



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

**Estudo da Salinidade do Solo na Machamba da ESUDER – Pambarra
(Distrito de Vilankulo).**

Licenciatura em Engenharia Rural

Autor:

Hamilton Rafael Muendane

Vilankulo, Junho de 2015

Hamilton Rafael Muendane

**Estudo da Salinidade do Solo na Machamba da ESUDER – Pambarra
(Distrito de Vilankulo).**

Trabalho de Culminação de Curso
Apresentado ao Departamento de
Engenharia Rural da Universidade
Eduardo Mondlane – Escola Superior
de Desenvolvimento Rural para a
obtenção do grau de Licenciatura em
Engenharia Rural

Supervisor:

Prof. Dr. Peter Vine

UEM-ESUDER

Vilankulo

2015

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho é objecto da minha pesquisa pessoal e os dados usados na elaboração deste trabalho, são reais e obtidos das análises por mim realizadas, o experimento realizado e consultas bibliográficas, devidamente citados.

Vilankulo, ____ de Junho de 2015

(Hamilton Rafael Fanheiro)

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Manuel Rafael e Lúcia João, irmãos Claudio gustavo, Nadalina Monica, Olívia Lucrencia, Ercio Ben, ao meu filho Eliseu Rafael, e a toda minha familia que directa ou indirectamente contribuirão para que eu tivesse ca presente o dia de hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por ter me concedido que eu chegasse a este momento, por não ter me abandonado nos momentos em que mais precisei dele, ele é um verdadeiro pai.

Agradeço aos meus pais Manuel Rafael e Lúcia João pelo sacrifício e apoio que me deram e que sempre acreditaram em mim, esta formação vai para vocês, estou muito grato por tudo que fizeram para este feito acontecer.

Aos meus irmãos Cláudio Gustavo, Nadalina Moníca, Olivia Lucrencia, Dilson, Manuel, Gerson e Ercio Ben, a toda minha família por todo apoio moral que me proporcionaram.

À Universidade Eduardo Mondlane, em especial a Escola Superior de Desenvolvimento Rural e a todo corpo docente pela formação profissional no curso de Engenharia Rural.

A todos docentes da ESUDER em especial ao Prof. Dr. Piter Vaine pela disponibilidade apoio e orientação deste trabalho.

Aos colegas do curso Edson Salvador, Emilio Cossa, António Ferreira, Julia Manuel, Daniel Comodo, Juscelino Macamo e outros pela contribuição na formação e convívio.

Aos meus amigos Joel, Faduco, e a todos da Maxixe pelo incentivo que me deram de nunca desistir.

A todos vocês o meu **MUITO OBRIGADO!**

LISTA DE ABREVIATURAS & SIMBOLOS

GPS _ Sistema de Posicionamento Geografico

T1, T2 e T3 _ Tratamentos 1, 2 e 3

mS/cm _ Milisiemens por Centimetro

dS/m _ Decisimens por Metro

CE _ Condutividade Electrica

CEe _ Condutividade Electrica do Extrato do Solo Saturado

CEi _ Condutividade Eléctrica da Água do Rio

Ph _ Peso Húmido da Amostra do Solo

Ps _ Peso Seco da Amostra do Solo

P_{H2O} _ Peso da Água

Kc _ Coeficiente da Cultura

ETo _ Evapotranspiração Potencial em mm/dia

ETc _ Evapotranspiração da Cultura em mm/dia

Q_{IN} _ Quantidade de Água que entra no Solo em mm

C_{IN} _ Concentração de Sais que Entram no Solo em dS/m

Q_{OUT} _ Quantidade de Água que sai no Solo por Drenagem mm

C_{OUT} _ Concentração de Sais que sai no Solo pela Drenagem dS/m

E _ Evaporação em mm

D _ Drenagem em mm

INIA _ Instituto Nacional de Investigação Agraria

IFPC _ Instituto de Formação de Professores de Chibuene

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Tabelas

Tabela nº 1: Dados Relativos ao p ^H do Solo de Pambarra de Acordo com as Profundidades. .6	6
Tabela nº 2: Dados Relativos a Salinidade do Solo no Campus de Produção, Rio Govuro.....6	6
Tabela nº 3: Valores de Salinidade.....7	7
Tabela nº 4: Lista de Material Usado13	13
Tabela nº 5: Qualidade de Água do Rio Govuro15	15
Tabela nº 6: Qualidade de Água para Irrigação Segundo INIA15	15
Tabela nº 7: Dados de Precipitação Colectadas.....20	20

