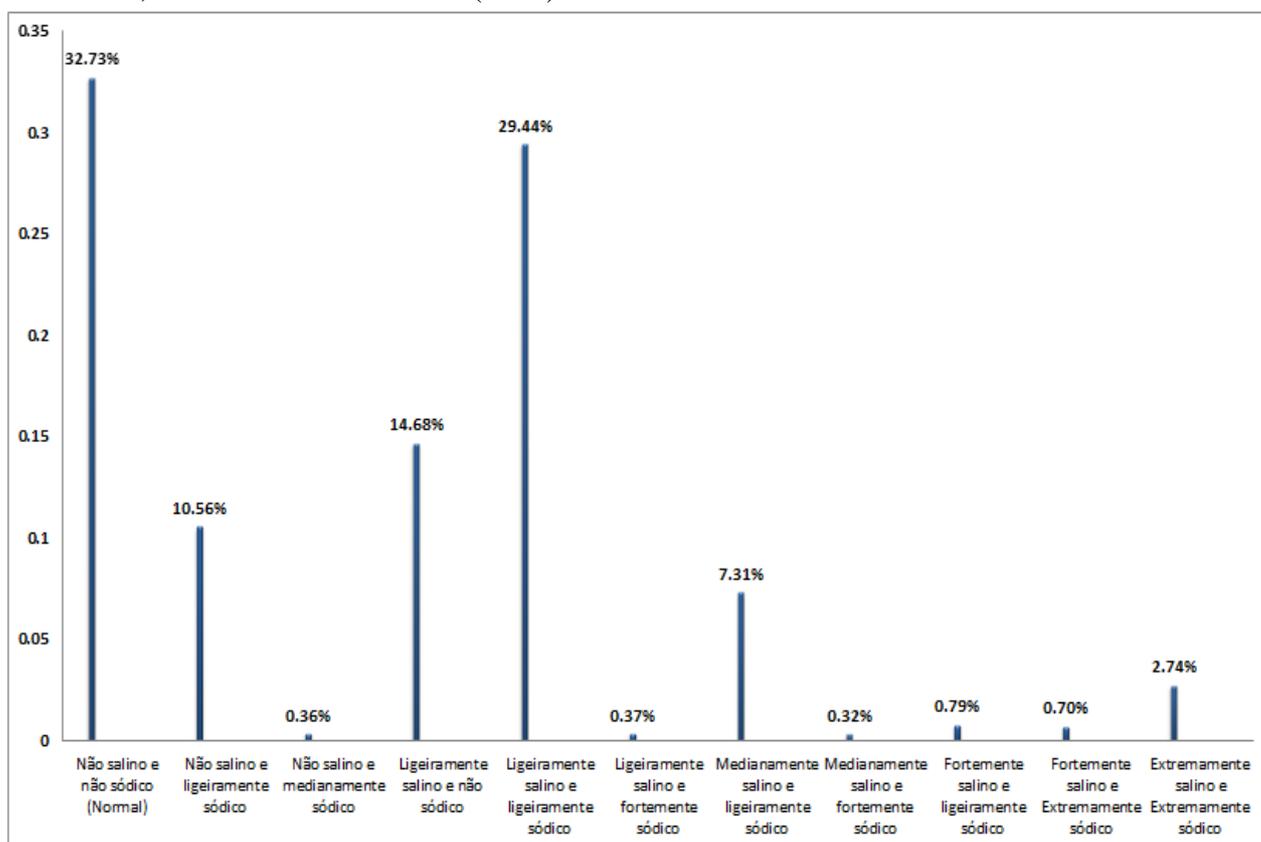
Os dados demonstram que somente em torno de 1/3 da área total amostrada não se registram problemas de solos degradados por sais, porém em praticamente outro 1/3, os solos pertencem à classe “ligeiramente salino e ligeiramente sódico”, a qual conforme Pizarro (1985), os rendimentos dos cultivos sensíveis à salinidade em geral são restringidos, podendo ainda os percentuais de queda nos rendimentos variar entre 20 e 40%, a depender dos níveis de sodicidade. Estes dados em nível de Perímetro Irrigado estão ilustrados na Figura 3.

