



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**GERALDO ABRANTES PRIMO**

**ANÁLISE DA SALINIDADE DO SOLO DO SÍTIO LAGOA DE FORA, DISTRITO DE  
VÁRZEA DA EMA, SANTA HELENA – PB**

**CAJAZEIRAS – PB**

**2013**

**Geraldo Abrantes primo**

**ANÁLISE DA SALINIDADE DO SOLO DO SÍTIO LAGOA DE FORA, DISTRITO  
VÁRZEA DA EMA, SANTA HELENA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado  
em Geografia pelo Centro de Formação de  
Professores/Universidade Federal de Campina – UFCG

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa

Cajazeiras – PB, Abril de 2013

---



Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)  
Denize Santos Saraiva Lourenço - Bibliotecária CRB/15-1096  
Cajazeiras - Paraíba

A161a Abrantes Primo, Geraldo  
Análise da salinidade do solo do sitio Lagoa de  
Fora, Distrito de Várzea da Ema, Santa Helena -  
PB./Geraldo Abrantes Primo. Cajazeiras, 2013.  
80f. : il.

Orientadora: Jaqueline Pires Gonçalves Lustosa  
Monografia (Graduação) – UFPG/CFP

1. Salinidade - solos. 2. Irrigação – Município de  
Santa Helena. 3. Solo- análise de Salinidade. I.  
Lustosa, Jaqueline Pires Gonçalves. II. Título.

UFPG/CFP/BS

CDU-631.413.3

**Geraldo Abrantes primo**

**ANÁLISE DA SALINIDADE DO SOLO DO SÍTIO LAGOA DE FORA, DISTRITO DE  
VÁRZEA DA EMA, SANTA HELENA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado  
em Geografia pelo Centro de Formação de  
Professores/Universidade Federal de Campina – UFCG

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profª. Drª Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa (Orientadora)**  
Universidade Federal de Campina Grande

---

**Prof. Dr. Josenilton Patrício Rocha**  
Universidade Federal de Campina Grande

---

**Prof. Dr. Luciano Leal de Moraes Sales**  
Universidade Federal de Campina Grande

Em especial a minha filha Maria Clara e a todos aqueles que contribuíram de forma direta e indireta na construção deste trabalho.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Muitos são merecedores dos meus agradecimentos por todo apoio e manifestação de incentivo no decorrer elucidativo da presente pesquisa;

Agradeço primeiramente a Deus pelo discernimento concedido durante o tempo de realização da pesquisa;

Em segundo aos meus pais Antonio (in memorian) e Petronila por terem mostrado o caminho correto para a condução da vida;

A minha esposa Auxiliadora por compreender minha ausência em vários momentos que tive na realização da pesquisa;

Também aos meus irmãos José, Francisco e Maria pelas suas palavras de encorajamento no processo de construção do presente trabalho;

A todos meus amigos pelas palavras de incentivo durante a realização da pesquisa;

Aos professores do curso de geografia do CFP pelos ensinamentos que foram decisivos na construção de um aprendizado na minha vida docente e também por acreditar na minha capacidade enquanto discente;

A Professora Dr<sup>a</sup> Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa, minha orientadora, pela compreensão durante a sua orientação no processo construtivo da pesquisa;

E as demais pessoas que de uma forma geral contribuíram para o desenvolvimento das atividades realizadas durante o processo de elaboração desse trabalho.

## RESUMO

Para um melhor aproveitamento agrícola produtores recorrem às variadas técnicas no manejo do solo, que na maioria das vezes não são adequadas permitindo assim a instalação de processos degradativos. Por meio de práticas incorretas de cultivos, o solo de uma determinada área intensamente cultivada pode ser destruído em poucos anos. A falta de informação das conseqüências do mau uso dos solos vem contribuindo para a sua degradação. A presente pesquisa aborda a problemática da salinização do solo decorrente das práticas de irrigação inadequadas e tem como objetivo compreender o atual quadro de salinidade do solo no sítio Lagoa de Fora, Distrito de Várzea da Ema no município de Santa Helena – PB. Para alcançar tal objetivo fez-se necessário caracterizar o meio físico-biológico, identificar os tipos de culturas exploradas, as técnicas de cultivos utilizadas, os métodos de irrigação implantados e, por último, foram detectados os principais problemas ambientais decorrentes da salinização na área da pesquisa. Nesta perspectiva, utilizou-se o método quantitativo e qualitativo que envolveu levantamento bibliográfico e documental, cartográfico, pesquisa de campo (coleta de dados), pesquisa laboratorial, análise e interpretação dos dados. Os resultados obtidos permitiram apresentar o atual quadro da salinidade do solo, identificando vários problemas decorrentes dessa salinização na área pesquisada. Diante dos resultados apresentados na pesquisa a área consta com três setores de solos degradados, dois semidegradados e vinte setores pontuais de manchas salinas decorrentes da salinização. Segundo os resultados obtidos nas análises químicas do solo desses setores, os solos dos mesmos se encontram com altos teores de sais nos locais degradados apresentando solos de tipos salinos- alcalinos. Cerca 9,45% dos solos da área pesquisada, encontra-se degradados e semidegradados.

**Palavras-chave:** Irrigação, Solos, Salinidade, Santa Helena – PB.

## LISTA DE SIGLAS

- C.E** – Condutividade Elétrica
- PST** – Percentual de Sódio Trocável
- TSD** – Totais de Sódios Dissolvidos
- STD** - Sódios Trocáveis Dissolvidos
- SUDENE** – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- NIR** – Núcleo Integral Rural
- DNOCS** – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INSS** - Instituto Nacional de Seguridade Social
- RAS** – Relação de Adsorção de Sódio
- SD** – Setor Degradado
- SSD** – Setor Semidegradado
- SND** - Setor Não Degradado
- AESA** - Agência de Gestão das Águas do Estado do Paraíba
- FAO** - Food and Agriculture Organization
- INRB** - Instituto Nacional de Recursos Biológicos de Portugal

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Lista de quadros

Quadro 01- Efeito da Salinidade no Crescimento das Plantas	26
Quadro 02- Precipitação Média Mensal	42
Quadro 03- Poços Cadastrados na Comunidade de Lagoa de Fora	61
Quadro 04- Poços Localizados na Área do Estudo	62
Quadro 05- Resultados das Análises Químicas da Água do Canal de Irrigação	63
Quadro 06- Setores Degradados Decorrentes da Salinação do Solo	65
Quadro 07- Resultados das Análises Químicas do Solo dos Setores Degradados	65
Quadro 08- Setores Semidegradados Decorrentes da Salinização do Solo	67
Quadro 09- Resultados das Análises Químicas do Solo dos Setores Semidegradados	68
Quadro 10- Setores de Manchas Salinas	70
Quadro 11- Resultados das Análises Químicas do Solo em Setores não Degradados	72

### Lista figuras

Figura 01- Mapa de Sondagem da Coleta das Amostras	37
Figura 02- Mapa de Localização da Área de Estudo	39
Figura 03- Evolução do Volume Hídrico da Lagoa do Arroz nos Últimos 10 Anos	41
Figura 04- Mapa de Precipitação Média Anual	42
Figura 05- Mapa Geológico do Município	44
Figura 06- Mapa dos Solos do Município de Santa Helena – PB	48
Figura 07- Mapa Situacional da Área da Pesquisa	64

## Lista de fotos

Foto 01- Sondagem e Coleta das Amostras de Solo	35
Foto 02- Amostras de Solo e Água Coletadas	37
Foto 03- Relevo Suave Andulado	45
Foto 04- Relevo Plano	46
Foto 05- Área de Pastagens	50
Foto 06- Espécies Introduzidas (goiabeira)	51
Foto 07- Plantação de Braquiária	54
Foto 08- Preparo do Solo para Plantio de Arroz	55
Foto 09- Aplicação de Herbicida	56
Foto 10- Distribuição de Água para a Rega por Inundação	57
Foto 11- Irrigação por Inundação no Desenvolvimento de Pastagens	58
Foto 12- Irrigação por Aspersão no Cultivo de Feijão	59
Foto 13- Setor Degradado – 01 (SD1)	66
Foto 14- Setor Degradado – 02 (SD2)	66
Foto 15- Setor Degradado – 03 (SD3)	67
Foto 16- Setor Semidegradado - 01 (SSD1)	68
Foto 17- Setor Semidegradado – 02 (SSD2)	69
Foto 18- Sais Depositados na Forma de Resíduos na Superfície do Solo	69
Foto 19- Mancha Salina Localizada	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Classificação dos Solos Quanto a Salinidade e Sodicidade	24
Tabela 02- Classificação dos Tipos de Classe de Água	25
Tabela 03- Áreas de Solos (em km <sup>2</sup> ) Afetados por Salinização nos Estados do Nordeste	28
Tabela 04- Áreas Salinizadas nos Perímetros Irrigados da Paraíba	29

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>CAPÍTULO 01 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	16
1.1 - Definição e Conceito de Salinização do Solo	17
1.2 - Origem, Formação e Distribuição dos Solos Salinos	18
1.3 – Principais Causas da Salinização do solo	22
1.4 – Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Solos Salinos	23
1.5 - Classificação de Solos Afetados por Sais	23
1.6 - Efeitos dos Sais no Solo e nas Plantas	25
1.7 – Cenário Regional e Paraibano	27
<b>CAPÍTULO 02 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	30
2.1 – Características do Método da Pesquisa	30
2.2 - Procedimentos Metodológicos	30
2.2.1 – Instrumento da Pesquisa	31
2.2.2 – Pesquisa Bibliográfica e Documental	32
2.2.3 – Pesquisa de Campo	33
2.2.4 – Pesquisa em Laboratório: análise química de solo e água – sais solúveis	37
<b>CAPÍTULO 03 - ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO</b>	38
3.1 - Localização e Caracterização Geográfica da Área de Estudo	38
3.2 – Características Geohidrológicas da Área de Estudo	41
3.3 - Características Fisiográficas	41
3.3.1 - Clima	41

3.3.2 - Geologia	43
3.3.3 - Geomorfologia	44
3.3.4 - Hidrografia	46
3.3.5 - Solo	47
3.3.6 - Vegetação	49
3.4 - Caracterização Socioeconômica	51
<b>CAPÍTULO 04 - ATUAL CENÁRIO DE LAGOA DE FORA: o uso e manejo da terra</b>	<b>53</b>
4.1 – O Uso da Terra no Município	53
4.2 – Principais Tipos de Culturas Desenvolvidas na Área de Estudo	53
4.3 – As Técnicas Agrícolas Utilizadas no Preparo do Solo na Área de Estudo	54
4.4 – Os Métodos de Irrigação Praticados na Área de Estudo	57
4.5 - Os Agricultores e suas Técnicas	59
<b>CAPÍTULO 05 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>61</b>
5.1 – Níveis de Salinidade da Água Subterrânea e de Superfície da Área de Estudo	61
5.1.1 – Água Subterrânea	61
5.1.2 - Condições da Água do Subsolo na Área da Pesquisa	62
5.1.3 - Água de Superfície	62
5.2 - Salinização do Solo na Lagoa de Fora	63
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO</b>	<b>79</b>

## INTRODUÇÃO

O meio ambiente tornou-se uma grande preocupação para as comunidades científicas do Planeta nas últimas décadas, seja pelas mudanças que vem sendo provocadas pela ação humana na natureza, ou da fúria que a natureza tem manifestado nos últimos anos.

Entre os espaços geográficos, o agrário é o que sofre as maiores intervenções no equilíbrio de funcionamento de seus ecossistemas, principalmente na relação solo-água-planta. O solo é um dos recursos responsáveis pela manutenção da vida no planeta e sustentação por meio da produção de alimentos.

Atualmente este recurso vem sendo ameaçado pelo uso inadequado que gera não somente grandes perdas de solos por erosão, mas perdas de solos por meio de modificações nas suas propriedades físico-químicas influenciando, assim, na baixa produtividade agrícola. A salinidade promovida pela irrigação é um processo que atesta estas modificações no caráter edáfico do solo.

Nas áreas com elevada evaporação e índice pluviométrico reduzido, a irrigação é quase uma prática obrigatória para a maioria dos cultivos. Este é o caso que se aplica ao semiárido nordestino, onde a demanda de água para as culturas não é atendida pelos índices pluviométricos, havendo assim, necessidade de irrigar para que as áreas produtivas sejam economicamente viáveis.

Um dos problemas que se encontra na irrigação é o enriquecimento de sais no solo. Isso ocorre quando a água de irrigação já apresenta sais dissolvidos, os solos apresentam drenagem imperfeita e o tipo de irrigação empregada inadequada. Quando isso acontece, os sais podem ser incorporados ao solo tornando-o salino em poucos anos.

No semiárido nordestino, as maiores incidências de áreas com salinização secundária, ou seja, salinização provocada pela ação antrópica, estão concentradas nas terras intensamente cultivadas com o uso da irrigação, os chamados perímetros irrigados. A salinização do solo tem como consequência a redução do rendimento dos cultivos, tornando necessário para a recuperação do mesmo uma adição de condicionadores químicos, a exemplo do gesso agrícola na lavagem dos sais do solo.

Diante desse contexto o presente trabalho procurou entender a ocorrência desse fenômeno em uma dimensão local, que é a problemática proveniente do aparecimento de crosta salinos em

uma área agrícola localizada na parte irrigável da jusante do manancial de Lagoa do Arroz, no Sítio Lagoa de Fora, município de Santa Helena, Estado da Paraíba. Para tanto se procurou analisar essa ocorrência a partir de estudos integrados das características físicas, sociais e econômicas com as técnicas de irrigação utilizadas na área de estudo.

Desta forma, o objetivo principal dessa pesquisa é compreender o atual quadro da salinidade do solo do sítio Lagoa de Fora, Distrito de Várzea da Ema no município de Santa Helena – PB. Para alcançar tal objetivo faz necessário: caracterizar o meio físico-biológico, identificar os tipos de culturas exploradas, as técnicas de cultivos utilizadas, o modelo de irrigação que se pratica na área e, por último os principais problemas ambientais que foram detectados decorrentes da salinização do solo.

A monografia esta estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo aborda o referencial teórico utilizado para a pesquisa, contendo toda a parte de definições e conceitos necessários ao bom entendimento da temática discutida assim como: a origem, formação e distribuição dos solos salinos, as principais causas da salinização do solo, os fatores que influenciam no desenvolvimento dos solos salinos, a classificação dos solos afetados por sais segundo BRADY, (1989) e o cenário regional e paraibano do processo de salinização do solo.

O segundo capítulo faz referência ao quadro metodológico com detalhes de todos os procedimentos utilizados na pesquisa.

O terceiro capítulo traz as características geoambientais enfatizando a localização e caracterização da área, as características fisiográficas (clima, litologia, geomorfologia, hidrografia, solo e vegetação), características geohidrológicas e os aspectos socioeconômicos.

O quarto capítulo é composto por cinco subcapítulos que abordam as principais características do uso da terra do município de Santa Helena – PB, os tipos de culturas desenvolvidas na área de estudo, a identificação das técnicas utilizadas na preparação do solo para o plantio, os métodos de irrigação praticados na área da pesquisa e as práticas utilizadas na área pelos agricultores.

O quinto capítulo retrata o quadro atual da salinização na área objeto de estudo a partir da descrição dos níveis de salinidade da água do subsolo e de superfície, dos setores degradados, semidegradados e os setores pontuais de manchas salinas que foram observados durante o estudo de

campo. Além da interpretação dos resultados das análises químicas do solo e da água realizadas em laboratório.

Por tanto, acredita-se que essa pesquisa seja relevante tanto para a Geografia quanto para a comunidade da área pesquisada, pois a população da comunidade ficará ciente da problemática decorrente do processo de salinização do solo através do acesso aos dados gerados na pesquisa e que os mesmos sirvam não só de alerta, mas como um documento de consulta para trabalhos em áreas semelhantes.

## CAPÍTULO 1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os espaços naturais sofrem alterações desde tempos mais remotos da história da humanidade. Mesmo diante de práticas rudimentares, utilizadas de forma rotineira em pequena escala no intuito apenas de produzir para a sobrevivência, ainda assim tinha uma parcela de contribuição na modificação do meio natural. Mas as alterações eram de baixa magnitude, mostrando-se imperceptíveis no habitat natural.

A atual sociedade compromete recursos naturais por meio da criação de novos espaços gerados para a produção agrícola em larga e/ou pequena escala. Os impactos ambientais provocados pela apropriação indevida e manejo inadequado desses recursos, ocasionam a ruptura da funcionalidade natural do ambiente e, conseqüentemente, instalam-se processos de degradação ambiental.