Lista de figuras

Figura nº 1: Mapa do Campus de ESUDER Pambarra13	13
Figura nº 2: Instrumentos Utilizados para Determinação da CEe14	14
Figura nº 3: Delineamento Experimental e Representação do Rio Govuro18	18
Figura nº 4: Pesquisador (Autor) Tirando Amostras20	20
Figuras nº 5: Forno e Balança Utilizados na Determinação de Humidade22	22

Lista de Gráficos

Gráfico nº 1: Representação Gráfica das Áreas Salina nas Profundidades de (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60) cm Referente aos Tratamentos.28	28
Gráfico nº 2: Representação Gráfica das Áreas Salinas em Relação aos Blocos nas Profundidades de (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60) cm30	30

Gráfico nº 3: Representação Gráfica da Variação da Humidade nas Profundidades de (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60) cm nos Tratamentos.32

Gráfico nº 4: Representação Gráfica da Variação da Humidade nas Profundidades de (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60) cm nos Blocos34

Lista de Apêndices e Anexos

Apêndice I: Tabelas de Anova de Salinidade I

Apêndice II: Fotografiada Área Experimental XIII

Anexo I: Mapa Topográfico do Campus de Pambara I XIV

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido nas margens do Rio Govuro com lençol freático que variava entre (80 – 100)cm de profundidade. O objectivo da pesquisa foi de melhorar a salinidade do solo com intuito de reduzir a salinidade do mesmo para uma produção favorável de culturas. Fez-se um delineamento experimental de blocos completos casualizados constituído por tres (3) tratamentos e cinco (5) blocos num total de 15 parcelas em que os tratamentos foram de (50, 100 e 200)% de rega recomendada pelo modelo padrão de controle de salinidade, e aplicou-se 1.3 ton/ha. Para o diagnostico do efeito dos tratamentos aplicados foram feitas 7 amostragens, sendo que a primeira e a segunda foram colectadas antes da aplicação dos tratamentos. O estudo constituiu na colecta de amostras no campo, seguindo se de determinações da condutividade electrica . Humidade foi medida no laboratório do Instituto de Formação de Professores de Chibuene (IFP).O solo foi moderadamente salino, e o nivel dos sais diminue com o aumento da profundidade, apesar que em alguns casos os sais aumentam com a profundidade.O nivel de sais no solo dependeu da quantidade de água a adotar. Ostratamentos contrbuiram de forma significativa na minimização dos sais no solo. O nivel de água correspondente a 200% teve maior efeito na diminuição de sais. Não houve diferenças significativas de humidade em todos os tratamentos excepto a (20 – 40) cm de profundidade onde havia mais humidade e com mais irrigação concretamente na ultima amostragem.

Palavras chave: Água, tratamentos e salinidade

Índice

I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema e Justificativa	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral:	3
1.2.2. Específicos:.....	3
II. II. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	4
2.1. Salinização do solo.....	4
2.1.1. Definição	4
2.1.2. Tipos de solos salinos	5
2.2. Principais parâmetros para avaliação da salinidade	5
2.3. Classificação dos solos quanto à presença de sais	7
2.4. Processos de formação da salinização dos solos.....	7
2.4.1. Distribuição dos sais no solo	9
2.4.2. Efeitos dos sais no solo.....	9
2.4.3. Problemas que ocorrem nos solos salinos	9
2.4.4. Recuperação de solos salinos	11
2.4.5. Técnicas para recuperação de solos com problemas de salinidade	11
III. III. METODOLOGIA	13
3.1. Descrição da área de estudo	13
3.2. Minimizar as quantidades dos sais sob diferentes níveis de aplicação de água de rega.	14
3.3. Delineamento experimental.....	17
3.4. Método de recolha de amostras	18
3.4.1. Determinação da C _E e e da humidade das amostras colectadas no solo	20
3.5. Método de análise de dados	23
3.5.1. Diagnosticar a salinidade dos solos	23