Verifica-se ainda que em aproximadamente 40% da área total amostrada, os solos estão inseridos em classes que pertencem simultaneamente a solo salino e solo sódico, apresentando riscos de se tornarem exclusivamente sódicos no futuro e, portanto, com um maior grau de comprometimento quanto à sua recuperação, sobretudo quanto aos custos associados a esta prática.

Uma análise individual demonstra que os setores hidráulicos D e E, são os únicos a apresentar solos classificados como “extremamente salino e muito fortemente sódico”, coincidindo com os setores hidráulicos que apresentam comparativamente, os níveis de lençol freático mais próximo à superfície, associados a problemas de falta de manutenção nos coletores, os quais passam a funcionar como fontes de recarga para as áreas. Não obstante representar um pouco menos de 3% da área total amostrada corresponde a 13,0 hectares que se encontram totalmente fora do processo produtivo, constituindo-se em um custo significativo para o agricultor irrigante, cujo perfil em conformidade com o Banco do Nordeste, é de um miniprodutor.

O sistema de irrigação utilizado no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste é o sistema por sulcos com turno de rega de oito dias. Vale ressaltar que a aplicação de lâminas de irrigação em excesso favorece ainda mais que o lençol freático se eleve, sendo que nos intervalos entre três a quatro dias, após cessada a irrigação, caracteriza-se uma inversão no gradiente de potencial total de água no solo como consequência da elevada demanda da evapotranspiração, acarretando um fluxo de água por ascensão capilar até a superfície do solo e, assim, vindo a acarretar a deposição de sais.

Figura 3 – Estratificação percentual das áreas degradadas por sais no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará conforme Pizarro (1976).



Fonte: Albuquerque (2015)

## 4.2 Mapas de isosalinidade e isosodicidade

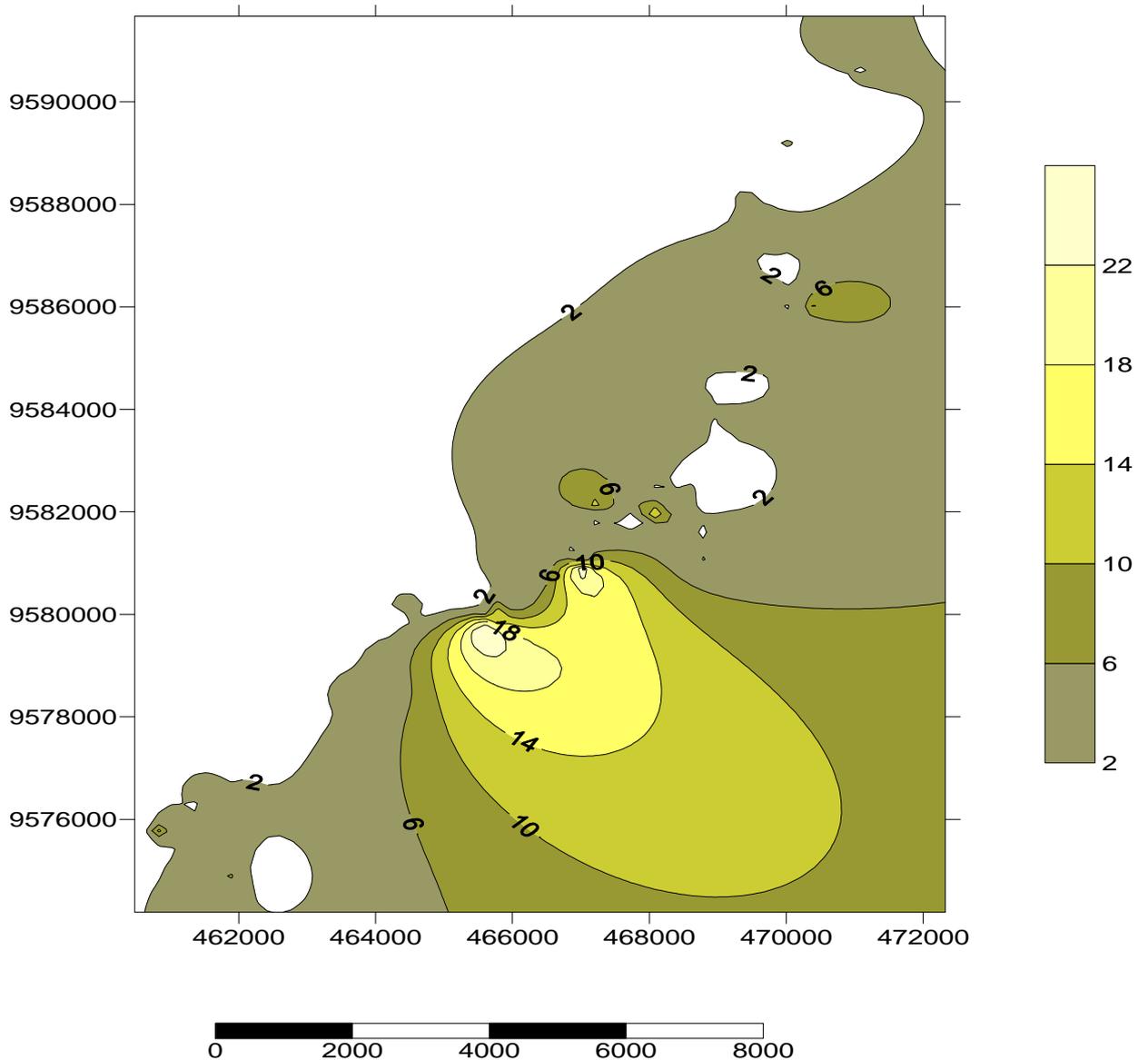
Nas Figuras 4 e 5 se visualizam respectivamente, os mapas de isosalinidade e isosodicidade no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, os quais nos permitem identificar uma superposição das áreas degradadas por sais, que se localizam quase que exclusivamente à margem direita do Rio Curu. Os solos com caráter sódico coincidentes com áreas salinas é indício de que os solos com problemas de Sódio possam ter sido oriundos de solos anteriormente salino-sódicos, que após o processo de lavagem natural se tornaram sódicos.