Segundo Sánchez (2008 apud MATOS, 2009, p.15),

A degradação ambiental é compreendida como qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou alteração adversa da qualidade ambiental. A expressão área degradada sintetiza os resultados da degradação do solo, da vegetação e muitas vezes das águas.

As técnicas agrícolas inadequadas, muitas vezes rudimentares promovem alterações visíveis, sobretudo na vegetação e no solo. No solo esse fato é constatado pela perda de sua capacidade agrícola.

Para FAO (1980),

A degradação dos solos é compreendida como a deterioração ou perda total da capacidade dos solos para o uso presente e futuro. Tais deteriorações ocorrem através de erosão pelo vento e água que ao encontrar o solo sem cobertura vegetal ocasiona a deterioração química e física dos mesmos.

Os processos que contribuem para degradação dos solos podem ocorrer de forma natural, ou seja, pela própria ação da natureza e de maneira artificial, fruto da ação do homem perante ao seu habitat natural . Guerra; Cunha, 2006, p. 272 considera que:

As próprias condições naturais podem, junto com o manejo inadequado, acelerar a degradação. Chuvas concentradas, encostas desprotegidas de vegetação, contato solo-rocha abrupto, descontinuidades litológicas e pedológicas, encostas íngremes são algumas condições naturais que podem acelerar os processos erosivos. Apesar das causas naturais por si só desencadearem processos erosivos de degradação ambiental, a ocupação humana desordenada, aliada às condições naturais de risco, podem provocar desastres, que envolvem, muitas vezes, prejuízos materiais e perdas humanas.

Na citação acima constata que a degradação dos solos é proveniente de uma série de fatores de ordem natural e antrópica, na qual, o agente acelerador desse processo está condicionada às atividades do homem por meio do uso inadequado dos recursos naturais disponíveis.

Outra forma de degradação dos solos que Guerra e Cunha (2006) não considera na citação acima é a salinização, proveniente da ação humana, pois o excesso de sais na superfície do solo causa impacto negativo no funcionamento natural no sistema edáfico. Para melhor entendimento dessa problemática, os subcapítulos apresentam uma discussão sobre esse processo.

### **1.1 - Definição e Conceito de Salinização do Solo**

A salinização é um termo que consiste no processo de acumulação de sal no solo. Pode ocorrer tanto em áreas próximas ao mar, nas zonas de clima semiáridas, em regiões desérticas e também em áreas com baixas precipitações pluviométricas ( BERNARDO,1995).

Conforme Batista, Novaes e Santos et.al (2002, p.35) “o termo salinidade se refere à existência de níveis de sais no solo que possam prejudicar de maneira economicamente significativa o rendimento das plantas cultivadas”.

Dentro dessa perspectiva pode dizer que a salinização é um processo que ocorre pelo aparecimento de acúmulos de sais na superfície do solo, chegando a causar prejuízos na fertilidade do solo e na medida em que se agrava esse processo o solo fica improdutivo. Sua ocorrência é mais

susceptível nas áreas de regiões áridas e semiáridas, pois a evaporação chega a ser maior que as precipitações.

Para uma explicação conceitual da salinização dos solos abaixo será explicitados dois conceitos importantes para compreensão do mesmo, baseando-se em dois sistemas de informações a seguir descrito:

Segundo Vieira (1975, p. 323), no “Manual de Ciência de Solo”, a salinização do solo é um processo que consiste da seguinte forma:

Salinização é um processo típico de climas áridos onde a precipitação é bastante menor que a evapotranspiração potencial, durante uma grande parte do ano. Nos solos salinos os sais solúveis são o reflexo de alguma condição local e nos períodos secos abundam sulfatos e cloretos de Na, Ca, Mg e K, que chegam a formar crostas brancas à superfície dos solos.

O Projeto de Agricultura Sustentável e Conservação dos Solos (2009) desenvolvido pela Comunidades Europeia explica a salinização e sodificação de solos da seguinte maneira:

A salinização consiste na acumulação no solo de sais solúveis em água. Estes sais contêm os íons potássio ( $K^+$ ), magnésio ( $Mg^{2+}$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), cloreto (Cl), sulfato ( $SO_4^{2-}$ ), carbonato ( $CO_3^{2-}$ ), bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) e sódio ( $Na^+$ ). A acumulação de sódio é também chamada de sodificação. Os sais dissolvem-se e circulam com a água. Quando esta se evapora, deposita os sais na forma de resíduos.

O processo acima citado é comum, principalmente nas áreas áridas e semiáridas, onde a evaporação é maior que a precipitação. A água enriquecida de sais ascende verticalmente e ao evaporar os sais precipitam na superfície formando crostas residuais.

### **1.2– Origem, Formação e Distribuição dos Solos Salinos**

A gênese dos solos salinos está associado com a formação geológica predominante na paisagem e com a drenagem. O homem com suas ações modificadoras de ambientes, contribui de forma decisiva para acelerar ou diminuir o processo (FIGUEIRÊDO, 2005).

Sua origem se cunfunde com a própria formação dos solos que é um produto da decomposição das rochas, através dos processos físicos, químicos e biológicos decorrentes da ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo. No decorrer do processo de intemperização das rochas são liberados diversos compostos simples (FIGUEIRÊDO, 2005).

Para melhor entendimento desse processo Figueirêdo (2005, p.5), diz:

Os sais liberados durante o processo de intemperização das rochas, depende da geomorfologia da região, podem ser carreados para horizontes inferiores mediante percolação ou levados a lugares distantes por escoamento superficial, conforme as condições de relevo, fluxo de água, etc.

Acima são citados dois casos de como os sais são liberados durante o intemperismo das rochas, que são por percolação ou por escoamento superficial. De acordo com o mesmo autor, os dois fenômenos acontecem da seguinte forma: o primeiro fenômeno, os sais são depositados nas águas sub-superficiais podendo por capilaridade acumula na superfície do solo a medida em que a água for evaporada ou consumida pela planta. No segundo caso o mesmo é responsável pela deposição e acumulação de sais em rios, mares, açudes e lagoas.

Ainda com base no mesmo autor nas, regiões com precipitações elevadas os sais são lixiviados até o lençol freático ou pelo próprio escoamento superficial. Já em locais de clima árido e semiárido, devido a evaporação ser maior que as precipitações, seus solos com pouca profundidade permitem a deposição e acumulação de sais na superfície que pode comprometer a sua produtividade agrícola. Segundo Tostão (2005), a formação dos solos salinos também é comum em áreas sazonal ou permanentemente do inundadas de clima semiárido e em áreas costeiras com qualquer tipo de clima.

Quanto ao processo de salinização dos solos, pode ter origem natural ou artificial. “Os processos naturais associados diretamente à pedogênese são responsáveis pela maior parte da salinização dos solos do mundo” (TANJI, 1990 apud FIGUEIRÊDO, 2005, p.6). Já a salinização resultante da ação antrópica é conhecida como salinização secundária que geralmente está associado ao manejo inadequado da irrigação ocorrendo principalmente em regiões áridas ou semiáridas (FIGUEIRÊDO, 2005, p. 6).

No processo natural, os sais do solo são provenientes da meteorização das rochas. No decorrer da meteorização acontece a quebra das ligações entre os elementos dos minerais primários das rochas ocasionando novas combinações incluindo minerais secundários e sais solúveis são formados (TOSTÃO, 2005).

Quanto a origem dos sais em nosso meio podemos considerar sobre três aspectos: pela dissolução ou intemperização, no caso pela reações químicas da hidrólise, hidratação, solução, oxidação e carbonatação dos minerais primários encontrados nas rochas e também no solo (substrato), na concentração dos sais pela ação do clima e de fenômenos como endorreísmo que dificulta a drenagem (SUASSUNA, 2005).

Para Lepsch (2002, p. 13), “as reações químicas provocam na maior parte dos minerais transformações que desmantelam o arranjo original dos cristais e em consequência desprendem alguns dos elementos químicos que estavam retidos na sua estrutura inicial”. Conforme o mesmo autor as reações químicas mais importante são:

- Hidrólise – ataque pela acidez da água nas estruturas dos cristais;
- Oxidação – dessintegração de minerais comumente que possuem ferro mais solúvel ( $Fe^{2+}$ ) e móvel, transformando em óxido pouco solúveis;
- Redução – o oposto da oxidação: o ferro no estado menos solúvel ( $Fe^{3+}$ ) é dissolvido;
- Solubilização – dissolução completa (por exemplo: a da rocha calcária que pode formar cavernas).

Com essas reações são liberados elementos químicos como metais básicos (sódio, potássio, cálcio e magnésio) que juntos com outros minerais secundários e húmus são retidos na superfície formando assim o solo propriamente dito. Para a formação natural dos solos salinos acontece semelhantemente, já que os sais liberados pelos fragmentos rochosos depositam-se e acumulam-se em determinadas áreas da superfície terrestre. VIEIRA (1975, p. 324), classifica os processos pedognéticos que influenciam neste tipo de formação de solo em quatro tipos:

- Adição – quando as adições de materiais são insignificantes ou seja pequena quantidade de matéria orgânica no solo;
- Remoção – com a salização esse processo não ocorre por falta de água de percolação;

- Translocação -- que é a causa das trocas que resulta na deposição de sais na superfície do solo formando incrustações brancas, cristalinas e brilhantes produzidas pelo movimento capilar;
- Transformação -- as transformações em solos salinos e alcalinos formam minerais argilosos do tipo 2:1.

A salinização secundária, como dito anteriormente, é causada pela ação antrópica ou seja o homem a promove . Abaixo a citação expressa o seguinte sobre o assunto:

Além das causas naturais, o homem pode também induzir ou incrementar a salinização do solo, principalmente com o uso de água salina na irrigação, bem como com a elevação do lençol freático pelo excesso de irrigação associado a uma drenagem insuficiente nos solos de baixa condutividade hidráulica (MONTENEGRO & MONTENEGRO, 2004 apud LEAL, 2005 p. 15).

Esse tipo de salinidade além de ter causas relacionadas com a prática inadequada da irrigação também pode ocorrer por outras situações, como exemplo a contaminação do solo com águas de produtos salinos de origem industrial e entre outras formas que chegue a contaminar os solos por sais.

Dando ênfase a salinização em áreas irrigadas Batista, Novaes e Santos (2002, p. 35) alertam para o risco da salinização ao irrigar uma área agrícola:

Ao se irrigar um solo de drenabilidade deficiente a nula, situado em região de baixas precipitações médias anuais e alto déficit hídrico, este se torna salino em período de tempo bastante curto, porque as plantas removem basicamente H<sub>2</sub>O do solo, enquanto que a maior parte dos sais fica retida. Nestas condições o solo tende a se tornar salino caso não seja drenado artificialmente o que vem ocorrendo nas regiões semiáridas do nordeste Brasileiro.

Pelos motivos acima citados as áreas irrigadas necessitam cuidados redobrados no que se refere o tipo de irrigação, pois ao manejar um sistema de irrigação de maneira incorreta, corre-se o risco de salinizar o solo em curto período de uso, acarretando sérios problemas na produtividade do solo.

Quanto aos prejuízos que esse tipo de salinização acarreta para o solo, Oliveira (1997 apud FIGUEIRÉDO, 2005, p.6-7) diz:

Em alguns casos a salinização secundária é responsável por perdas irreparáveis na capacidade produtiva dos solos, tornando estéréis grandes extensões de terras cultivadas. Assim as águas de qualidade duvidosa (com elevados riscos de salinidade e sodicidade), adubos com elevado índice salino, drenagem ineficiente, dentre outros fatores, podem acelerar o processo de salinização secundária.

O exposto acima indica que a salinização secundária prejudica a produtividade dos solos. Esclarece ainda que esse processo pode ser acelerado pelos teores de sais dissolvidos na água assim como de fertilizantes que contenha elevados índices de sais. Devem ser considerados também o tipo de drenagem utilizada na irrigação e outros fatores que de forma direta ou indireta contribua para o agravamento do processo.

### **1.3 – Principais Causas da Salinização do Solo**

O Instituto Nacional de Recursos Biológicos – INRB de Portugal considera as causas da salinização do solo de duas formas:

#### **1- Causas Naturais:**

- Presença de toalhas de água de origem marinha ou ação direta das marés em regiões costeiras;
- Ocorrência de toalhas freáticas enriquecidas de sais provenientes da meteorização das rochas.

#### **2- Causas Antrópicas (ação humana):**

- Uso de solos impróprios ou mal adaptados para a prática da irrigação (solos de cinética lenta e sistema de drenagem deficiente);
- Rega com água rica em sais;
- Má condução da rega (distribuição desigual da água);
- Elevação da toalha freática (redução da evapotranspiração por modificação da vegetação, excesso de rega ou infiltração de água a partir de reservatórios e canais de rega);

- Usos intensivos de fertilizantes ou corretivos particularmente em condições de limitada lixiviação;
- Contaminação do solo com águas residuais ou produtos salinos de origem industrial.

#### 1.4 - Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Solos Salinos

Segundo Batista, Novaes e Santos (2002, p. 36), os fatores responsáveis pelo aparecimento dos solos salinos são os seguintes:

- Clima - déficit hídrico climático acentuado;
- Irrigação em solos rasos ou solos de má drenabilidade;
- Irrigação com água de má qualidade – teores elevados de sais;
- Baixa eficiência de irrigação;
- Manutenção inadequada do sistema de drenagem ou ausência de sistema de drenagem superficial ou subterrânea.

#### 1.5 - Classificação de Solos Afetados por Sais

De acordo Brady (1989, p. 35), os solos afetados por sais classificam-se da seguinte maneira:

- SALINOS – estes solos contêm uma concentração de sais neutros solúveis em quantidades suficientes para interferir seriamente com o crescimento da maioria dos vegetais. A condutividade elétrica de um extrato saturado ( $CE_e$ ) é maior que 4 decisiemens por metro (ds/m). Menos de 15% da capacidade de permuta de cátions destes solos encontram-se ocupados pelos íons sódios e o pH permanece via de regra abaixo de 8,5, isto por causa do seu domínio, apenas uma pequena fração do sódio permutável se acha presente;
- ALCALINOS –SALINOS – estes solos contêm apreciáveis quantidades de sais neutros solúveis e de íons sódio adsorvidos para ocasionar transtornos sérios aos vegetais na sua maioria. Embora mais de 15% da capacidade total de permuta destes solos se encontre ocupado por sódio é provável que seu pH se mantenha abaixo de 8,5 que é consequência da influência repressiva dos sais solúveis neutros à semelhança dos solos salinos acima descritos. A condutividade elétrica do extrato saturado é superior a 4ds/m;

- SOLOS ALCALINOS – esses solos não contêm grandes quantidades de sais solúveis neutros seus efeitos prejudiciais são devidos principalmente à toxidez do sódio, como também à dos íons hidroxila. O elevado pH é principalmente devido à hidrólise do carbonato de sódio:  $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{CO}_3$ .

Outros processos também são usados para classificar o solo e a água quanto a sua salinidade. Costa (2007), baseado nos critérios de classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos traça os parâmetros para a classificação dos solos e das águas como são demonstrados nas Tabelas 01 e 02.

Tabela – 01: Classificação dos Solos Quanto a Salinidade e Sodicidade.

Denominação	CE <sub>ES</sub>	PST (%)	pH	Recuperação
Sem problemas de salinidade	< 4	< 15	4,0 a 8,5	-
Salino	> 4	< 15	≤ 8,5	Lixiviação
Salino-Sódico	> 4	> 15	≅ 8,5	Lixiviação/corretivo
Alcalino ou Sódico	< 4	> 15	> 8,5 e < 10	Lixiviação/corretivo

Fonte: COSTA (2007).

A Tabela 01 apresenta três parâmetros para classificar o solo quanto a sua salinidade através dos resultados da Condutividade Elétrica (CE), Percentual de Sódio Trocável (PST %) e pH. De acordo com parâmetros estabelecidos na tabela, um solo com C.E menor que 4, PST menor que 15% e um pH entre 4 e 8,5 é considerado não salino. Já quando apresenta C.E maior que 4, PST menor que 15% e pH igual ou menor que 8,5 é considerado salino. Quando o solo apresenta C.E maior que 4, PST maior que 15% e o pH for aproximadamente 8,5 o solo é Salino-Sódico. Com C.E menor que 4, PST maior que 15% e pH entre 8,5 e 10 tem solo Alcalino ou Sódico. Em relação a sua recuperação os solos salinos podem ser feitos pela Lixiviação, os solos Salinos - Sódicos e Alcalino-Sódicos além da lixiviação ainda cabem corretivos na sua recuperação.