3.5.2. Tratamento estatístico.....	23
IV. IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1. Comparação das médias usando teste de Duncan	24
4.2. Salinidade.....	25
4.3. Humidade	30
V. V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	35
5.1. Conclusões	35
5.2. Recomendações.....	35
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
VII. APÊNDICES & ANEXOS	39

I. INTRODUÇÃO

A salinidade é um problema global, ocorrendo principalmente em regiões áridas e semi-áridas, trazendo sérios prejuízos à agricultura dessas regiões. A salinização dos solos pode resultar do uso incorrecto de técnicas agrícolas, como adubação excessiva e irrigação com água imprópria para tal finalidade, transformando terras férteis e produtivas em áridas.

A salinização do solo progride quando a quantidade de sais que nele é acumulada, pela água de irrigação, é maior que a quantidade removida pela água de drenagem (AYERS & WESTCOT, 1999).

Todos os solos contem sais, porem solos salinos contem quantidades excessivas de sais que limitam a produção na maior parte das culturas agrícolas (SMEDEMA & RYCROFT, 1983). Muitos sistemas de rega no mundo principalmente nas regiões do clima árido e semi-árido estão afectados em certa medida por problemas de salinidade, e a história mostra que muitas áreas comuns de elevado potencial produtivo inicial perdem-se total ou parcialmente devido a salinização provocada pela irrigação (TOSTÃO, 1977).

Segundo ASHRAF & SHARIF (1996), considera-se que a salinização afecta hoje em dia a produtividade de cerca de um quarto (1/4) das zonas agrícolas de regadio do globo, num total de 70 milhões de hectares. Desta área, uma grande parte ficarão improdutivo se não forem tomadas medidas correctivas a muito curto prazo.

A FAO (1985), estima que anualmente percam-se cerca de 1 a 5 milhões de hectares e 1 milhão de toneladas de grão devido ao aumento da salinidade nos solos agrícolas.

Em Moçambique, o fenómeno da salinidade tem afectado bastante os principais sistemas de regadio, contribuindo assim no abandono de extensas áreas irrigadas, tornando se os mesmos marginais a produção agrícola (BRITO *et al.*, 2002).

Em nosso meio, podemos considerar a origem dos saís sobre três aspectos: através da dissolução ou intemperização (hidrólise hidratação, solução, oxidação e carbonatação) dos minerais primários existentes nas rochas e no solo (substrato), tornando-os mais solúveis; da concentração dos saís pela acção do clima e através do fenómeno do endorreísmo que não facilita a drenagem (ULZURRUN, 2000).

A avaliação da salinidade carrega significado, uma vez que indica a influência de ião na solução do solo e degradação vegetativa com comitante de fontes de água (DASBERG & NADLER, 1988).

Ao nível das plantas, os sais têm efeito significativo em sua fisiologia. Normalmente elas extraem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças de retenção da água exercida pelo solo. À medida que a água é extraída do solo, as forças que retêm a água restante tornam-se maiores. Quando a água do solo é retida com força superior às forças de extração, e inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude de escassez de água na planta (AYRES E WESTCOT, 1991).

O aumento da concentração de sais solúveis no solo afecta o crescimento das plantas em virtude do aumento da tensão osmótica da solução do solo, que reduz a absorção de água pelas plantas, da acumulação de quantidades tóxicas de vários iões e de distúrbios no balanço de iões (CHARMA, 1996).

Outro factor importante da salinização é a toxidez de iões específicos (principalmente sódio, cloreto e boro) contidos no solo ou na água, os quais, acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas, podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis. Estes sais também propiciam a corrosão excessiva dos equipamentos, aumentando os custos de manutenção e reparos (AYERS & WESTCOT, 1991).