Não obstante a estimativa de área degradada em base aos mapas de isosalinidade e isosodicidade superestimar os valores reais em decorrência da descontinuidade das áreas amostradas, os mesmos nos permite uma visualização em termos relativos dos problemas associados à degradação dos solos por sais.

Segundo Fanning e Fanning (1989), se houver um processo de drenagem natural ou artificial, pode ocorrer o processo de dessalinização, última etapa do processo de

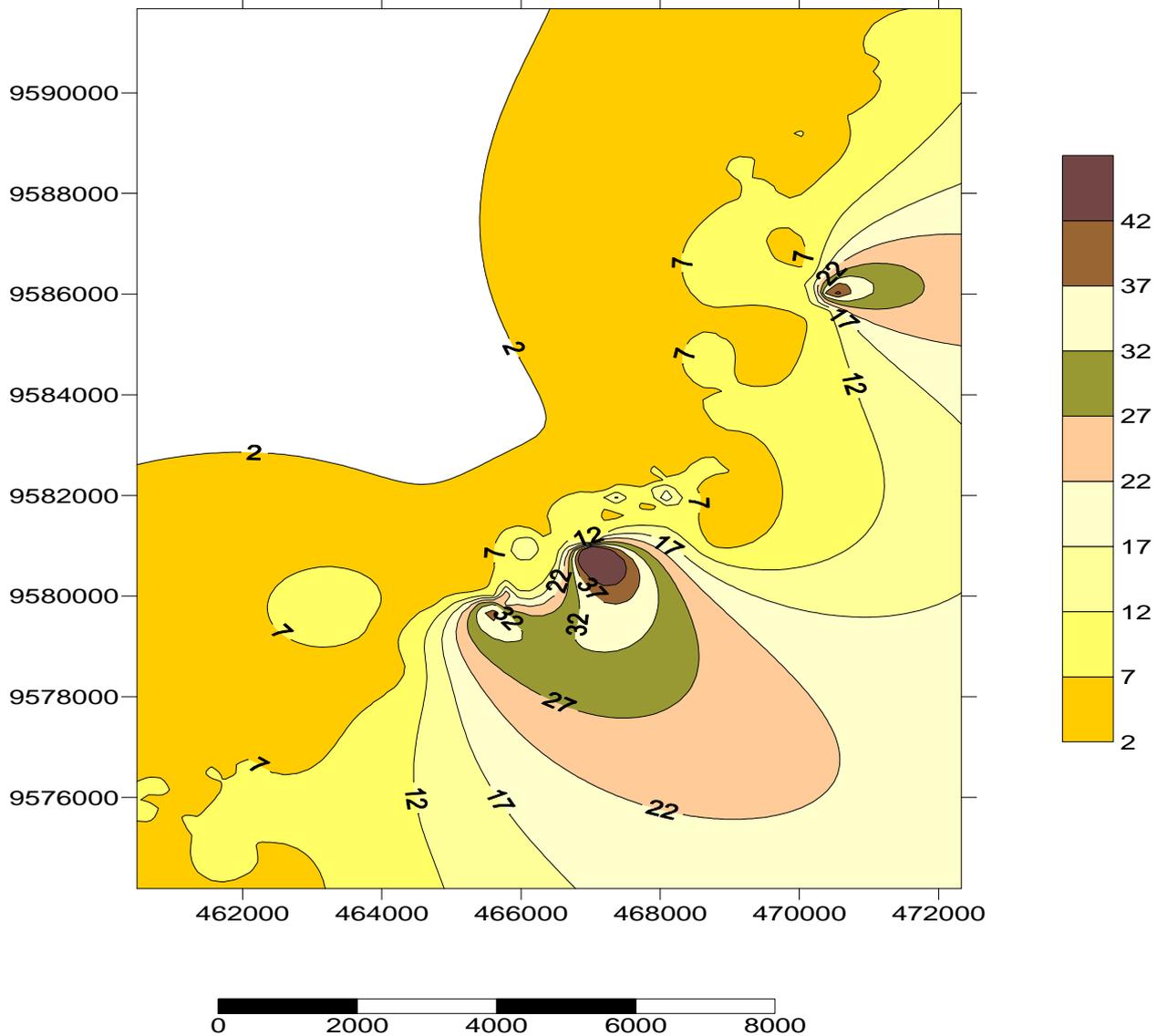
solonização, que promove a lavagem dos sais solúveis do solo. Com a lixiviação dos sais solúveis, a salinidade é removida e o complexo de troca fica saturado predominantemente por Sódio, que promove a dispersão e conseqüentemente translocação das argilas, formando um horizonte B textural e desenvolvendo condições físicas extremamente desfavoráveis.

Figura 4 – Isolinhas de salinidade ( $\text{dS m}^{-1}$ ) no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará



Fonte: Autor (2015)

Figura 5 – Isolinhas de sodicidade (PST) no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste

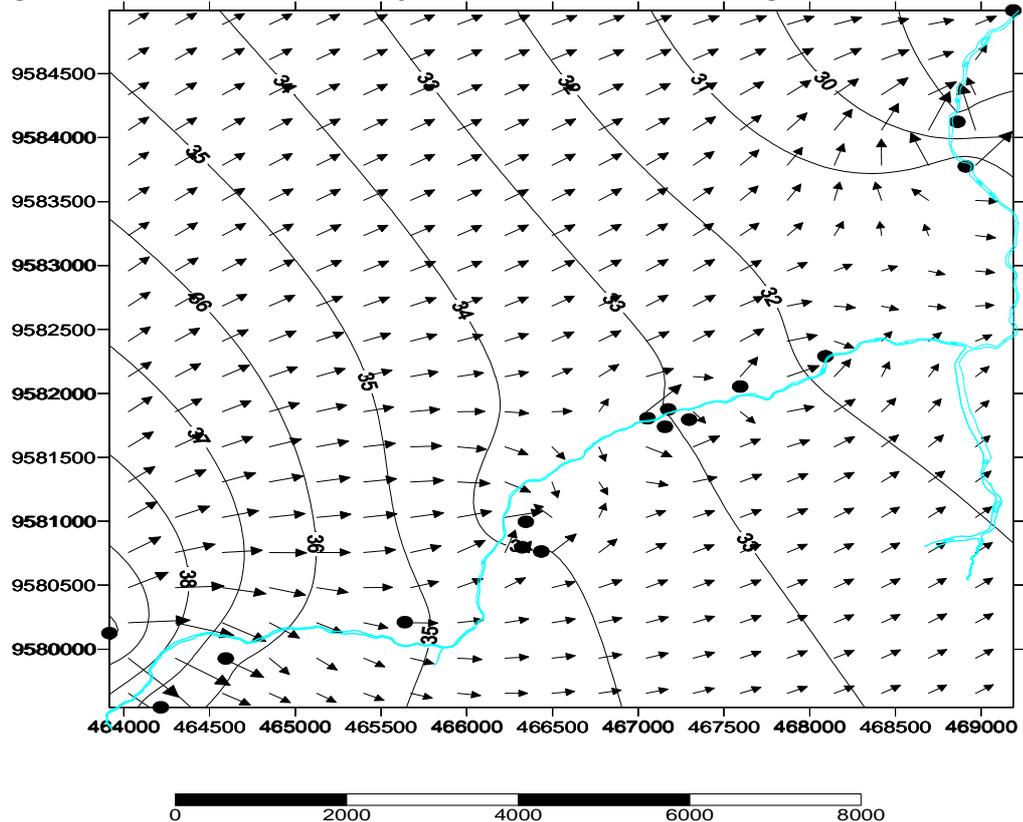


Fonte: Autor (2015)

A rede de fluxo do lençol freático relativa ao aquífero do Perímetro Irrigado Curu Pentecoste (Figura 6) permite verificar que o Rio Curu funciona como fonte de descarga para o fluxo subterrâneo oriundo das áreas localizadas à margem esquerda, sobretudo nos setores hidráulico mais à montante e como fonte de recarga para as áreas localizadas à margem direita, conforme se comprova através das linhas de fluxo subterrâneo (Figura 6). Este comportamento pode explicar em parte a predominância de solos degradados por sais se localizarem à margem direita do Rio Curu.

As maiores proximidades nas isolinhas de salinidade e de sodicidade se verificam nos setores hidráulicos D e E, onde se observam os maiores gradientes de salinidade e de sodicidade, decorrentes das condições mais desfavoráveis de lençol freático mais superficial e suas oscilações periódicas durante o período das irrigações.

Figura 6 – Rede de fluxo do lençol freático no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste



Fonte: Silveira (2014)