Tabela – 02: Classificação dos Tipos de Classe de Água.

Tipo de Água	CE (ds/m <sup>-1</sup> )	TSD (g/l <sup>-1</sup> )	Classe
Água para beber e irrigar	< 0,7	< 0,5	Não Salina
Água para irrigar	0,7 a 2,0	0,5 a 1,5	Ligeiramente salina
Água de 1ª drenagem/subterrânea	2,0 a 10,0	1,5 a 7,0	Moderadamente salina
Água de 2ª drenagem/subterrânea	10,0 a 20,0	7,0 a 15,0	Muito salina
Água Subterrânea muito salgada	20,0 a 45,0	15,0 a 35,0	Altamente salina
Água do mar	> 45,0	> 35,0	Salmoura

Fonte: COSTA (2007).

Na tabela 02 encontram-se seis tipos de água que teve como parâmetro de classificação os valores do CE (ds/m<sup>-1</sup>) e também os valores do TSD (g/l<sup>-1</sup>) – (Total de Sódio Dissolvido) e em seguida suas respectivas classes conforme os valores do CE e do TSD. Observa quanto maior o valor do CE e do TSD cresce o grau de salinidade da água.

### 1.6 – Efeitos dos Sais no Solo e nas Plantas

Com o processo de salinização crescente o solo passa a sofrer prejuízos na sua fertilidade e com passar do tempo fica improdutivo, afetando o processo produtivo de um determinado setor agrícola. A respeito dos efeitos que os sais proporcionam no solo Araújo (2009, p. 18), reporta o seguinte:

A salinização do solo tem como resultado a redução do rendimento dos cultivos, sendo necessária uma lavagem de recuperação e adição de condicionadores químicos, como o gesso agrícola, o que leva a custos adicionais. Os sais também causam redução na velocidade de infiltração da água no solo. Esta redução pode alcançar tal magnitude que as raízes das plantas podem não receber água em quantidade suficiente entre os turnos de rega.

Em relação às plantas os sais provocam danos a sua geminação, sendo assim um fator limitante para ao desenvolvimento de uma determinada cultura em áreas afetadas por sais. Larcher (1995 apud FIGUEIRÊDO, 2005, p. 7), explora o assunto:

Os efeitos da acumulação excessiva dos sais solúveis sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indiretos), reduzindo o crescimento e desenvolvimento das plantas.

De acordo com Larcher (1995), a elevada concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar redução da permeabilidade da membrana plasmática, além de influenciar no processo de fotossíntese, já que o conteúdo de clorofila nas plantas é diminuído.

Ainda segundo o mesmo autor,

As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo. Com o aumento da concentração de sais no solo, o potencial osmótico pode tornar-se tão baixo a ponto de ocorrer a perda de água pela planta para o solo, processo conhecido como dessecação osmótica.

Para compreender os efeitos negativos que esses sais provocam no desenvolvimento das plantas, o Quadro 01 mostra as classes e as categorias de solos com base na condutividade elétrica do solo e o grau de influência que cada categoria exerce em relação aos efeitos provocados pelos sais nas plantas.

CLASSES	CATEGORIA	C.E	INFLUÊNCIA PARA PLANTAS
A	Não salinos	0	Salinidade imperceptível
B	Ligeiramente	0 - 2	Salinidade praticamente imperceptível
C	Moderada normal	2 - 4	O rendimento de algumas plantas é afetado
	Moderada salina	4 - 8	O rendimento de várias plantas é afetado
D	Fortemente	8 - 16	Somente as plantas tolerantes produzem satisfatoriamente. Rendimento grandemente afetado

Quadro 01 – Efeito da Salinidade no Crescimento das Plantas

Fonte: Mello ET al (1967).

## 1.7 - Cenário Regional e Paraibano

A salinização ocorre em várias partes do mundo tanto de forma primária como secundária. Estima-se que bilhões de hectares de solos são afetados por sais em todo mundo. Os lugares mais propensos ao processo de salinização além das áreas próximas ao mar são as regiões de climas áridos e semiáridos principalmente nas áreas irrigadas.

A problemática da salinização no Brasil acontece nos perímetros irrigados em especial nos projetos de irrigação de domínio público. Segundo Bernardo (1995, p.5), esse problema concentra no Brasil de seguinte forma:

No Brasil, os principais problemas de salinização estão surgindo nos projetos de irrigação, notadamente nos projetos públicos situados no “Polígono das Secas”. As principais causas disso relacionam-se à falta de drenagem associada à baixa eficiência da irrigação por superfície, conduzida na maioria dos projetos, e não à qualidade da água usada.

Ainda sobre o assunto de forma mais regional, ou seja, buscando uma realidade próxima das informações que tange essa problemática Lima e Silva (2010, p. 3), reporta:

No Nordeste brasileiro, característico de alta evaporação e baixa precipitação, estima-se em mais de 9 milhões de hectares de área ocupada por solos salinos. Salienta, que no Nordeste semi-árido, as maiores incidências de áreas com salinização se encontram nas terras mais intensamente cultivadas com o uso da irrigação nos chamados Perímetros Irrigados.

No caso das áreas irrigadas, os perímetros irrigados do Nordeste geralmente estão concentrados em solos do tipo aluvional, assim como fala Pizarro (1977 apud CORDEIRO, 1988, p. 2):

Os solos dos perímetros irrigados do Nordeste são, na sua quase totalidade, do tipo aluvional, caracterizado por extremas variabilidades horizontais e vertical, tanto no aspecto físico como químico. Em geral, são de textura média e pesada, profunda, de boa fertilidade, porém pobremente drenados. Além disso muitos desses solos apresentavam originalmente, altos teores de sais, condição que foi agravada com o advento da irrigação. Caso não seja adotadas medidas preventivas eficientes, a área

salinizada será, por certo, rapidamente aumentada. A baixa permiabilidade da maioria dos solos torna difícil a recuperação destas áreas, pois não permite que os sais lixiviados atinga os drenos.

Relata-se acima como se comporta quantitativamente a problemática de áreas salinizadas no nordeste brasileiro, na qual demonstra a incidência da salinização na maioria das vezes em áreas de intenso cultivo como nos perímetros irrigados. As tabelas 03 e 04 apresentam os tipos de solos e suas áreas salinizadas em sete estados do Nordeste e em três perímetros irrigados no Estado da Paraíba.

Tabela 03: Áreas de Solos (em km<sup>2</sup>) Afetados por Salinização nos Estados do Nordeste

Solos	Estados							Total
	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	
Planossolo Nátrico	12.708	3.690	944	5.165	3.370	2.098	30.516	58.491
Planossolo Nátrico Sálcos	8.436	4.064	2.769	2.654	393	1.013	5.161	24.490
Planossolo Háplco Sálco	450	837						1.287
Planossolo Hidromórfco Sálco	18							18
Outros	1.645							1.645
<b>Total</b>	<b>23.257</b>	<b>8.951</b>	<b>3.713</b>	<b>7.819</b>	<b>3.763</b>	<b>3.111</b>	<b>35.677</b>	<b>85.931</b>
<b>%</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>4,3</b>	<b>9,1</b>	<b>4,4</b>	<b>3,6</b>	<b>41,5</b>	<b>100</b>

Fonte: Cordeiro, 2001.

A tabela 03 mostra as áreas em Km<sup>2</sup> de solos afetados pela salinização em sete estados do Nordeste, sendo os estados da Bahia e do Ceará os que apresentam maiores quantidades de solos salinos, atingindo percentuais entre 45,1% e 27% respectivamente do total da área de solos afetados pelo processo de salinização na região.

Estudos realizados nos perímetros irrigados de São Gonçalo no município de Sousa –PB, Sumé – PB e Arco Verde no município de Condado – PB, indicaram que os solos dessas áreas apresentam variados níveis de salinização dos seus solos. Para melhor esclarecimento de quanto

esses perímetros representam em quantidades de áreas atingidas pela salinização a tabela 04, esclarece:

Tabela - 04: Áreas Salinizadas nos Perímetros Irrigados da Paraíba

Local	Área salinizada	% da área
	(ha)	Total
Sumé	89	61%
Eng. Arcoverde	22	7,8
São Gonçalo	375	28%

Fonte: Cordeiro, 2001.

Os dados apresentados nas tabelas acima demonstram a gravidade do problema nas áreas de produção agrícola do Estado, pois esse processo diminui as áreas de produção de alimentos, além de desencadear vários processos degradacionais no meio.

## **CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 – Características do Método da Pesquisa**

A metodologia é o caminho e o instrumento de abordagem da realidade que inclui referenciais teóricos conjunto de técnicas e criatividade do pesquisador de planejar e sistematizar um determinado assunto na concretização de uma pesquisa.

Segundo Rudío (1986 apud Souza, 2001, p. 35) “a pesquisa é um conjunto de atividades orientadas que busca determinado conhecimento através de métodos próprios e técnicas específicas apresentados na forma de procedimentos metodológicos”.

De acordo com Lakatos e Marconi (2008, p.46):

O método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido detectando erros auxiliando as decisões do cientista.

A presente pesquisa foi desenvolvida a luz da abordagem quantitativa e qualitativa que segundo Lakatos e Marconi (2008, p.269) apresentam as seguintes características:

No método quantitativo, os pesquisadores valem de amostras amplas e de informações numéricas, enquanto que no método qualitativo as amostras são reduzidas, os dados são analisados em seu conteúdo psicossocial e os instrumentos de coletas não são estruturados.

### **2.2 – Procedimentos Metodológicos**

Os métodos tanto qualitativos como quantitativos facilitou bastante na obtenção dos objetivos da pesquisa, pois tiveram um papel fundamental na sistematização dos conteúdos abordados na fundamentação teórica metodológica, na redação da pesquisa, na aplicação das técnicas de pesquisa, na coleta de dados e também na concretização da análise e interpretação dos dados coletados no decorrer da pesquisa. Os dados coletados são referentes aos seguintes aspectos: naturais, sociais, econômicos e além de concepções teóricas que fundamentaram a pesquisa.

Foram aplicados os seguintes procedimentos metodológicos:

- ▶ O trabalho iniciou-se pela a construção de um marco teórico metodológico mediante levantamento bibliográfico;
- O segundo momento foi marcado pelo processo de elaboração e aplicação de entrevistas junto aos pequenos produtores;
- No terceiro foi realizada a coleta de amostras de solo e água para análise laboratorial;
- O quarto momento caracterizou-se pela análise e interpretação dos dados obtidos na pesquisa.

Para a coleta de dados junto aos produtores, a técnica de pesquisa utilizada foi a observação não participante que segundo Lakatos e Marconi (2009, p. 276), “o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, sem integrar-se a ela. Apenas participando, sem participação efetiva ou envolvimento”.

A observação não participante foi realizada através de entrevistas com dez produtores rurais das pequenas propriedades localizadas na área de estudo. A entrevista foi padronizada segundo os autores acima citados, configura: “[...] quando o pesquisador segue um roteiro previamente estabelecido. As perguntas feitas ao indivíduo são predeterminadas. Age como espectador. Porém, o procedimento tem caráter sistemático”.

O formulário foi constituído de 12 questões relacionadas ao grau de escolaridade, o total de anos do cultivo do solo, para que fins se irrigam, os tipos de culturas cultivadas, qual a forma de irrigação, quais os tipos de fertilizantes são usados, se usam agrotóxicos, quais os incentivos financeiros eles recebem, se recebem orientação técnica no manejo adequado do solo e na forma correta de irrigar, se pertence a alguma associação de produtores rurais e a partir de quando eles começaram a perceber os pontos de saís na superfície do solo.

#### 2.2.1 – Instrumento da Pesquisa

A observação não participante foi realizada desde as primeiras visitas a área de estudo através de registros fotográficos, anotações e contatos diretos com os produtores rurais da área da pesquisa. Lakatos e Marconi (2009, p. 275), dizem que: “A observação tem como principal objetivo registrar e acumular informações. Deve ser controlada e sistemática. Possibilita um contato pessoal e estreito do investigador com o fenômeno pesquisado”.

Um dos instrumentos básicos para a coleta de dados é a entrevista, que conforme Lakatos e Marconi (2009, p. 278),

Trata-se de uma conversa oral entre duas pessoas, das quais uma delas é o entrevistador e a outra o entrevistado. O papel de ambos pode variar de acordo com o tipo de entrevista. Todas elas têm um objetivo, ou seja, a obtenção de informação importante e de compreender as perspectivas e experiências das pessoas entrevistadas.

As entrevistas padronizadas ou estruturada possibilitaram um contato mais próximo entre o pesquisador e os pesquisados, a fim de obter informações a respeito do objeto de estudo mediante a uma formulário de perguntas objetivas e abertas, em que o informante teve a oportunidade de abordar o tema de forma objetiva e clara exposto pelo pesquisador.

#### 2.2.2 - Pesquisa Bibliográfica e Documental

Para Medeiros (2010, p. 39),

A pesquisa bibliográfica constitui-se em fonte secundária. É aquela que busca o levantamento de livros e revistas de relevante interesse para a pesquisa que será realizada. Seu objetivo é colocar o autor da nova pesquisa diante de informações sobre o assunto de seu interesse.

A pesquisa envolveu a construção de um marco teórico através de estudos integrados mediante um levantamento bibliográfico como também a escolha de materiais específicos no fornecimento de subsídios teóricos para o andamento da pesquisa e uma seleção de materiais cartográficos na confecção de mapas representativos. Por exemplo: mapa de localização da área de estudo e entre outras representações cartográficas.

Diversos meios de informações foram utilizados: livros com assuntos específicos na área do estudo, teses, dissertações de mestrado, artigos, periódicos, revistas especializadas no assunto e demais publicações levantadas em meio eletrônico.

O trabalho foi executado em oito etapas: escolha de tema, seleção e obtenção da bibliografia a ser consultada, esquematização do plano de estudo, sistematização do material estudado,

fichamento, análise e interpretação dos dados e a redação dos capítulos um e três, ou seja, a fundamentação teórica e as características geoambientais da área de estudo que serviram de base para os estudos em campo e no encaminhamento das análises do solo e de água para o Laboratório de Análises de Solo e Água do Instituto Federal de Sousa, Unidade de São Gonçalo-PB.

### 2.2.3 -- Pesquisa de Campo

A seguir serão descritas as etapas envolvidas na pesquisa de campo:

Na primeira etapa foi realizado um trabalho de campo para reconhecimento e delimitação da área de estudo. Para tanto foram utilizada a Carta Topográfica da SUDENE, Folha Cajazeiras (SB.24-Z-A-IV) na escala 1: 100. 000, editada pelo MINTER/SUDENE em 1972.

A Segunda estabeleceu um contato com os membros da Associação de produtores rurais da área que se mostraram com um conhecimento empírico do local, no tocante a utilização do solo e nos problemas relacionados ao aparecimento de manchas de sais no solo após a implantação do canal de irrigação na região que está inserida na área de estudo.

Em seguida foram coletadas informações sobre o processo de salinização. Para tanto foram ouvidas pessoas idosas da comunidade que relataram as suas experiências e conhecimentos vivenciados há muito tempo na área, facilitando assim na reconstituição dos aspectos ambientais do local como, vegetação, fauna, recursos hídricos e o uso do solo.

Na quarta etapa foi realizada a delimitação com o auxílio de trena dos setores degradados, semidegradados e setores pontuais de manchas salinas no solo. Também foram realizadas observações na maneira de irrigar de cada produtor, tipo de fertilizante usado nos cultivos, aplicação de agrotóxicos nas plantações, tipos de culturas e pontos de águas existente no local de estudo.

Após a delimitação desses setores foram realizadas sondagens no local estudado com o auxílio do trado para coleta de material pedológico. Em seguida coletado amostras de solos e água com o objetivo de realizar a análise química e determinação do C.E – Condutividade Elétrica. Para a realização da coleta de amostras a mesma baseou-se nas orientações fornecidas pelo Laboratório de Análise de Solo e Água do Instituto Federal da Paraíba- IFPB, Campus de Sousa, Unidade de São Gonçalo.

Os procedimentos utilizados nas sondagens para a retirada das amostras durante a coleta procedeu-se da seguinte maneira: a área de aplicação de pesquisa foi subdividida em três subáreas, pois a área total pesquisada ficou acima de 10 hectares e apresentou variação de declividade, mudança de culturas cultivadas e diferença de textura do solo.