1.1. Problema e Justificativa

A prática agrícola em Moçambique continua a ser assolada pela pobreza e insegurança alimentar, uma das causas destes problemas é a falta de tecnologias apropriadas para aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável.

A região de Pambarra possui um clima com precipitações médias anuais, são muito inferiores à evapotranspiração, por isso a agricultura de sequeiro nesta região comporta um risco acrescido.

Apresenta algumas vantagens, por possuir recursos hídricos disponíveis provenientes da bacia do Govuro, solos de boa qualidade para a produção agrícola e uma população com um conhecimento de base sobre o cultivo (MONTEZ, 1979).

Com o acréscimo do nível de salinidade nos solos, criam-se condições de incerteza na gestão da produção agrícola por parte dos agricultores, facto que leva ao abandono de extensas porções de área, elevando-se assim o risco de acréscimo da salinidade das mesmas.

Pelo abandono de áreas dadas as condições climáticas da região, acresce-se o risco de elevação do nível de salinidade nas camadas superficiais do solo. Isto pode levar a uma rápida expansão de manchas salinas, verificando-se desse modo um subaproveitamento das potencialidades da região, com suas possíveis implicações na subsistência dos agricultores.

Assim, conhecendo-se o real estado de salinidade nesses solos e melhores estratégias para o seu controle, isso irá contribuir para a mitigação desse fenómeno, com possível melhoramento dos níveis de produção agrícolas, garantindo-se desse modo melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral:

- Contribuir para o melhoramento da produtividade do solo de Pambarra, isto é, concretamente nas margens do rio.

1.2.2. Específicos:

- Minimizar as quantidades de sais usando níveis apropriados de água de rega.
- Diagnosticar a salinidade e humidade sob diferentes tipos de tratamentos aplicados no solo;
- Analisar os resultados do efeito dos tratamentos sobre a salinidade e humidade do solo.

II. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1. Salinização do solo

2.1.1. Definição

De acordo com SMEDEMA & RYCROFT (1988), a salinização é um processo que ocorre nos solos e consiste em levar acumulação de sais solúveis nas camadas superficiais.

Pode apresentar varias origens: salinização primaria quando ocorre durante a formação do solo devido ao material de origem do próprio solo e salinização secundária quando ocorre devido a factores inerentes à rocha mãe como a irrigação.

Salinização é um processo que conduz ao aumento da concentração da solução do solo em sais solúveis (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) para níveis prejudiciais às plantas (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Segundo WIT (1993), solos salinos são aqueles que apresentam uma condutividade eléctrica do extracto (CE_e) acima de 4 dS/m, criando uma certa limitação a produção agrícola, devido aos efeitos de toxicidade, osmótica e de competição para a planta

Nessa mesma linha pensamento FAO (1985), define lavagem de sais como sendo o processo que consiste na aplicação de quantidades de água, de rega às culturas, com finalidade de remoção do excesso dos níveis de sais trocáveis na solução do solo.

Muitos solos têm uma aparência característica no campo. Entretanto, o conteúdo de sais deve ser elevado para que essas características sejam observáveis a olho nu. Por conseguinte, os problemas de salinidade do solo devem ser avaliados com base em medições apropriadas (no campo ou laboratório). A aparência e a vegetação podem apenas dar uma indicação da presença de tais solos (HOFFMAN *et al.*, 1983).

Segundo SMEDEMA & RYCROFT (1983), um solo salino pode apresentar:

- Fenómeno de eflorescência: causado pelo depósito de finos cristais de sais na superfície do solo à medida que a água se evapora;
- Aparência húmida e oleosa: devido a presença de sais hidroscópicos especialmente o CaCl_2 ;
- Cristais agrupados ou dispersos: normalmente encontrados a certa profundidade, especialmente cristais de gesso;

- Crostas: resultantes da concentração de cristais de sais na superfície do solo ou outra superfície evaporante dentro do perfil.