### 4.3 Produtividade média do coqueiro por setor hidráulico

Na Tabela 4 são apresentados os dados de produtividade média do coqueiro em frutos planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para todos os setores hidráulicos do Perímetro Irrigado e todas as classes de solos degradados por sais, conforme Pizarro (1985). Estes dados encontram-se ilustrados em forma de histograma na Figura 7.

A maior produtividade média é observada no setor hidráulico G, decorrente do maior nível tecnológico utilizado pelos agricultores irrigantes e manejo mais adequado da cultura em todas as fases do sistema de produção.

De acordo com Aragão (2007), a produção de coco verde medida em fruto/planta/ano segue uma média de 150 a 200 frutos, resultado em 12 a 17

frutos/planta/mês. Conforme se observa, a exceção do núcleo C, todos os demais setores hidráulicos apresentam valores médios de produtividade dentro da faixa de referência.

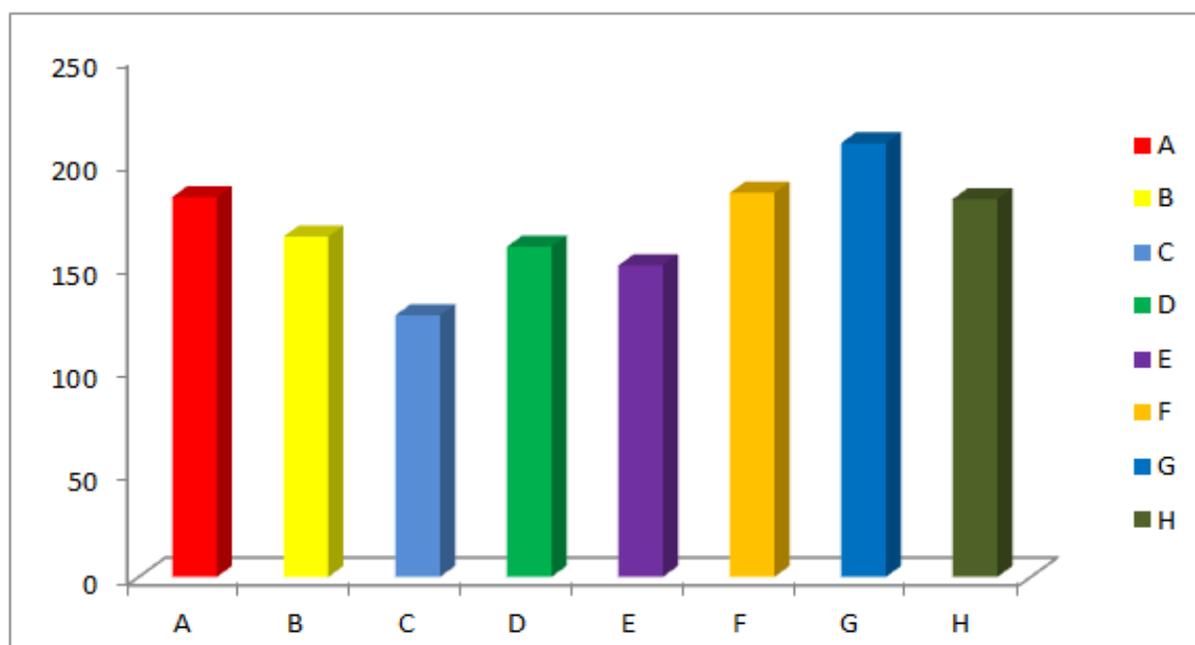
A baixa correlação entre produtividade média do coqueiro e níveis de degradação dos solos por sais pode ser decorrente dos diferentes níveis de manejo da cultura como; tratos culturais, cobertura do solo com restos culturais e tecnologia utilizada.