Diante dos critérios acima o local de estudo obteve seis sondagens no total. As mesmas ficaram distribuídas da seguinte forma: três foram feitas em setores de solos não degradados, duas em setores de solos degradados e uma em setores de solos semidegradados (ver mapa 01).

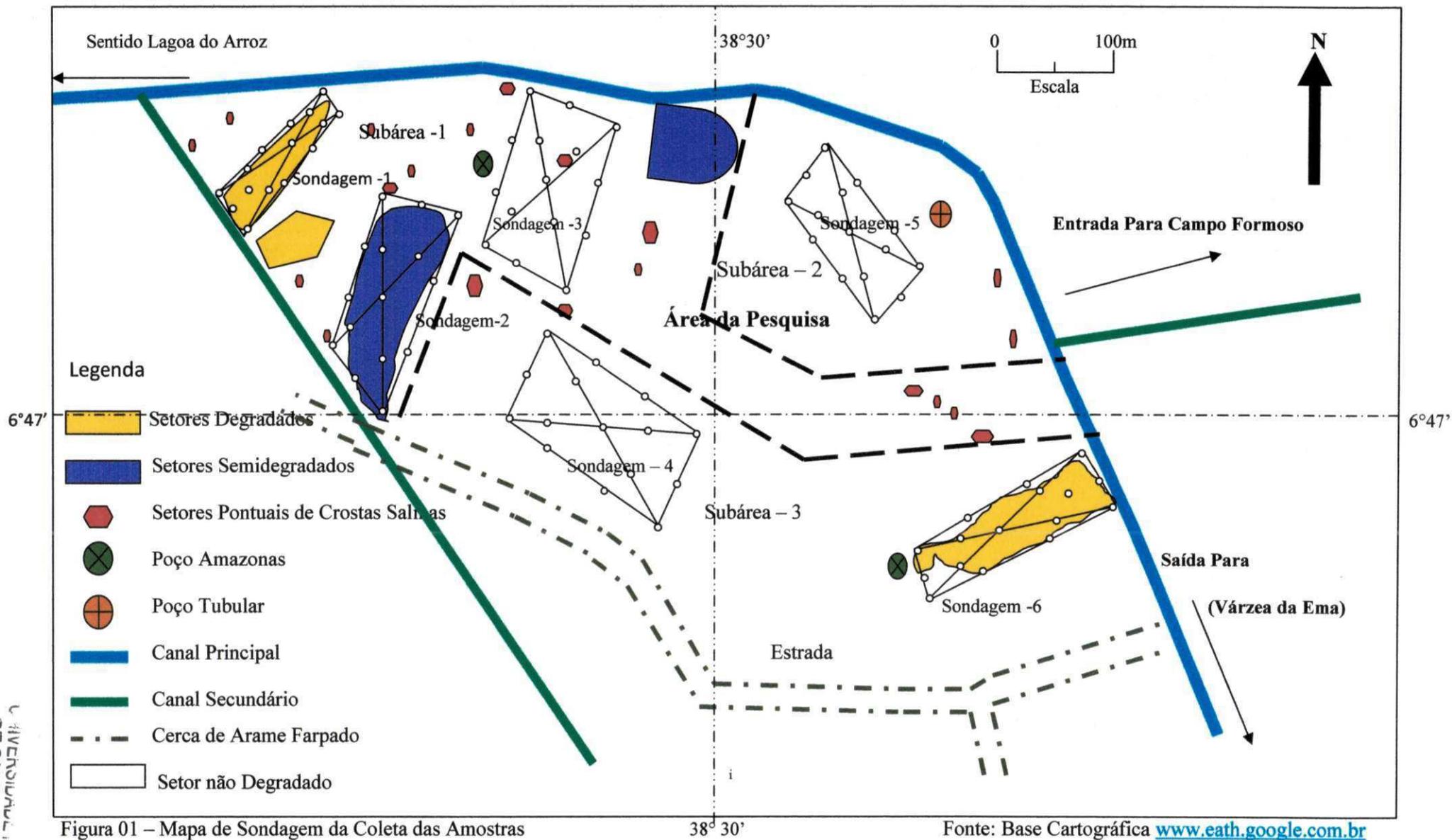


Figura 01 – Mapa de Sondagem da Coleta das Amostras

Fonte: Base Cartográfica [www.eath.google.com.br](http://www.eath.google.com.br)

Os procedimentos da coleta das amostras foram realizados de acordo com o Manual de Métodos de Análises do Solo (EMBRAPA, 2001), se deram da seguinte forma:

- 1 Em cada local de sondagem foram feitos 15 furos em forma de zigue-zagues na profundidade de 0-30cm e de 30-60cm;
- 2 De cada sondagem feita foram retiradas 15 subamostras no perfil de 0-30cm e também a mesma quantidade no perfil de 30-60cm;
- 3 *In locus* as subamostras coletadas em cada perfil foram misturadas em um só recipiente, tornando-as as 15 subamostras de cada perfil coletado apenas em uma amostra;
- 4 Após a mistura das subamostras da coleta dos perfis, cada sondagem ficou com duas amostras;
- 5 Depois as amostras foram postas no sol durante dois dias para a retirada do excesso de umidade;
- 6 Após a secagem as amostras foram destorroadas e em seguida retirou-se cerca de 2 kg de solo de cada amostra preparada para a realização das análises químicas.

Na execução das sondagens nos setores analisados foi utilizado para a extração das amostras o trado, que é um instrumento de aço com espessura em forma de espiral possuindo a extremidade inferior pontiagudo ver Foto 01 abaixo:



Foto 1 - Coleta das Amostras de Solo

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Para a realização da análise química da água coletaram-se três amostras dos pontos de água previamente estabelecidos durante as visitas realizadas na área de estudo, sendo eles um poço artesiano e dois poços amazonas.

Após a coleta das amostras da água e do solo, as amostras foram postas em recipientes plásticos de tipos descartáveis (ver foto 02) e em seguida enviadas para a realização das análises químicas.



Foto 02 - Amostras de Solo e Água Coletadas

Foto: Arquivo pessoal, 2013

#### 2.2.4 – Pesquisa em Laboratório: análise química do solo e da água – sais solúveis

Para aferir a quantidade de sais solúveis nos solos utilizou-se a tradicional metodologia desenvolvida pelo laboratório de Riverside nos Estados Unidos da América do Norte (RICHARDS, 1974 apud CORDEIRO, 2001, p. 12).

O método consiste em preparar uma pasta saturada de uma amostra de solo e posteriormente obter o extrato mediante sucção por vácuo ou pressão. Através da medição da condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação em mmhos/cm, ou ds/m a 25°C, obtém-se a concentração de sais solúveis do extrato através da fórmula:

$$\text{ppm} = 640 \times \text{CE}$$

U.S.

100

## CAPÍTULO 3 - ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

### 3.1 - Localização e Caracterização Geográfica da Área de Estudo

A área delimitada para realização da pesquisa situa-se na porção leste do município de Santa Helena – PB e faz parte do trecho irrigado do Canal da Lagoa do Arroz - Cajazeiras/Santa Helena (Trecho 11 km). A mesma encontra-se precisamente na comunidade de Lagoa de Fora e corresponde a uma extensão territorial de aproximadamente de 40 hectares.

A localidade de Lagoa de Fora se localiza no entorno das comunidades Cacaré, Campo Formoso e do Distrito de Várzea da Ema no mesmo município. Suas coordenadas geográficas estão entre meridianos 38° 30' e 38° 30' de longitude oeste e entre os paralelos 06° 47' e 06° 47' latitude sul, com uma elevação em relação ao nível do mar de 273m (MASCARENHAS et al, 2005).

O município em que a área está inserida situa-se no extremo Oeste da Paraíba, na Mesorregião Geográfica do Alto Sertão Paraibano e na Microrregião Geoadministrativa de Cajazeiras (ver mapa 01). Limitando ao norte com os municípios paraibanos de Triunfo e Poço de José de Moura, ao sul com Bom Jesus e Cajazeiras, a leste com São João do Rio Peixe e a oeste com o município de Baixo no Estado do Ceará.

O município de Santa Helena ocupa uma área de 208,8 km<sup>2</sup>, a sede municipal apresenta uma altitude de 325m em relação ao nível do mar e Coordenadas Geográficas de 38° 38' 16" de longitude oeste e de 06° 43' 12" de latitude sul (MASCARENHAS et al, 2005).

A área também se encontra inserida na Bacia Sedimentar do Rio do Peixe. Segundo Brandão (2005, p. 35), configura-se da seguinte maneira:

A Bacia Sedimentar do Rio do Peixe é descontínua e composta por três blocos ou sub-bacias: a de Pombal, a de Sousa e a de Brejo das Freiras. As sub-bacias de Sousa e de Brejo das Freiras estão inseridas na área da bacia hidrográfica do Rio do Peixe e estão separadas por um intenso falhamento SW-NE, a falha de Porto Alegre, ao qual se relaciona a fonte termal de Brejo das Freiras.

O acesso a área da pesquisa pode ser feito a partir de João Pessoa pela BR 230 até a cidade de Cajazeiras - PB, onde se toma a PB-393 até São João do Rio do Peixe - PB. Chegando neste ponto segue pela PB-395 para Santa Helena – PB a qual dista cerca de 518 km da capital.

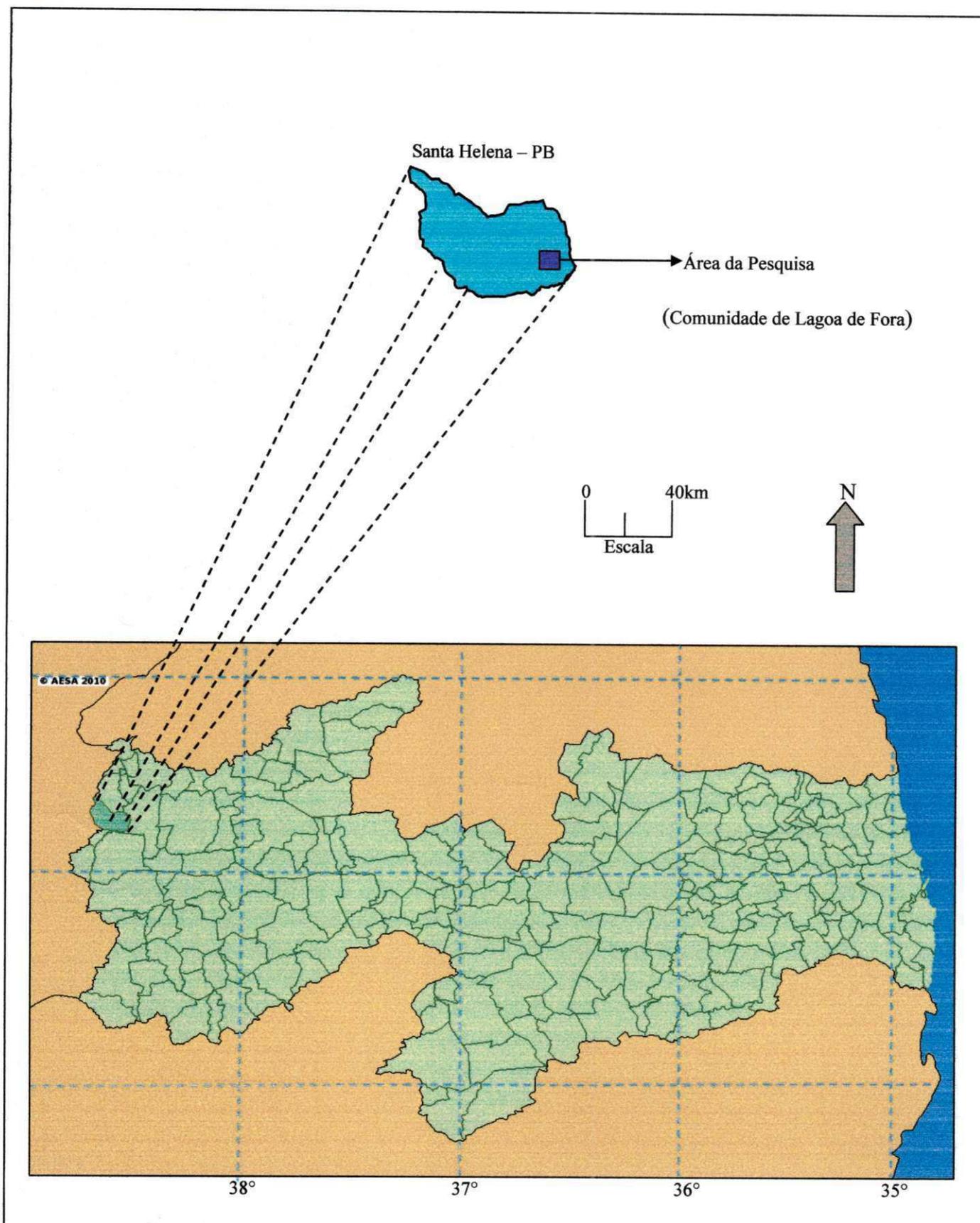


Figura 02 – Localização da Área de Estudo.

Fonte: AESA, 2010.

### 3.2 - Características Geohidrológicas da Área de Estudo

A água que se utiliza para irrigar o perímetro do sítio Lagoa de Fora é procedente do Canal da Lagoa do Arroz – Cajazeiras- PB/Santa Helena- PB. O mesmo encontra-se entre os municípios de Cajazeiras, Bom Jesus e Santa Helena, no Estado da Paraíba. Sua localização fica entre os paralelos 6° 51' e 6° 51' de Latitude Sul e entre os meridianos 38° 32' e 38° 32' de Longitude Oeste.

Conforme os dados obtidos no Núcleo de Integração Rural de Várzea da Ema (NIR), o sistema de irrigação é composto por um canal principal de 11 km de extensão e de nove ramais de ligação com uma extensão total de 10 km. O total da área irrigável do canal de irrigação é de aproximadamente 800 hectares. Seu principal objetivo é conduzir água do açude para irrigar sua área de abrangência nos 800 hectares irrigável no seu percurso.

Na área irrigada pelo canal, encontram-se culturas perenes, como coco, banana, goiaba, manga e caju e as temporárias representadas pelas culturas de subsistências como milho, feijão, arroz, algodão e ainda plantio de capim para ração animal.

O modelo de irrigação adotado na área é de superfície e os tipos de irrigação são por sulcos e inundação. Em Lagoa de Fora, poucos produtores irrigam por aspersão e micro aspersão e nenhum irriga por gotejamento, que é considerado o mais viável ecologicamente. Constata-se ainda o uso exagerado de adubos químicos para fertilização do solo e também o uso exacerbado dos agrotóxicos nas plantações, principalmente, nas plantações não permanentes no caso do cultivo do arroz.

O açude “Lagoa do Arroz” localiza-se entre os paralelos de 06° 47' e 6° 51' de latitude sul e entre os meridianos 38° 32' e 38° 38' de longitude oeste, no sítio Serragem no município de Cajazeiras, Estado da Paraíba, no vale do rio São José, afluente pela margem direita do Rio do Peixe. Foi projetado pelo 2º Distrito de Engenharia Rural (2º DERUR) do DNOCS e construído pela Construtora EIT - Empresa Industrial e Técnica S.A. Os serviços de implantação das obras foram iniciados em 1983 e concluídos em 1987 e a inauguração ocorreu em 28 de outubro de 1987, pelo Presidente José Sarney (DNOCS, 1989, apud SOUZA, 2001, p. 42).

Segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), o açude da Lagoa do Arroz está localizado a uma distância em linha reta, a cerca de 420 km de João Pessoa e 360 km de Fortaleza. Quanto ao acesso ao local pode ser feito a partir de João Pessoa pela BR - 230 e através da BR – 116, a partir de Fortaleza.

Com base nas informações obtidas no escritório do DNOCS em Sousa-PB, o manancial tem cerca de 80.220,750 m<sup>3</sup> de capacidade, uma vazão de 0,96 m<sup>3</sup>/s com uma área de 1.228 hectares. O principal objetivo do reservatório, além da pesca, é a cultura de vazante na sua montante e a perenização do rio São José (Riacho Cacaré) e o canal na irrigação a jusante, onde tem aproximadamente 1.800 hectares de solos irrigáveis.

O manancial também abastece as cidades de Santa Helena – PB e Bom Jesus - PB. De acordo com Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (2012), atualmente o reservatório apresenta-se com a capacidade hídrica de 29.668,00 m<sup>3</sup>, (ver figura 03).



Figura 03 - Evolução do Volume Hídrico da Lagoa do Arroz nos Últimos 10 anos.

Fonte: AESA, 2001.