2.1.2. Tipos de solos salinos

De acordo com FAO (1985), os solos podem ser divididos em três tipos:

- Solos alcalinos:** possuem uma quantidade de sódio trocável maior que 15%, e ainda valores de pH entre 8.5 e 10. Estes solos também são chamados de alcalinos negros devido a matéria orgânica muito dispersa pelo sódio, oferecendo ao solo a coloração escura. Nestes solos, os aniões presentes são os cloros, os sulfatos e os bicarbonatos.
- Solos alcalino-salinos:** possuem mais de 15% de sódio trocável, mantendo certa semelhança com os solos salinos. O excesso de sais fará com que o pH raramente seja superior a 8.5, propiciando possivelmente a baixa permeabilidade do mesmo.
- Solos salinos:** têm a percentagem de sódio trocável menor de 15%, tendo ainda o pH do solo saturado variando entre 7 a 8. As quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) na solução de solo podem variar consideravelmente, no entanto, os catiões trocáveis raramente atingem 50% dos catiões solúveis. Estes solos apresentam como aniões principais o cloro, os sulfatos e, às vezes, os nitratos.

2.2. Principais parâmetros para avaliação da salinidade

Em conformidade com CRUCIANI (2010), são vários os métodos existentes para avaliar a salinidade do solo, sendo os mais importantes: o pH, a condutividade eléctrica do extracto de saturação e a percentagem de sódio trocável.

a) pH

O pH representa o quanto o solo está ácido ou básico, demonstrando a necessidade da aplicação de correctivos (calcário) para que a acidez do solo diminua e ocorra um adequado desenvolvimento da cultura. É um importante indicador de suas condições químicas, pois possui capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, favorecendo ou não suas liberações (SILVA *et al.*, 2011).

E segundo o mesmo autor pH de uma solução aquosa é o logaritmo negativo da actividade do ião hidrogénio. É uma medida à dimensional. O pH do solo é influenciado pela composição e natureza dos catiões trocáveis, composição e concentração dos sais solúveis e a presença ou ausência do gesso e carbonatos de cálcio e magnésio.

Tabela nº1: Dados Relativos ao P^H do Solo de Pambarra de Acordo com as Profundidades.

Profundidades (cm)	p^H
0-20	8,0
20-40	8,0
40-60	7,9
60-80	8,0
80-100	8,0

Fonte: *REMANE, 2014 não publicado*

b) Condutividade eléctrica do extracto de solução

De acordo com (JUNIOR & SILVA 2010), a condutividade eléctrica (CE) expressa a habilidade que um meio apresenta em conduzir uma corrente eléctrica. Devido ao fato de que a CE de uma solução aquosa está intimamente relacionada com a concentração total de electrólitos dissolvidos (solutos iónicos) na solução, ela é comumente usada como uma expressão da concentração total de sais dissolvidos de uma amostra aquosa, embora também seja afectada pela temperatura da amostra, pela mobilidade, valência e concentração relativa dos iões contidos na solução.

A temperatura padrão para medição é de 25°C e sua unidade de medida é dada em miliohms por centímetro ou decisiemens por metro, ambas numericamente equivalentes.

A determinação da CE geralmente envolve a medição da resistência eléctrica da solução, a qual é inversamente proporcional a sua área seccional e directamente proporcional ao seu cumprimento. A magnitude da resistência medida depende, contudo, das características da célula condutivimétrica usada para conter a amostra de eléctrodos. A CE de um solo pode ser determinada por meio de um extracto de uma pasta de solo saturado ou em suspensão mais diluída. Porém, para preparação da pasta de saturação, há necessidade de um bom adestramento técnico e certas precauções com a textura do solo, WESTERHOUT, F & BOVEE, M. (1985).

A tabela abaixo mostra de como a salinidade comportava-se antes do estudo.

Tabela nº2: Dados Relativos a Salinidade do Solo no Campus de Produção, Rio Govuro

Profundidades (cm)	Metade oeste	Metade este
0 – 15	0,44 mS/cm	5,8 mS/cm
15 – 30	0,35 mS/cm	1,6 mS/cm
0 – 15	0,16 mS/cm	4,0 mS/cm
15 -30	0,10 mS/cm	0,74 mS/cm
0 -15	1,4 mS/cm	3,7 mS/cm
15 – 30	1,0 mS/cm	1,2 mS/cm

Fonte: VINE, 2013 não publicado.