Tabela 4 – Produtividade média do coqueiro no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.

CLASSES DE SALINIDADE	Produtividade coqueiro (frutos planta <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Não salino e não sódico (Normal)	167	149	128	135	176	158	208	170
Não salino e ligeiramente sódico	236		176	188	171	252	178	210
Não salino e medianamente sódico				114				
Ligeiramente salino e não sódico	168	160	120	139	165	155	223	
Ligeiramente salino e ligeiramente sódico	162	182	131	158	154	158	203	166
Ligeiramente salino e fortemente sódico								
Medianamente salino e ligeiramente sódico			109	137		202	236	
Medianamente salino e fortemente sódico			90					
Fortemente salino e ligeiramente sódico								
Fortemente salino e Extremamente Sódico							207	
Extremamente salino e Extremamente Sódico			158	242	86			
<b>MÉDIAS TOTAIS</b>	<b>183</b>	<b>164</b>	<b>126</b>	<b>159</b>	<b>150</b>	<b>185</b>	<b>209</b>	<b>182</b>

Fonte: Albuquerque (2015).

Figura 7 – Produtividade média anual do coqueiro no Perímetro Irrigado Curu Pentecoste, Ceará.



Fonte: Sousa (2015).

## 5 CONCLUSÕES

- Em 2/3 do total da área amostrada identificaram-se solos com CE (Condutividade Elétrica) superiores a  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  e/ou PST (Porcentagem de sódio Trocável) superior a 7%;
- Os mapas de isosalinidade e isosodicidade permitiram visualizar uma predominância de solos degradados por sais à margem direita do Rio Curu;
- Os níveis de produtividade do coqueiro em praticamente todos os setores hidráulicos se encontram dentro da faixa de referência;
- A diferenciação nos níveis de produtividade guarda uma relação mais direta com o manejo da cultura do que propriamente com os níveis de degradação dos solos por sais.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2010. 234p.

AGRIANUAL 2012. **Anuário da Agricultura Brasileira. FNP** – Consultoria e Comércio, São Paulo, v. 1, p. 137, 2012.

ARAGÃO, W. M. Cultivares de coqueiros. *In*: FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M.S.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). A cultura do coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/cultivares.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

BATISTA, M. J. *et al.* **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. 2.ed. Brasília: CODEVASF, 2002. 216p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BURING, P. **Introduction to the study of soils in tropical and subtropical regions**. PUDOC. Wageningen, 1970. 99p.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação: a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação e Tecnologia Modena**, n. 54, p. 46, 2002.

D'ALMEIDA, D. M. B. A. D. *et al.* Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 615-621, 2005.

DNOCS/IICA. **Diagnóstico do Perímetro Irrigado Curu-Recuperação para a formulação do Plano de Recuperação e Modernização**. Fortaleza – CE, Julho 1990. 109 p.

DNOCS. **Projeto Curu-Recuperação**. Sistema General Sampaio. Missão de Israel. 2.DR/Ceará. Anexo I, R-798/76, 1976.