### 3.3 - Características Fisiográficas

#### 3.3.1 – Clima

A área do estudo acha-se inserida na zona climática de semiaridez do nordeste brasileiro no denominado “Polígono das Secas”, caracterizada por uma irregular distribuição de chuvas no tempo e no espaço. Segundo dados da Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2005), o regime pluviométrico da área de estudo apresenta uma média anual pluviométrica entre 750 a 1.000 mm como pode ser observado na Figura 04.

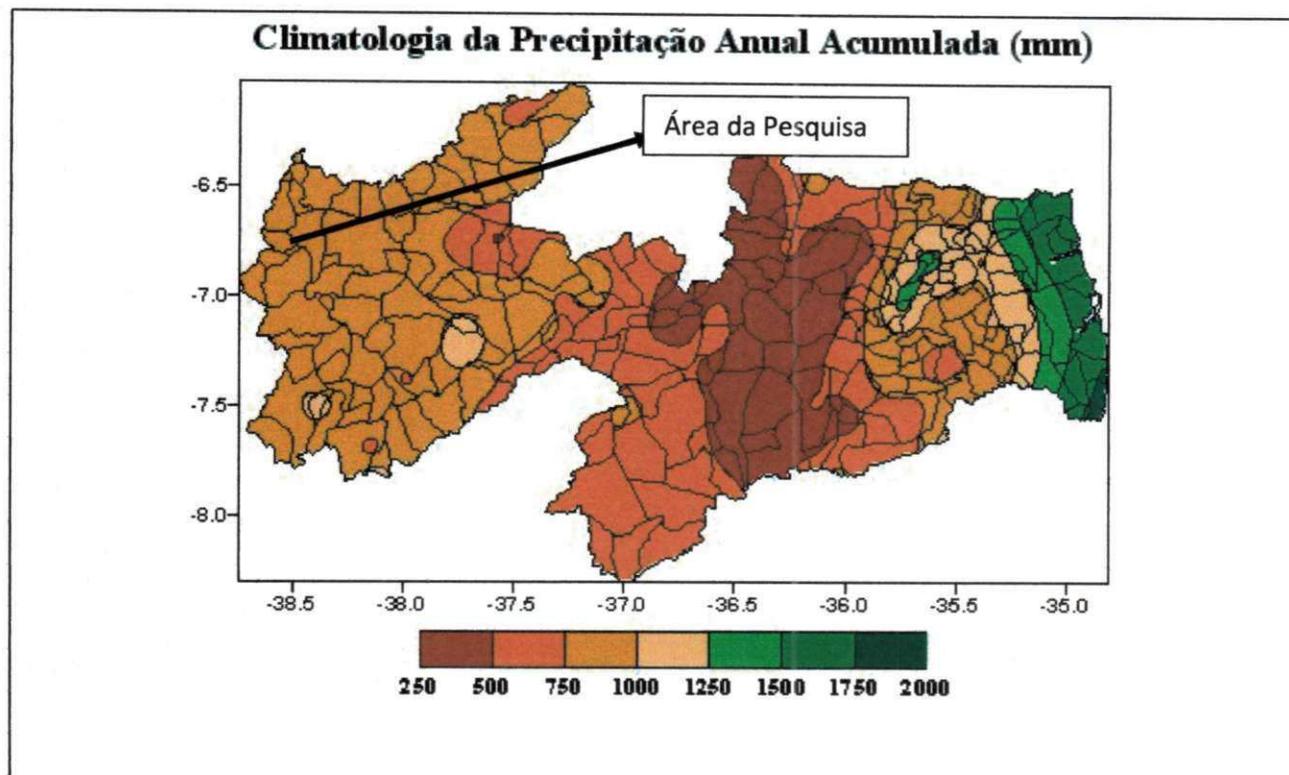


Figura 04 – Mapa de Precipitação Média Anual Acumulada

Fonte: AESA, 2005.

A Figura 04 mostra a precipitação anual acumulada (mm) do Estado da Paraíba. Na mesma encontra a variação da pluviometria média anual ilustrada em sete cores diferentes. Ao observar a figura 04, a área da pesquisa tem seu regime pluviométrico anual em (mm) representada na cor amarela conforme a seta indicativa na figura 04.

MUNICI. POSTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Cachoeira dos Índios	123.4	166.6	219.3	193.7	62.0	35.0	18.0	4.3	6.2	10.9	14.2	42.3
Cajazeiras	101.4	168.4	252.0	169.1	67.2	27.8	13.0	4.1	6.1	11.1	17.2	41.1
São João do Rio do Peixe	111.7	171.8	277.1	192.9	90.8	37.9	16.2	7.0	4.9	9.3	20.6	37.5

Quadro 02 – Precipitação Média Mensal no Período de 30 anos

Fonte: AESA, 2005.

O Quadro 02 da anterior demonstra a variação da precipitação média mensal de três municípios próximos a área da pesquisa. Ao analisar os dados do quadro, os meses entre janeiro e maio apresentam maior pluviometria e os meses de junho até dezembro com baixas precipitações, demonstrando assim a variação da precipitação mensal acumulada em (mm) que se configura na área de estudo.

No tocante a temperatura a área de estudo assemelha-se com as demais localidades de clima semiárido. Segundo Barbosa (2012, p. 37), “[...] as temperaturas são elevadas durante o ano inteiro, com pequenas variações anuais dentro de um intervalo de 23 a 30°C com ocasionais picos mais elevados, principalmente durante o período de estiagem”.

A evaporação apresenta índices elevados que provoca um grande déficit hídrico no local. Segundo Souza (2001, p.48), “Os maiores índices de evaporação ocorrem no período do verão, com evaporação mensal oscilando entre 182,0 a 333,0mm e anual em torno 2.992mm”.

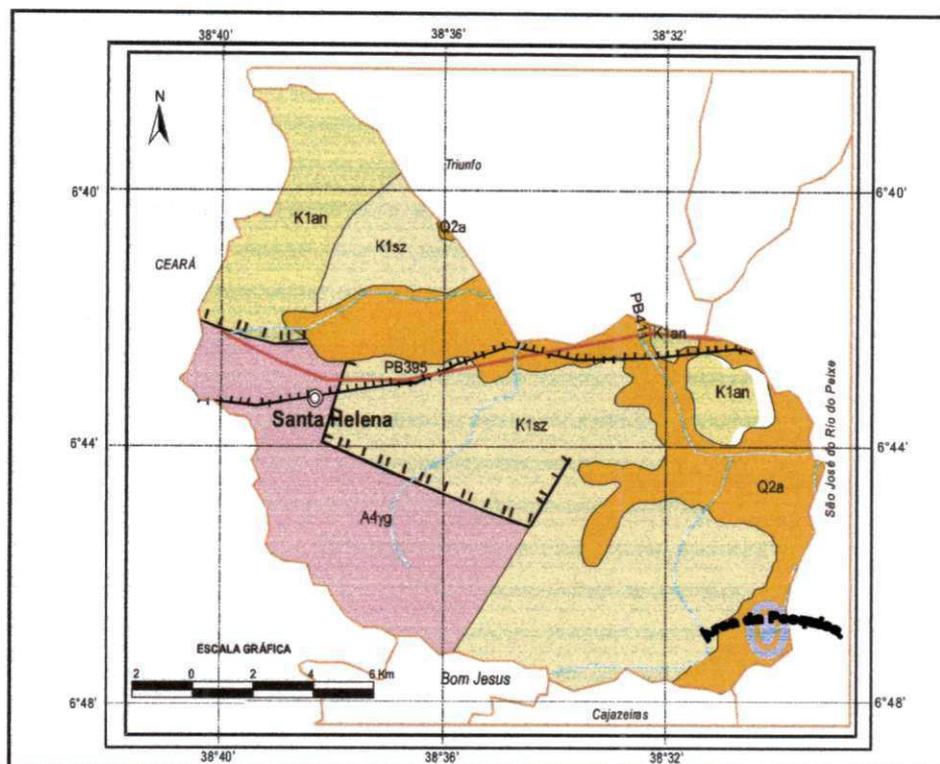
Em relação às condições atmosféricas, a umidade relativa do ar varia entre 51,8% e 72,9%, ventos variando entre SE e NE com velocidades na ordem 1,6 a 2,9 m/s e insolação de boa qualidade (SOUZA, 2001).

### 3.3.2 - Geologia

A área de abrangência da pesquisa está inserida na Bacia Sedimentar do Rio do Peixe. “A Bacia do Rio Peixe é considerada a maior das pequenas bacias cretáceas intracratônicas encravadas no cristalino do Nordeste semiárido” (TINOCO, I.M & MABESOONE, J.M , 1975 apud MATOS 2009, p. 27).

Sua geologia segundo Brandão (2005), é constituída de dois compartimentos geológicos: um por rochas do Complexo Granítico-gnáissico-migmatítico que compõe cerca de 70% das rochas aflorantes e o outro por rochas diversas da sequência sedimentar do Grupo Rio do Peixe com cerca de 30% dos afloramentos.

De acordo com o mapa geológico do município (ver figura 05), a área de estudo apresenta sua unidade litoestratigráfica da Era Cenozóica - (Q2a). Sua composição é constituída pelos depósitos aluvionares (a): areia, cascalho e níveis de argila.



## UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

## Cenozóico

**Q2a** Depósitos aluvionares (a): areia, cascalho e níveis de argila.

## Mesozóico

**K1sz** Formações Souza (sz): siltito argiloso, folhelho, arenito calcífero (flúvio-lacustre)

**K1an** Formação Antenor Navarro (an): arenito fino a grosso, siltito e argilito (leque aluvial e fluvial entrelaçado)

## Arqueano

**A4yg** Complexo Granjeiro (g): ortogneisse TTG (2541 Ma U-Pb)

## CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

— Contato geológico  
 |||| Falha ou Zona de Cisalhamento Extensional

## CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

⊙ Sede Municipal  
 — Rodovias  
 + + + + Linha férrea  
 --- Limites Intermunicipais  
 ~~~~~ Rios e riachos

Figura 05 - Mapa Geológico do Município

Fonte: MASCARENHAS et al (2005).

### 3.3.3 - Geomorfologia

O relevo do município acha-se incluso na área compreendida pela Depressão Sertaneja caracterizada por uma configuração peculiar do relevo do Nordeste brasileiro que é marcado pelas depressões intermontanas ou interplanálticas. Ab' Saber (2003), explica que esses fenômenos são oriundos de pediplanação, com o processo de desenvolvimento de áreas aplainadas que ocorrem em regiões áridas ou semiáridas durante o período Terciário e Quaternário motivado pelas condições climáticas de semiaridez.

De acordo com Ab'Saber (1974 apud Brandão, 2005), predominam-se nos sertões nordestinos as depressões interplanálticas e intermontanas, limitadas a leste pelo Planalto da

Borborema, a oeste pela Serra da Ibiapaba, ao norte pelos Tabuleiros Costeiros e ao sul pela Chapada Diamantina. Na área do sertão com ocorrência desses tipos de depressões, é marcada por vários níveis de erosão, onde a influência climática é um fator determinante na predominância dos processos físicos de intemperismo responsáveis pela erosão diferencial apresentada nas suas formas que compõem a morfologia residual da área.

Segundo Brandão (2005, p. 44), a formação do relevo apresentado na Bacia do Rio Peixe configura-se da seguinte forma:

O processo de formação do relevo semiárido baseia-se no modelo evolutivo relacionado a processos de pediplanação: pressupõe a existência de um nível de base. Neste caso específico o nível de base seria o próprio Rio do Peixe, onde as vertentes recuam paralelamente a si mesmas; os sedimentos originados desse processo dão origem aos pedimentos depositados entre o sopé da vertente e o leito fluvial; a coalescência dos pedimentos, associados às planícies aluviais, formam o pediplano de Sousa.

Quanto ao relevo da área específica do estudo a área apresenta um relevo plano a suave ondulado, já que a mesma situa-se na margem direita da planície do Rio São José, um dos afluentes do Rio do Peixe (ver fotos, 03 e 04).



Foto 03 – Relevo Suave Ondulado

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.



Foto 04 – Relevo Plano

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

### 3.3.4 - Hidrografia

A área da pesquisa encontra-se inserida nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas, representada por um dos afluentes da margem direita do Rio do Peixe, o rio São José, que pertence a Sub-bacia do Rio Peixe.

Em conformidade com o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea - Diagnóstico do município de Santa Helena – PB, Mascarenhas et al (2005), aponta para o município o seguinte quadro hídrico:

- Águas Superficiais – os principais tributários são: o Rio do Peixe e os riachos da Jurema e Cacaré. O seu principal corpo de acumulação de água é a lagoa do Caboclo.
- Águas Subterrâneas – de acordo com o levantamento realizado durante o diagnóstico, foi registrado a existência de 189 pontos d' água, sendo 05 poços escavados (cacimba/cisterna) e de 184 poços tubulares, que representa 97% de águas provenientes de poços tubulares e 3% ficam entre cacimbas ou cisternas.

Encontram-se no local da pesquisa um poço tubular e dois poços amazonas, além da água do Canal do Açude da Lagoa do Arroz. A localidade também está às margens do rio São José que hoje se encontra perenizado pela abertura das comportas do Açude da Lagoa do Arroz.

Os pontos de águas encontrados no ano de 2012 durante a visita de campo não se encontra cadastrados no diagnóstico do município. Com isso foi feita a coleta de amostra para análise no intuito de obter dados em relação ao grau de salinidade das águas dos mesmos. Os dados obtidos serão objetos de análises no capítulo 05 do presente trabalho.

### 3.3.5 – Solo

No semiárido os solos estão vinculados à vegetação do tipo caatinga em suas diversas formas, a qual sua cobertura vegetal reflete as condições do clima existente no local com chuvas irregulares e ar muito seco e quente (LEPSCH, 1995).

Segundo o mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Santa Helena – PB (Embrapa, 2002), o município apresenta quatro tipos de solos: Vertissolo (V4), solonetz-solodizados (SS4), Bruno não Cálcio (NC 01) e Regossolo Distrófico (R18).

Para Lepsch (1995, p. 81), atualmente os solos solonetz-solodizados e Bruno não Cálcio apresenta a seguinte classificação:

- Solonetz-solodizados – conhecido como Planossolo com horizonte B plânico abaixo de horizonte A e E;
- Bruno não Cálcio – atual Luvisolo com horizonte B textural rico em cátions básicos trocáveis e Ta, (Ta= argilas de atividade) (ou capacidade de troca) alta.

Ao destacar o solo da área analisada, observa-se no mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município a presença de Vertissolo. (ver figura 07).



Segundo Barbosa (2012, p. 43), o Vertissolo (V4) caracteriza-se da seguinte maneira:

[...] esta classe compreende solos minerais com alto conteúdo de argila, apresentam elevada capacidade de troca de cátions, em virtude da grande quantidade de argila. É notável a capacidade de dilatação e contração da massa do solo, em decorrência da elevada atividade de argila. Durante o período seco, a massa se contrai formando fendas que vão desde a superfície até a parte baixo dos perfis. No período de chuvas, o solo se reumedece, dilata-se, fica muito plástico e pegajoso, tornando-se muito difícil ou mesmo impraticável o uso de máquinas agrícolas nos mesmos.

Nesse sentido a área de estudo apresenta um solo caracterizado por uma grande quantidade de argila, tornando um solo de elevada capacidade de troca de cátions. Também demonstra uma expansividade, ou seja, alto poder de dilatação e contração marcado muitas das vezes pelas suas fendas no seu perfil no período de estiagem e na época das chuvas pela sua consistência plástica e pegajosa.

Historicamente o solo da área pesquisada sempre foi usado para prática agrícola e pecuária. Os principais produtos cultivados são: milho, feijão, algodão e arroz. Já a pecuária destaca-se pela criação bovina. Após a implantação do canal de irrigação, houve a introdução da goiaba.

Atualmente com a ocorrência da salinidade os cultivos resumem-se ao plantio de milho, feijão, goiaba e coco. Quanto ao cultivo do arroz, hoje se encontra de forma reduzida na área. Os locais onde antes se plantava arroz estão sendo substituídos pela plantação de Braquiária para pastagem.

### 3.3.6 – Vegetação

A vegetação predominante no sertão paraibano é de Caatinga. Sua formação se caracteriza por uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica. Assim, existem muitas plantas suculentas como as cactáceas. As espécies são, na maioria, caducifólias, espinhosas, com folhas pequenas ou de laminas subdivididas existindo inclusive algumas sem folhas (afila) para reduzir a água por transpiração (ATLAS DA PARAÍBA, 1985, p. 46).

Em estudo realizado na Bacia do Rio do Peixe, Brandão (2005, p.66), caracterizou a predominância da vegetação da bacia da seguinte maneira:

A vegetação natural que predomina na área da bacia do Rio do Peixe é a Caatinga. Caracteriza-se pelo conjunto de árvores e arbustos espontâneos, densos, baixos, retorcidos, de aspecto seco, nanofoleáceas, coreáceas, de caráter caducifólio, com raízes profundas; adaptadas as altas temperaturas e a evapotranspiração do ambiente semiárido.

Sobre os aspectos fisionômicos a região que a área de estudo está inserida “[...] é possível identificar a ocorrência de caatinga arbórea, caatinga arbóreo-arbustiva e caatinga arbustiva” (ANDRADE, 1966 apud BRANDÃO, 2005, p. 46).

Quanto à distribuição da cobertura vegetal tanto do município de uma forma geral como também no local de análise, observa-se um quadro atual bastante devastado restando poucas áreas de cobertura natural. Essa devastação foi provocada principalmente pelo intenso uso da agricultura, a implantação de pastagens, além do uso da lenha para diversos fins (ver fotos 05 e 06).



Foto 05 - Área de Pastagem.

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.



Foto 06 - Espécies Introduzidas (goiabeira)

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

### 3.5 - Caracterização Socioeconômica

O município de Santa Helena foi criado pela lei nº 2.616 de 12 de Dezembro de 1961 e instalado no dia 29 daquele mês e ano. Segundo o último censo IBGE, o município possui uma população de 5.369 habitantes, dos quais 2.626 são homens e 2.743 são mulheres.

De acordo com o IBGE (2010), a sede do município possui cerca 2.132 domicílios particulares e permanentes dentre eles temos 1.666 domicílios ocupados. Na área da saúde o serviço é prestado por 01 casa de saúde e 05 unidades ambulatoriais.

Já na educação o município conta com 31 escolas de ensino fundamental e 01 de Ensino Médio. A agricultura constitui a principal atividade econômica da comunidade seguida pelo comércio. O total de empresas atuantes com CNPJ são em número de 19.

A comunidade de Lagoa de Fora é constituída de 21 famílias. A fonte de renda está pautada basicamente na agricultura. Além da agricultura a comunidade tem como complementação da sua fonte de renda os benefícios do INSS e Bolsa Família.

No setor de saúde a comunidade é assistida pela unidade ambulatorial do Distrito de Várzea da Ema distante cerca de 1 km da localidade. A educação conta dois estabelecimentos de ensino fundamentais também localizados no Distrito de Várzea da Em.

Em termos de infraestrutura o povoado dispõe de rede elétrica, abastecimento de água mediante a um poço artesiano, esgotamento sanitário é através de forças sépticas e não possui coleta de lixo, ou seja, o lixo é incinerado pela a população.

A base econômica da população vincula-se ao plantio irrigado de milho, feijão, arroz, goiaba e coco. Perante as informações dos agricultores, a área em 2012 produziu em média 5 toledas de milho, 6 toneladas de feijão, 1,5 toledas de arroz e 50 toledas de goiaba. A comercialização é feita no próprio município e nos demais municípios da região como Cajazeiras-PB e São João do Rio Peixe-PB.

Lembrando que o plantio de coco é recente e não houve ainda colheita. A maior produção que se tinha em anos passados era de arroz irrigado, chegando a produzir por hectare cerca de 3 toneladas por ano. Hoje a maioria dos setores de produção de arroz foram substituídos por plantio de capim braquiária para pastagem do gado. O cultivo do arroz resumiu-se em pequenas plantações de arroz por parte de alguns produtores.

## **CAPÍTULO 4: CENÁRIO ATUAL DA LAGOA DE FORA: USO E MANEJO DO SOLO.**

### **4.1 – O Uso da Terra no Município de Santa Helena – PB**

O sistema agrário se estabeleceu na área a partir de diversos cultivos como milho, feijão, arroz e algodão e a produção da pecuária extensiva pela criação bovina, caprina e ovina. Nesse modelo de produção a agropecuária tem sua base na agricultura familiar, sem acesso ao uso de tecnologias, tendo assim uma baixa produtividade.

Na preparação do solo para o plantio, a retirada da cobertura vegetal constitui a primeira atividade empreendida pelos agricultores que utilizam instrumentos rudimentares e incisivos, iniciando o processo de corte e derrubada de espécies vegetais existente no local do plantio. Após a derrubada das espécies vegetais, outra atividade praticada é a queima de todo material orgânico depositado sobre o solo, decorrente da derrubada das árvores, ou seja, folhas, galhos, raízes, etc. Depois da queima a área passa pelo processo de aração, que é feita pela força animal através do arado (“cultivador”) ou pela tração mecânica com uso de máquinas (“tratores”).

De forma geral, as culturas como feijão, milho e arroz são cultivadas durante o período de janeiro a março, correspondendo aos meses mais chuvosos na região em que a área de estudo está inserida. A colheita realiza-se logo após o período chuvoso entre os meses de maio a junho.

O sistema de produção agrícola na área de estudo, consiste, basicamente, em uma agricultura semi-intensiva – tipo de agricultura que conserva algumas técnicas agrícolas antigas aliadas às novas técnicas, ou seja, faz uso parcial de ferramentas tecnológicas. Na Lagoa de Fora, o acesso a técnica agrícola se dar através da irrigação que promoveu a introdução de novas culturas como a goiaba e coco. Mas, os demais procedimentos utilizados na área ainda permanecem os mesmo praticados no restante do município. Para um melhor detalhamento de como se encontra o atual sistema produtivo serão descritos a seguir os principais tipos de culturas e as técnicas utilizadas na área.

### **4.2 – Principais Tipos de Culturas Desenvolvidas na Área de Estudo**

O sistema de produção agrícola da área da pesquisa caracteriza-se pelo cultivo dos seguintes tipos de culturas:

- 1- Culturas não permanentes;

## 2- Culturas permanentes.

As culturas não permanentes destacam-se pelo cultivo do milho, feijão e arroz. O plantio das mesmas ocorre em dois períodos do ano: no chuvoso entre os meses de janeiro e março e o outro nos meses de estiagem entre agosto e dezembro. Já as culturas permanentes estão evidenciadas pela introdução de novas espécies vegetais na área de estudo, nesse caso o cultivo da goiaba e do coco.

Atualmente, o cultivo do arroz está bastante reduzido, pois o solo da área apresenta setores salinizados tornando improdutivo. Assim, o cultivo do arroz vem sendo substituído pelo plantio de outras culturas, a exemplo do coco que é mais tolerante aos teores de sais no solo. Além das espécies com tolerância a solos salinos, o capim braquiária foi introduzido e adaptado sem maiores problemas nas antigas áreas de cultivos de arroz (ver foto 07).

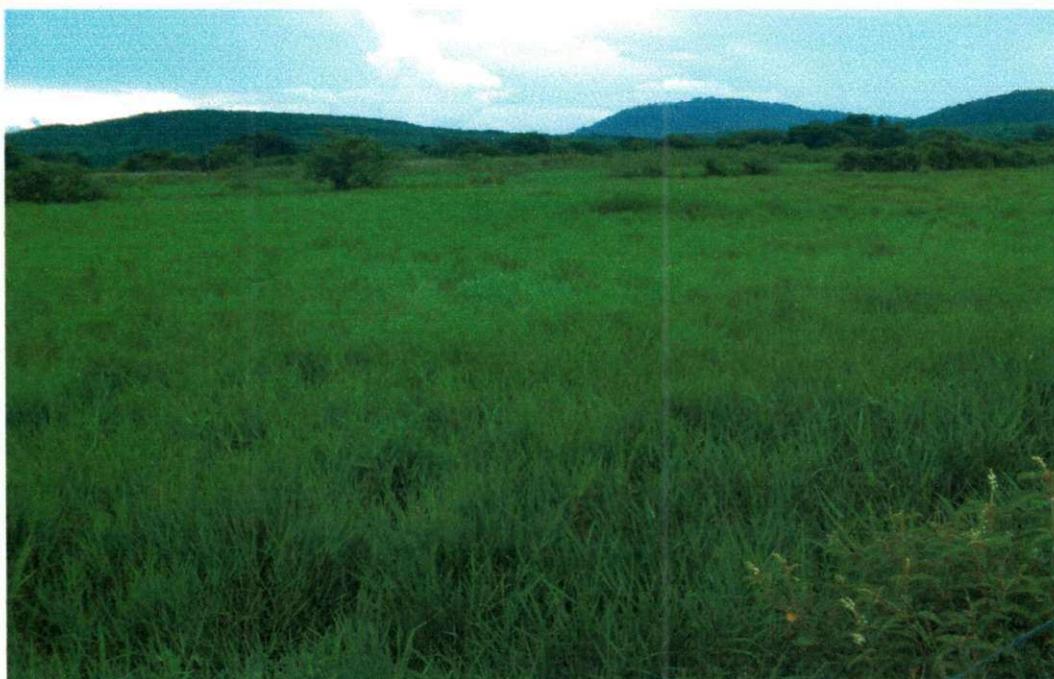


Foto 07 - Plantação de Braquiária

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

### 4.3 – As Técnicas Agrícolas Utilizadas na Área de Estudo

O uso da terra para a produção agrícola na área pesquisada é fruto da utilização de várias técnicas. As técnicas agrícolas desenvolvidas na área constituem um conjunto de métodos práticos de fundamental importância no cultivo dos vegetais. Durante a realização da pesquisa foram observadas as seguintes técnicas na área:

- 1 – O uso do arado na preparação do solo;
- 2 – A introdução de fertilizantes para melhoria do solo;
- 3 – Aplicação de herbicidas no controle das ervas daninhas;
- 4 – A utilização de inseticidas e pesticidas no combate as pragas.

Na preparação do solo para o plantio usa-se o arado, utilizando-se dos cultivadores manuais e de tratores. Objetivo do uso do arado no preparo do solo é homogeneizar o material mineral do solo com os restos vegetais que se encontram sobre ele e remover a camada superficial, tornando-a arada para facilitar na introdução das sementes na hora de semear o solo (ver foto 08).



Foto 08 - Preparo do Solo para o Plantio de Arroz      Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Quanto à fertilização, o uso de adubos naturais (matéria orgânica) é uma prática reduzida, aplicam-se os fertilizantes químicos a base de sulfatos de amônia ou uréia. Segundo os agricultores a adubação química traz efeitos imediatos na melhoria do solo enquanto que o processo natural o solo precisa de um tempo para surtir efeito.

Vale salientar que a melhor forma de fertilizar um solo é através de uma adubação orgânica, pois não provocará no futuro problemas de salinização devido o mesmo não apresentar compostos químicos. A adubação química, entretanto concentra teores de sais e se for aplicado de forma excessiva pode contribuir com o aumento de sais no solo resultando na sua salinização.

Outra prática bastante comum durante os plantios na área é a aplicação de herbicidas no controle das ervas daninhas. Suas aplicações são feitas de forma manual com auxílio de máquinas pulverizadoras (ver foto 09). Esse tipo de atividade objetiva fazer a limpeza do solo que antes era feito com auxílio do arado pela tração animal ou pela força humana através da enxada. Normalmente é usado pelo os agricultores o herbicida chamado (Roudup), também conhecido popularmente de “mata tudo”, utilizado principalmente nas culturas não permanentes (coco e goiaba).



Foto 09 – Aplicação de Herbicida

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

No controle das pragas que atacam as culturas cultivadas na área da pesquisa, usam-se os inseticidas e os pesticidas. São aplicados de forma manual através de máquinas pulverizadoras semelhantes às usadas nas aplicações dos herbicidas.

#### 4.4 – Os Métodos de Irrigação Praticados na Área de Estudo

Irigar é uma técnica milenar que objetiva fornecer a quantidade necessária de água à planta no momento em que ela necessita e na quantidade exata (CASTRO, 2003). Baseando-se no mesmo autor, os métodos irrigáveis estão entre dois grandes grupos: superficiais – (irrigação por sulcos, por faixas e por inundação) e sob pressão – (irrigação por aspersão e gotejamento).

Durante as visitas de campo foram observados os seguintes tipos de irrigação na área de estudo:

- 1- Irrigação por inundação;
- 2- Irrigação por aspersão.
- 3- Irrigação por sulcos

O modelo irrigável por inundação consiste na aplicação de água às plantas usando-se da superfície do solo e da energia potencial na condução e distribuição da água (ver foto 10).