\_\_\_\_\_. **Perímetros Irrigados DNOCS**. Disponível em:  
[http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros\\_irrigados/ce/curu\\_pentecoste.html](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/ce/curu_pentecoste.html).  
Acesso em: 21 nov. 2013.

FANNING, D. S.; FANNING, M. C. B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York: J. Willey, 1989.

FERREIRA, J. M. S. M. *et al.* **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1997. 350p.

FERREIRA NETO, M. *et al.* Qualidade do fruto verde de coqueiro em função da irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 69-75, 2002.

FERREIRA NETO, M. *et al.* Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, 2007.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. **Faostat**. 2011. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>, Acesso em 15 dez 2014.

FERREIRA, P. A. **Manejo de água-planta em solos salinos**. Viçosa: UFV, 2002. 110p.

FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco, produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2003. 106 p.

FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD ROM.

FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000 a. 1 CDROM.

GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. *In: OLIVEIRA et al. (Orgs.). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Fortaleza: UFS/SBCS, p.123-145, 2000.

HAYWARD, H. E.; WADLEIGH. C. H. Plant growth on saline and alkali soils. *Adane. Agron.*, v. 1, p. 1-38; 1949.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Ed. RIMA, 2000, 529 p. il.

LEBRON, I.; SUAREZ, D.L.; YOSHIDA, T. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. **Soil Science Society of America Journal**. v. 66, p. 92-98, 2002.

LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses. water, radiation, salt, and other stress**. V. 2, 2.ed. Academic Press, New York, 1980.

LIMA, L.A. Efeito de sais no solo e na planta *In: GHEYI, H. R. et al. Drenagem para controle da salinidade* **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 69-71, 2007.

MACEDO, M. L. R. *et al.* Characterization of a Kunitztrypsininhibitorwith a single disulfide bridge from seeds of *Ingalaurina* (SW.) **Willd Phytochemistry**, v. 68, p. 1104–1111, 2007.

MENDES, J. S. *et al.* Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 13-19, 2008.

MIRANDA, F.R. *et al.* Desenvolvimento e precocidade de produção do coqueiro Anão (*Cocos nucifera* L.) sob diferentes regimes de irrigação. **Agrotropica**, v. 11, p. 71-76, 1999.

NOVAIS, R. F.; MELLO, A. W. V. de. **Relação Solo-Planta**. *In: NOVAIS, R. F.; et al. Fertilidade do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 133-204.2007.

OLIVEIRA, I. E. de A.; BORGES, A. L.; SILVA, S. de O. Teores de nutrientes e produtividade em genótipos de bananeira. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RHOADES*,

J. D.; et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. Estudos FAO Irrigação e Drenagem. 2000. 117p.

PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*, São Paulo: Editora Unesp, 407p, 2008.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Fortaleza; SUDENE/DNOCS, p. 466. 1985.

PIZARRO, F. C. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Fortaleza: MINTER/SUDENE/DNOCS, 1976; Madrid: Agricola Española, 1978.

QADIR, M. *et al.* Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. **Advances in Agronomy**, v. 96, p. 197-247, 2007.

RIBEIRO, M. R. *et al.* **Química dos solos salinos e sódicos**. In: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. F. (ed.). *Química e mineralogia do solo. Parte II – Aplicações*. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 2012-1577.

RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **Agronomy Engineering**, n. 28, p. 451-4, 1947.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000. 117 p.

SERTÃO, M. A. J. **Uso de corretivos e cultivo do capim Urocloa (*Urocloamosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido**. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.

SILVA, E. de B.; RODRIGUES, M. G. V.; SANTOS, J. de O. Estado Nutricional de um Bananal Irrigado com Água Subterrânea. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001. Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 263-266.

SILVA, S. de O. Efeitos da salinidade sobre diferentes variedades de bananeira (*Musa* spp.) em estágio inicial de desenvolvimento. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE HAYWARD, KANG, S. T. Irrigation in ancient Mesopotamia. **Water resources**, v. 8, n. 3, p. 619-624, 1972.

TÁVORA, F. J. A. F. *et al.* Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 441-446, 2001.

WADLEIGH H. E. Plant growth on saline and alkali soils. **Advances in Agronomy**, v. 1, p.1-35, 1949.