Foto 10 - Distribuição de Água para a Rega por Inundação

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

A irrigação por inundação na área de estudo é feita nos cultivos de milho, arroz e pasto. Na prática que inundam os terrenos para o desenvolvimento de pastagens para gado, configura-se como um método que consome uma grande quantidade de água e traz para o solo grandes prejuízos como o saturamento do solo (ver foto 11). Podemos considerar ainda que essa prática mediante temperaturas elevadas provoque evaporação da água do solo que facilita o surgimento de crostas salinas na área.



Foto 11 – Irrigação por Inundação no Desenvolvimento de Pastagens.

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Na irrigação por aspersão a água é captada de uma fonte de suprimento, em seguida passa por uma bomba que é ligada a um canal adutor com um registro e manômetro para controle da pressão e da vazão, depois a água é transporta até aos aspersores molhando as plantações sob a forma de chuva artificial (ver foto 12). Essa forma de irrigar observou-se nos cultivos do feijão e goiaba.



Foto 12 - Irrigação por Aspersão no Cultivo de Feijão

Fonte: arquivo pessoal, 2013.

A prática de irrigação por sulcos está representada na área pela rega do cultivo de culturas permanentes, a exemplo das plantações de coqueiros. Esse tipo de irrigação acontece quando a água é distribuída no solo por pequenos canais ou sulcos de forma paralela às fileiras das plantas.

#### 4.5 – Os Agricultores e Suas Técnicas

Atualmente 80% dos produtores irrigam para fins de desenvolvimento de culturas não permanentes ( milho, feijão e arroz) e pastagens para criação bovina e 20% cultivam culturas permanentes (coco e goiaba). Na forma de irrigar 80% dos produtores fazem a rega por sulcos e inundação, enquanto os 20% restante praticam o modelo de irrigação por aspersão. Isso pode estar relacionado a baixa escolaridade e na falta de políticas agrícolas voltadas para o pequeno produtor.

Todos os produtores usam a fertilização do solo a base de uma adubação química. A maioria não tem noção do prejuízo que essa adubação pode acarretar no futuro para o solo. Além do uso de fertilizantes químicos, aplicam agrotóxicos como os inseticidas e os pesticidas no combate as pragas na lavoura e os herbicidas na limpeza do mato.

Financeiramente, apenas 30% dos produtores recebem incentivos para o plantio, os 70% restantes não dispõem de nenhum tipo de incentivo.

Sobre o manejo adequado do solo e como se irrigar, 90% dos produtores não recebem nenhum tipo de orientação técnica de como manejar adequadamente o solo e nem tão pouco a maneira correta de irrigar.

Quanto ao tempo do uso do solo, 90% do produtores trabalham a quase 30 anos nessas terras, antes mesmo da implantação da canal de irrigação e os 10% restante estão a partir da implantação do mesmo, aproximadamente a 15 anos.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 – Níveis de Salinidade da Água Subterrânea e de Superfície da Área de Estudo

#### 5.1.1 – Água Subterrânea

De acordo com os dados obtidos no Projeto Cadastro de Fonte de Abastecimento por Água Subterrânea do município Mascarenhas et al (2005), estão cadastrados quatro poços tubulares no sítio de Lagoa de Fora conforme o detalhamento do quadro abaixo:

| Número/ Código |       | Localidade    | Tipo de Poço | Latitude (s) | Longitude (w) | Prof. (m) | STD (mg/l) |
|----------------|-------|---------------|--------------|--------------|---------------|-----------|------------|
| 01             | CM559 | Lagoa de Fora | Tubular      | 064641,9     | 383202,5      | 43        | 428,35     |
| 02             | CM583 | Lagoa de Fora | Tubular      | 064627,8     | 383149,8      | 50        | 305,50     |
| 03             | CM584 | Lagoa de Fora | Tubular      | 064640,6     | 383157,2      | -         | 395,85     |
| 04             | CM585 | Lagoa de Fora | Tubular      | 064628,4     | 383207,2      | 42        | 268,45     |
| Total: 4 Poços |       |               |              |              |               |           |            |

Quadro 03 - Poços Cadastrados na Comunidade de Lagoa de Fora Fonte: Mascarenhas et al, (2005).

Em conformidade com os dados do quadro 03, o acesso a água subterrânea na comunidade é feito por meio de poços tubulares de profundidades variadas. Os pontos de águas cadastrados apresentaram teores de sódios trocáveis dissolvidos – TSD entre 268,45 (mg/l) e 428,35 (mg/l). Baseando-se na Portaria nº 1.469/FUNASA, 2001, os poços analisados apresentam suas águas dentro dos parâmetros aceitáveis para o consumo humano e animal, porém esse tipo de água concentra sais solúveis em quantidades suficientes para afetar o solo e torná-lo salino. Por esse motivo não é recomendável a utilização dessa água na irrigação com solos de baixa drenabilidade.

Vale lembrar que os poços encontrados dentro da área pesquisa não se encontram no cadastro do município, diante disso os mesmos tiveram suas águas submetidas a testes de salinidade que serão discutidos no subitem seguinte.

### 5.1.2 – Condição da Água do Subsolo na Área da Pesquisa

Nas visitas de campo foram observados dois poços amazonas e um artesiano, constatando as seguintes características especificadas no quadro 04 abaixo:

| Nº                    | Tipo do Poço | Latitude (s) | Longitude (w) | Profund. (m) | C.E (dSm <sup>-1</sup> ) | Classe |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------------------|--------|
| 01                    | Tubular      | 064772,4     | 383118,3      | 47           | 1,05                     | C3S1   |
| 02                    | Amazonas – 1 | 064737,4     | 383150,6      | 05           | 0,78                     | C2S1   |
| 03                    | Amazonas – 2 | 064737,4     | 383150,6      | 05           | 0,58                     | C2S1   |
| <b>Total de Poços</b> |              |              |               |              | <b>03</b>                |        |

Quadro 04 - Poços Localizados na Área do Estudo

Fonte: Laboratório de Solos e Água – IFPB.

Após as análises laboratoriais das amostras coletadas nos três pontos de águas (poços amazonas e tubular), obtiveram-se os seguintes resultados:

- O poço tubular apresentou condutividade elétrica de 1.05 dS m<sup>-1</sup> e classe C3S1;
- Os poços amazonas apresentaram-se um C.E de 0,78 dS m<sup>-1</sup>, 0,58 dS m<sup>-1</sup> respectivamente e classe C2S1;

Baseando em cada classe, a água do subsolo no local da pesquisa configura o seguinte: o poço tubular apresenta água do tipo C3S1 – água de salinidade alta e baixa quantidade de sódio, não podendo ser usada em solos que apresentam drenagem deficiente. Já os poços amazonas se encontram com água do tipo C2S1 – água de salinidade média e baixa quantidade de sódio apropriada para irrigação em solos que apresentam boa drenagem.

### 5.1.3 – Água de Superfície

A parte hídrica superficial da área de estudo é constituída pela água do canal de irrigação da Lagoa do Arroz por meio de um canal principal e um secundário que fazem a distribuição do precioso liquido para irrigar a área.

Os dados do quadro 05 apresenta a água do canal com uma condutividade elétrica (C.E) de 0,49 e pH 8,0. Sua classificação é do tipo C2S1 que significa uma água de salinidade média e baixa

quantidade de sódio apropriada para irrigação em solos que apresentam boa drenagem, sem risco de causar salinização e alcalinização, embora plantas sensíveis ao sódio possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.

| Amostra | Fonte | pH  | C.E<br>(dSm <sup>-1</sup> ) | NaCl<br>(mg L <sup>-1</sup> ) | CaCO <sub>3</sub><br>(mg L <sup>-1</sup> ) | RAS<br>(mmol <sub>c</sub> L) <sup>0.5</sup> | Classe |
|---------|-------|-----|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|--------|
| 01      | Canal | 8,0 | 0,49                        | 238                           | 201                                        | 3,0                                         | C2S1   |
|         |       |     |                             |                               |                                            |                                             |        |

Quadro 05 - Resultados das Análises Químicas da Água do Canal de Irrigação.

Fonte: Mascarenhas et al, (2005).

Embora a água acima especificada seja apropriada para irrigar, a mesma apresentou salinidade média, que deve ser associada às condições físicas do solo, como a drenagem, e os métodos de irrigação para que não ocorra o risco de salinização.

## 5.2 – Salinização do Solo na Lagoa de Fora

No trabalho de campo foram identificados e mapeados três setores de solo degradados, dois semidegradados e 20 setores pontuais de manchas salinas (ver figura 07).

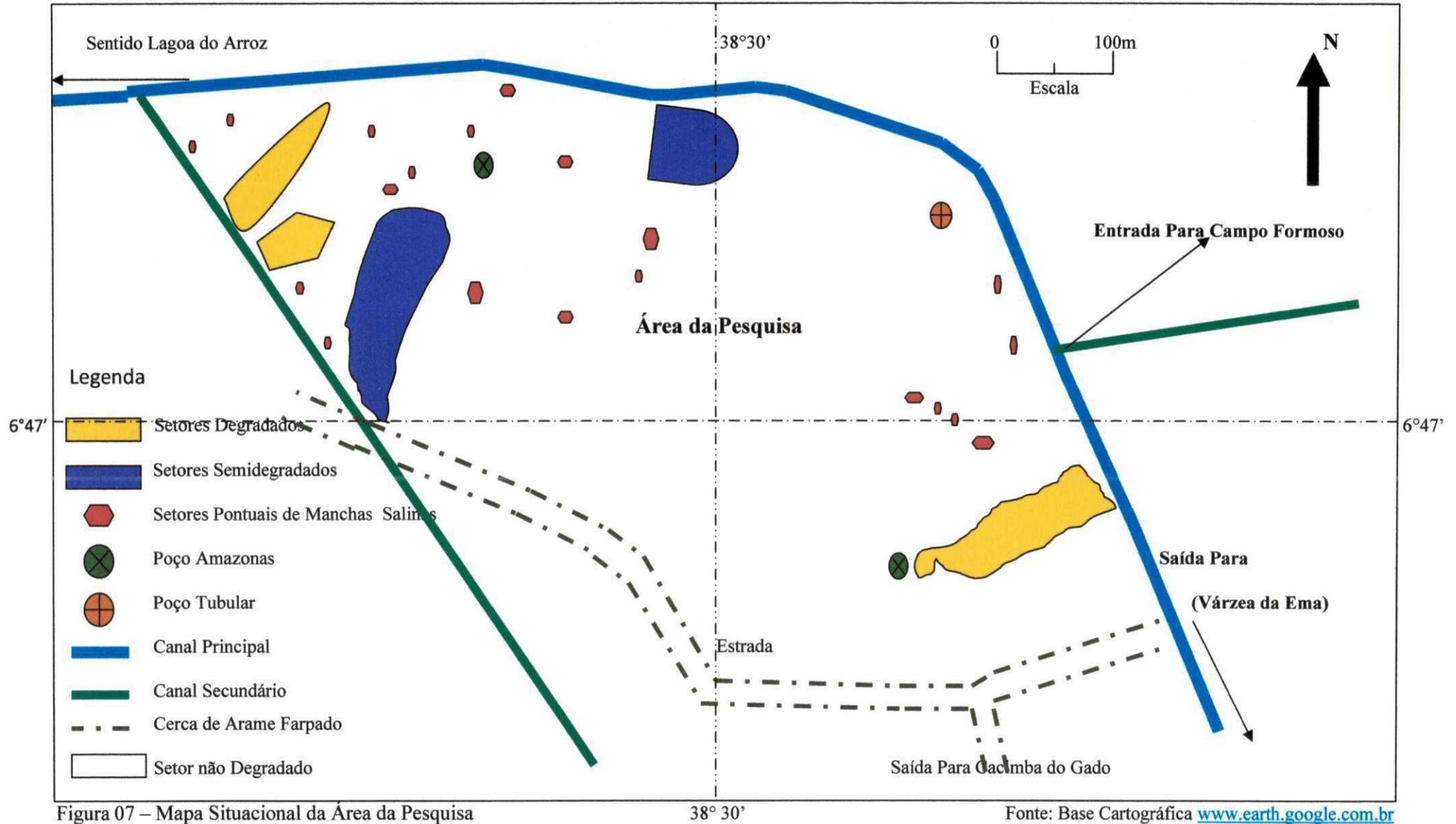


Figura 07 – Mapa Situacional da Área da Pesquisa

38° 30'

Fonte: Base Cartográfica [www.earth.google.com.br](http://www.earth.google.com.br)

No quadro 06 constam os dados dos setores de solos degradados, localizados em três propriedades da área de estudo. Os mesmos constituem uma área total de 1,99ha que corresponde a 4,97% da área pesquisada.

| Setor | Propriedade | Latitude (s) | Longitude (w) | Área (ha) |
|-------|-------------|--------------|---------------|-----------|
| 01    | 06          | 064772,4     | 383118,3      | 0,56      |
| 02    | 01          | 064737,4     | 383150,6      | 0,58      |
| 03    | 02          | 064749,6     | 383105,0      | 0,85      |

Quadro 06 - Setores Degradados Decorrentes da Salinação do Solo

Fonte: Arquivo pessoal (2013).

Para a realização das análises químicas do solo foram selecionados para coleta das amostras, os setores degradados 01 e 03 conforme pode ser visto no quadro 07:

| Nº de Amostra | Setor | Profundidade | Latitude (s) | Longitude (w) | C.E (dS m <sup>-1</sup> ) | pH  | PST % |
|---------------|-------|--------------|--------------|---------------|---------------------------|-----|-------|
| 01            | SD1   | 0-30         | 064737,4     | 383150,6      | 50,48                     | 7,0 | 66    |
| 02            | SD1   | 0-60         | 064737,4     | 383150,6      | 8,84                      | 7,9 | 80    |
| 03            | SD3   | 0-30         | 064749,6     | 383105,0      | 19,83                     | 7,1 | 71    |
| 04            | SD3   | 0-60         | 064749,6     | 383105,0      | 7,46                      | 8,2 | 92    |

Quadro 07 - Resultados das Análises Químicas do Solo dos Setores Degradados.

Fonte: Laboratório de Solos e Água – IFPB.

De acordo com os resultados das análises químicas apresentados no quadro 07, os solos desses setores apresentam condutividade elétrica – C.E acima de 4 decisiemens por metro (ds/m), pH variando entre 7,0 e 8,2 e um percentual de sódio trocável - PST maior que 15%. Segundo a classificação de Brady (1989), é um solo ALCALINO – SALINO que contém apreciáveis quantidades de sais neutros solúveis e de íons sódio adsorvidos para ocasionar transtornos sérios aos vegetais na sua maioria.

Os setores degradados apresentam um quadro bastante avançado de processo de salinização, pois seus solos estão extremamente limitados para o desenvolvimento de diversas culturas sensíveis

a sais, como também afetam a germinação da maioria das espécies vegetais que compõe a vegetação local (ver fotos 13, 14 e 15).



Foto 13 – Setor Degradado 01 (SD1)

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.



Foto 14 – Setor Degradado 02 (SD2)

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.



Foto 15 – Setor Degradado 03 (SD3)

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Conforme pode ser visto na foto 15, referente ao setor degradado 03, os solos apresentam-se altos teores de sais chegando a formar crostas salinas na sua superfície.

O quadro 08 mostra o detalhamento dos dois setores semidegradados encontrados durante a realização da pesquisa. A área total é de 1,77ha correspondendo a 4,42% da área estudada.

| Setor | Propriedade | Latitude (s) | Longitude (w) | Área (ha) |
|-------|-------------|--------------|---------------|-----------|
| 01    | 05          | 064738,6     | 383118,3      | 1,05      |
| 02    | 02          | 064737,4     | 383117,6      | 0,72      |

Quadro – 08: Setores Semidegradados Decorrentes da Salinização do Solo.

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Na coleta das amostras para a realização das análises químicas do solo, foi selecionado o setor 01 como local de teste (ver quadro 09).

| Número da Amostra | Setor | Prof. | Latitude (s) | Longitude (w) | C.E (dS m <sup>1</sup> ) | pH  | PST % |
|-------------------|-------|-------|--------------|---------------|--------------------------|-----|-------|
| 01                | SSD1  | 0-30  | 064738,6     | 383118,3      | 17,09                    | 7,4 | 67    |
| 02                | SSD1  | 0-60  | 064738,6     | 383118,3      | 7,97                     | 7,7 | 73    |

Quadro - 09: Resultados das Análises Químicas do Solo dos Setores Semidegradados.

Fonte: Laboratório de Solos e Água – IFPB.

Diante dos resultados indicados no quadro 09, o solo dos setores semidegradados consta com condutividade elétrica – C.E maior que 4 decisiemens por metro (ds/m), pH na faixa de 7,4 - 7,7 e um percentual de sódio trocável - PST superior a 15%. Portanto, também classificado como ALCALINO – SALINO.

Nos setores semidegradados constatou-se um processo de salinização mediano, pois seus solos estão parcialmente limitados para o desenvolvimento de culturas sensíveis a salinização como também na germinação de espécies vegetais que configura a vegetação local.

Esses locais configuram-se por apresentarem vários pontos semidegradados de forma alternada, tornando-se um solo de feição parcialmente desnuda apresentando uma cobertura vegetal descontínua conforme mostram as fotos 16 e 17.



Foto 16 – Setor Semidegradado 01 (SSD1)

Fonte: Arquivo pessoal (2013).



Foto 17 – Setor Semidegradado 02 (SSD2)

Fonte: Arquivo pessoal (2013).

Os solos desses setores ao entrarem em contato com a água, ou seja, quando o solo recebe umidade, seja pela chuva ou pela rega, os sais ficam retidos na superfície durante a evaporação da água motivada pelas altas temperaturas existente no local. Ao serem retidos, esses sais acumulam-se sobre o solo formando crostas brancas na sua superfície trazendo grandes prejuízos na fertilidade do mesmo (ver foto 18).



Foto 18 - Sais em Forma de Resíduos na Superfície do Solo

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Além dos setores degradados e semidegradados foram observados também na área da pesquisa setores pontuais de manchas salinas de forma localizada. Os mesmos encontram-se aparentemente com solos salinizados semelhantes aos setores degradados, podendo ser vistos em várias partes da área de estudo como mostra o quadro 10 abaixo:

| Pontos | Propriedade | Latitude (s) | Longitude (w) | Área (m <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------|--------------|---------------|------------------------|
| 01     | 01          | 064772,5     | 383118,3      | 3,00                   |
| 02     | 01          | 064737,4     | 383150,6      | 25,00                  |
| 03     | 02          | 064772,2     | 383118,3      | 15,00                  |
| 04     | 02          | 064737,6     | 383150,6      | 12,00                  |
| 05     | 02          | 064772,4     | 383118,3      | 8,00                   |
| 06     | 02          | 064737,1     | 383150,6      | 6,00                   |
| 07     | 03          | 064772,2     | 383118,3      | 4,00                   |
| 08     | 04          | 064737,6     | 383150,6      | 3,00                   |
| 09     | 05          | 064772,7     | 383118,3      | 9,50                   |
| 10     | 05          | 064737,4     | 383150,6      | 7,80                   |
| 11     | 06          | 064772,5     | 383118,3      | 5,30                   |
| 12     | 06          | 064737,4     | 383150,6      | 8,20                   |
| 13     | 07          | 064772,2     | 383118,3      | 50,00                  |
| 14     | 07          | 064737,4     | 383150,6      | 12,50                  |
| 15     | 08          | 064772,8     | 383118,3      | 4,50                   |
| 16     | 08          | 064737,4     | 383150,6      | 3,50                   |
| 17     | 09          | 064772,5     | 383118,3      | 13,60                  |
| 18     | 09          | 064737,3     | 383150,6      | 2,00                   |
| 19     | 10          | 064772,2     | 383118,3      | 25,30                  |
| 20     | 10          | 064737,6     | 383150,6      | 30,20                  |

Quadro 10 - Setores Pontuais de Manchas Salinas

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Os 20 pontos especificados no quadro 10 representam uma área total aproximadamente de 220,40m<sup>2</sup> que corresponde a 0,022ha. Esses setores se caracterizam pelas suas formas irregulares de coloração branca conforme ilustra a foto 19.



Foto 19 - Mancha Salina Localizada

Fonte: Arquivo pessoal, 2013.

Somando-se as áreas de solos salinizados que foram visualizadas nos setores degradados, semidegradados e os nos setores pontuais de manchas salinas, chega-se a um total de 3,78ha que corresponde a 9,45% da área da pesquisa. Os 90,55% restante da área aparentemente não demonstra processo de salinização. Com objetivo de verificar como se encontra o solo dessa área foram analisadas seis amostras coletadas nos seguintes setores: setor do cultivo de goiaba (SND1), setor das antigas áreas de plantação de arroz (SND2) e no setor da plantação de coco (SND3) (ver quadro 12).

| Amostra | Setores | Prof. | Latitude (s) | Longitude (w) | C.E (dS m <sup>-1</sup> ) | pH   | PST % |
|---------|---------|-------|--------------|---------------|---------------------------|------|-------|
| 01      | SND1    | 0-30  | 064732,4     | 383118,3      | 1,10                      | 8,30 | 37    |
| 02      | SND1    | 0-60  | 064737,7     | 383150,6      | 1,29                      | 7,70 | 55    |
| 03      | SND2    | 0-30  | 064752,4     | 064772,4      | 3,08                      | 7,90 | 72    |
| 04      | SND2    | 0-60  | 064737,3     | 064737,3      | 4,90                      | 7,70 | 67    |
| 05      | SND3    | 0-30  | 064772,5     | 064772,5      | 1,18                      | 7,00 | 76    |
| 06      | SND3    | 0-60  | 064737,4     | 064737,4      | 3,78                      | 8,40 | 84    |

Quadro – 11: Resultados das Análises Químicas do Solo em Setores não Degradados.

Fonte: Laboratório de Solos e Água – IFPB.

Segundo os dados informados no Quadro 11, as análises químicas realizadas no solo dos três setores apresentaram os seguintes resultados:

- No primeiro setor, o solo apresentou nas duas camadas analisadas condutividade elétrica – C.E menor que 4 decisiemens por metro (dS/m), pH entre 8,30 e 7,70 e porcentagem de sódios trocáveis – PST maior que 15% demonstrando assim um solo não salino.
- O segundo setor analisado teve-se na primeira camada um C.E igual 3,08, pH de 7,90 e PST= 72% apresentado um solo ainda não salino. Já na sua segunda camada o solo atingiu um C.E acima de 4 (ds/m), pH= 7,70 e PST= 67% configurando nesse caso um solo salino.
- Em relação o terceiro setor testado, o solo do mesmo constatou C.E inferior a 4 (dS/m), pH entre 7,0 a 8,40 e PST maior que 15% caracterizando-se um solo não salino.

Apesar do solo desses setores não apresentarem na maioria das suas camadas valores de C.E acima 4 (dS/ m), por outro lado os percentuais de sódios trocáveis foram todos superiores a 15% confirmando uma grande capacidade de troca de cátions dos solos da área de estudo. Esses dados constituem em alerta para os produtores da área.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o processo de salinização instalado o solo passa a ter problemas na sua funcionalidade chegando à maioria das vezes o não desenvolvimento das plantas de forma parcial ou total. Dependendo do grau que essa salinização chegue atingir o solo perde sua fertilidade passando a ser definitivamente um solo improdutivo. Nessa situação faz necessário citar os principais impactos socioambientais observados na área de estudo durante a realização da pesquisa.

Os principais impactos observados na área da pesquisa configuram-se o seguinte:

- No solo pelo o aparecimento de setores degradados e semidegradados e setores pontuais de manchas salinas decorrentes da salinização;
- Nas plantas, o sal ataca severamente o poder de germinação impedindo o desenvolvimento das culturas sensível aos sais solúveis, assim locais salinizados as plantas são afetadas de forma de comprometer ou até mesma acabar com a produção do local;
- Elevação da salinidade da água subterrânea da área;
- Substituição do cultivo de culturas sensível ao processo de salinização pelas culturas que apresentam certa tolerância a salinização de solos, no caso a introdução do plantio de coco na área;
- Abandono do cultivo do arroz por parte de vários agricultores da área, pois a maioria dos locais de produção do mesmo acha hoje com moderada salinidade prejudicando assim sua produção.

Diante dos aspectos apresentados nos resultados desta pesquisa, pode-se afirmar que à salinização na área de estudo apresenta um quadro em princípio preocupante, pois foram identificados setores de solos com degradação e semidegradação decorrentes dos sais dessa salinização e ainda setores pontuais de crostas salinas em várias partes da área.

Os testes de salinidade que foram realizados nesses setores apresentaram quantidades de sais solúveis nos seus solos suficientes para a quebra da funcionalidade do solo, pois os sais atacam de

forma severa a germinação de diversos vegetais deixando assim o mesmo improdutivo.

A água do subsolo e da superfície conforme os testes realizados variam de alta salinidade no poço artesiano, de salinidade média nos poços amazonas e no canal. No primeiro caso não se recomenda para irrigação e nos últimos casos é recomendado para irrigação, deste que o solo seja de boa drenagem.

O sistema de produção agrícola implantado na área de estudo é formado pela plantação de culturas não permanentes como feijão, milho e arroz e culturas permanentes no cultivo da goiaba e coco. Na preparação do solo para plantio usa como técnica o arado, utilizando-se dos cultivadores manuais pela força animal ou de máquinas pesadas (tratores). Na melhoria do solo, aplicam-se os fertilizantes químicos a base de sulfatos de amônia ou uréia. No controle de pragas e ervas daninha usam-se os inseticidas e herbicidas. Além de cultivos de culturas permanentes e não permanentes temos também a rega do solo no desenvolvimento de pastagem na criação bovina.

Os tipos de irrigação praticados na área da realização da pesquisa são por inundação, por sulcos e por aspersão, onde 80% dos agricultores irrigam pelo o sistema de irrigação por inundação e sulcos e apenas 20% estão irrigando por aspersão.

Outro aspecto importante que pesquisa revelou através dos testes de salinidade foi o restante do solo da área que visualmente não se percebe á salinização. Mas segundo revela os dados das análises químicas de três setores dessa situação, mostra que setor de antigas áreas do cultivo de arroz por inundação teve sua camada intermediaria salinizada com CE acima de 4 ( $\text{dS m}^{-1}$ ). Já o setor das goiabeiras o solo encontra normal, ou seja, não salino. Enquanto na plantação de milho e coco sua camada intermediaria variou com uma ligeira salinidade.

Sobre os efeitos desses sais nos vegetais, o setor da plantação de goiaba os sais encontrados não influenciam no desenvolvimento dos vegetais, pois seu CE foi baixo. Já nos demais setores os sais podem de alguma forma influenciar de forma moderada no desenvolvimento das plantas, já que apresentou CE em torno de 3 ( $\text{dS m}^{-1}$ )

Observou-se também durante as visitas de campo que a área de estudo não apresenta uma boa drenagem para uma irrigação de qualidade, já que os canais que levam as águas para sua rega estão barrando o percurso natural das águas na área, dificultando assim a lixiviação dos sais nos solos e agravando ainda mais o processo de salinização do solo no local estudado.

Portanto, o solo da área estudada apresentou 9,45% entre setores degradados e semidegradados com altos teores de sais nas camadas superficiais com ocorrências de solos salinos e alcalinos - salinos. Os 90,55% do solo restante da área estão visivelmente não degradados com uma moderada salinização na camada intermediária, correndo o risco de ser salinizada de forma mais agravante e conseqüentemente podendo chegar a sua degradação no futuro, caso permaneça o tipo de manejo da irrigação adotado hoje na área.

## REFERÊNCIAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.pb.gov.br/aesa>. Acesso em: Março de 2012.

AB' SABER, Aziz Nacíb. **Os Domínios da Natureza no Brasil: potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARAÚJO, Ana Paula Bezerra. **Análise técnico – econômica da recuperação de um solo sódico no perímetro irrigado Cúpu – Pentecoste – CE**. (Dissertação de Mestrado). UFC – Fortaleza, 2009. <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acessado em março de 2011.

BARBOSA, D. Duarte; LUSTOSA, Jacqueline P. Gonçalves. **Estudo da degradação/desertificação no município de Cajazeiras – PB**. Enquadramento PIBIC, 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012.

BATISTA, Manuel de Jesus; NOVAES, Fabio de; SANTOS, Devanir Garcia dos et.al. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. 2ª ed., rev. e ampliada. Brasília: CODEVASF, 2002.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª Ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1995. 657.: il.

BRANDÃO, Marcelo Henrique de Melo. **Índice de degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe – PB** (Tese de Doutorado). UFP, 2005.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7º. Ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1989.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – FUSA. Portaria nº 1.469 de 29 de dezembro de 2000. Brasília, 2001.

CASTRO, Nilza. **Apostila de irrigação – IPH 02 207**. Universidade Federal do Rio Grande Sul – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, 2003.

CORDEIRO, Gilberto Gomes. **Degradação de terras por salinidade no Nordeste do Brasil e medição salinidade**. Petrolina PE: EMPRAPA semiárido, 2001.

CORDEIRO, Gilberto Gomes. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem diagnóstico e recuperação**. Petrolina PE: EMPRAPA semiárido, 1988.

COSTA, Djeson Mateus Alves da. **Impactos do estresse e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do Amarente.** (Tese de Doutorado). UFRN - Natal, RN, 2007. Disponível <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acessado em março de 2011.

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/>>. Acessado em novembro 2012.

DONAGEMA, Guilherme Kangussú et al. **Manual de métodos de análise de solos.** Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2001.230. (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132). Disponível em <<http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>>. Acessado em setembro 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA SOLOS, 2001. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/>>. Acessado em maio 2012.

FIGUEIRÊDO, Antonio Fábio Reis. **Análise do risco de salinização dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia – Sul da Bahia** (Dissertação de Mestrado). UESC – Ilhéus – Bahia, 2005. Disponível em: <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acessado em março de 2011.

Governo do Estado da Paraíba/Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico do Estado da Paraíba** – Grafset, 1985.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da (org). **Geomorfologia e meio ambiente.** 6<sup>a</sup> ed – Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acessado em dezembro de 2011.

Instituto Nacional de Recursos Biológicos de Portugal – INRB – PT. Disponível em <<http://www.inbr.pt/inia>>. Acessado em maio de 2012.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI Mariana de Andrade. **Metodologia Científica.** Ed. -5. -3 reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

LEAL, Isaac Gomes. **Utilização de *Atriplex nummularia* e gesso de jazida na fitorremediação de solo salino-sódico** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2005. Disponível em <[www.scielo.com.br](http://www.scielo.com.br)>. Acessado em março de 2011.

LEPSCH, Igor F. **Formação e conservação dos solos.** Oficina de textos. São Paulo, 2002.

LIMA, Joaquim Alves de; SILVA André Luiz Pereira da. **Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos**. Centro de Científico Conhecer - Goiânia – GO, 2010.

MASCARENHAS et al ( ORG). **Serviço Geológico do Brasil. Diagnóstico do município de Santa Helena, Estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

MATOS, Elani Soares. **Degradação dos solos provocados pelo manejo inadequado: um estudo de caso na localidade de Timbaúba – São João do Rio do Peixe – PB** (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização). UFCG – Campus de Cajazeiras – PB, 2009.

MEDEIROS, João Bosco. **Redação Científica: a prática de fichamentos, resumos resenhas**. 11<sup>o</sup> Ed. -3. reipr. São Paulo, 2010.

MELLO, F. E. de S; BEZERARA G.E; GUAGEL E. A. **Estudo de solos nos vales do Nordeste para fins de irrigação**. Boletim do DNOSC. Recife, 1967.

OLIVEIRA, M. **Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais**. In: GHEEYI, H. R; QUEIROS, J. E; MEDEIROS, J. F. de (Ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997.

SOUZA, Francisco Augusto de. **Ocupação e intervenção na Bacia do Rio do Peixe: a construção do açude Lagoa do Arroz** (Dissertação de Mestrado). João Pessoa: UFPB/PRODEMA, 2001.

**Soil Atlas of Europe. Processo de degradação do solo**. Disponível em <[www.google academico.com.br](http://www.google.academico.com.br)>. Acessado em março de 2011.

SUASSUNA J. **O processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no Nordeste Brasileiro**. Fundação Joaquim Nabuco. Disponível em <<http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/orig2.html>>. Acessado em abril de 2012.

TOSTÃO, Emílio. **Balanço dos sais no regádio de mafuiane** (Tese de Doutorado). Universidade Eduardo Mondlane – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, 2005.

VIEIRA, Lúcio Salgado. **Manual da Ciência do Solo**. São Paulo: ed Agronômica Ceres, 1975.

# Anexo



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PRODUÇÃO E PESQUISA  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLO E ÁGUA  
Rua Presidente Tancredo Neves s/n Bairro Jardim Sorrilândia  
Sousa-PB CEP 58.805.029 Fone: 0x83 556 1029/522 2727

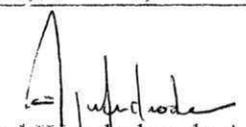


|                                      |                                  |                          |                        |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|
| Proprietário: GERALDO ABRANTES PRIMO | Propriedade: Sítio Lagoa de Fora | Localidade: *** **       |                        |
| Município: Santa Helena              | Estado: Paraíba                  | Data Entrada: 30/10/2012 | Data Saída: 26/11/2012 |

Análise de Salinidade de Solo

| LAB. | Lote/<br>Sector | Prof.<br>cm | % de<br>Água | pH  | CE<br>dS m <sup>-1</sup> | mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> |                 |                  |                  |                               |                               |                               | PST *  |    |
|------|-----------------|-------------|--------------|-----|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|----|
|      |                 |             |              |     |                          | K <sup>+</sup>                    | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>+2</sup> | Mg <sup>+2</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |        | Cl |
| 4711 | ADB             | 0-30        | 26,25        | 7,0 | 50,48                    | 2,40                              | 684,34          | 204,8            | 142,1            | 5,29                          | 0,00                          | 12,70                         | 1350,0 | 66 |
| 4712 | ADD             | 30-60       | 40,25        | 7,9 | 8,84                     | 0,20                              | 107,70          | 14,0             | 12,4             | 10,04                         | 0,90                          | 13,55                         | 100,0  | 80 |
| 4713 | ASD             | 0-30        | 35,00        | 7,4 | 17,09                    | 0,19                              | 256,57          | 80,1             | 46,7             | 4,89                          | 0,60                          | 12,55                         | 475,0  | 67 |
| 4714 | ASD             | 30-60       | 33,75        | 7,7 | 7,97                     | 0,19                              | 93,31           | 20,7             | 14,3             | 1,00                          | 0,00                          | 9,85                          | 150,0  | 73 |
| 4715 | AND 1           | 0-30        | 47,50        | 8,3 | 1,10                     | 0,32                              | 4,52            | 6,3              | 1,7              | 0,18                          | 1,15                          | 14,50                         | 5,75   | 37 |
| 4716 | AND 1           | 30-60       | 45,00        | 7,7 | 1,29                     | 0,18                              | 6,83            | 2,7              | 2,6              | 0,02                          | 0,95                          | 14,55                         | 7,25   | 55 |
| 4717 | AND 2           | 0-30        | 47,50        | 7,9 | 3,08                     | 0,12                              | 30,15           | 3,6              | 8,0              | 0,92                          | 1,15                          | 14,30                         | 22,3   | 72 |
| 4718 | AND 2           | 30-60       | 43,75        | 7,7 | 4,90                     | 0,11                              | 47,07           | 14,4             | 8,9              | 1,04                          | 0,00                          | 7,95                          | 75,0   | 67 |
| 4719 | AND 3           | 0-30        | 40,00        | 7,0 | 1,18                     | 0,12                              | 8,44            | 2,0              | 0,5              | 0,15                          | 0,00                          | 9,80                          | 7,75   | 76 |
| 4720 | AND 3           | 30-60       | 32,50        | 8,4 | 3,78                     | 0,20                              | 43,01           | 5,4              | 2,6              | 0,27                          | 1,00                          | 7,15                          | 50,0   | 84 |
| 4721 | AD2             | 0-30        | 43,75        | 7,1 | 19,83                    | 0,20                              | 305,98          | 67,2             | 55,9             | 16,32                         | 0,00                          | 15,60                         | 575,0  | 71 |
| 4722 | AD2             | 30-60       | 38,75        | 8,2 | 7,46                     | 0,17                              | 85,17           | 3,5              | 3,6              | 4,86                          | 1,20                          | 10,55                         | 100,0  | 92 |

\*Richards, 1954

  
Miguel Wanderley de Andrade  
Eng<sup>o</sup> Agrônomo M. Sc. Fitotecnia  
CREA-CE 8884D

Hermano Oliveira Rolim  
Eng<sup>o</sup> Agrônomo M.Sc. Manejo de Solo  
CREA-PI 952D Reg. Nac. 190199884-3