2.3. Classificação dos solos quanto à presença de sais

Segundo o Mapa de Solos do Mundo FAO-UNESCO (1995), solos salinos (*solonchaks*) são aqueles que apresentam uma CEE superior a 15 dS/m a 25°C durante alguma época do ano dentro dos primeiros 30 cm superficiais, ou superior a 4 dS/cm dentro dos 30 cm superficiais, se o p^H (H₂O, 1:1) for superior a 8,5.

Solos são considerados salinos quando contêm concentração de sais solúveis em quantidades elevadas para interferir no crescimento da maior parte das espécies cultivadas.

Além do efeito dos sais sobre o potencial osmótico do solo e a toxicidade destes sobre as plantas, devemos também considerar os efeitos sobre a estrutura do solo. Para isto consideremos a fase activa do solo: a argila. (QUEIROZ *et al.*, 2010)

Segundo WIT, (1993) classificou os solos salinos como sendo, aqueles que apresentam uma condutividade eléctrica do extrato saturado (CEE) acima de 4 dS.m⁻¹, criando uma certa limitação a produção agrícola, devido aos efeitos de toxicidade, osmótico e de competição para a planta. A classificação mais simples e mais prática tem sido a americana QUEIROZ *et al.*, (2010). Esta classificação é baseada na concentração de sais solúveis (expressa por meio de CE) extraídos da solução do solo e da percentagem de sódio trocável do solo (PST). A linha divisória entre os solos salinos e solos não salinos tem estabelecido o valor de 4 dS m⁻¹ para extratos de pasta saturada do solo. Entretanto, podemos encontrar plantas sensíveis a sais, que podem ser afetadas em solos cujo extrato de saturação apresenta CE entre 2 e 4 dS m⁻¹.

Tabela nº3: Valores da Salinidade.

Valores de C _{ec} do solo (dS/m, 25°C)	Efeito no rendimento das culturas
0 – 2	Efeito desprezível no rendimento das culturas
2 – 4	Rendimento das culturas sensíveis é reduzido
4 – 8	Rendimento da maioria das culturas é reduzido
8 – 16	Apenas culturas tolerantes podem produzir
>16	Apenas culturas muito tolerantes podem produzir satisfatoriamente

Fonte: WITHERS & VIPOND, 1988

2.4. Processos de formação da salinização dos solos

Os *solonchaks* são comuns em áreas sazonais ou permanentemente inundadas de climas semiáridos e em áreas costeiras com qualquer tipo de clima. Estes solos são definidos como aqueles que têm uma alta salinidade, ou seja, solos que, em algum momento do ano têm um $CE_e > 15 \text{ mS/cm}$ a 25°C . Também estão incluídos no conceito FAO (1985) que solos de alta salinidade são solos que têm $CE_e > 4 \text{ mS/cm}$ a 25°C há 25cm da superfície, desde que o $p^{\text{H}}\text{-H}_2\text{O}_{1:1} > 8,5$.

Quando a salinização resulta do material de origem, temos salinização dita primária e, quando é resultado de certos processos pedogenéticos, estamos em presença de salinização secundária. Em ambos casos, podemos encontrar *solonchaks* internos, quando os sais se acumulam a certa profundidade e *solonchaks* externos, quando os sais se acumulam á superfície do solo.

a) Salinização primária

Os sais do solo são originados pelas rochas à medida que estas vão sendo meteorizadas.

Durante a meteorização, as ligações entre os elementos dos minerais primários das rochas são quebradas e novas combinações incluindo minerais secundários e sais solúveis, são formados.

Os sais que resultam de rochas magmáticas ácidas (p.e. granito e Gneiss) são principalmente cloretos, sulfatos, carbonatos de sódio e potássio, enquanto os que resultam de rochas básicas (p.e. basalto) são normalmente os sulfatos e os carbonatos de cálcio (HOFFMAN *et al.*, 1983).

Embora a lavagem dos minerais primários seja a fonte inicial de sais solúveis, raramente resulta em solos salinos uma vez que estes são redistribuídos no solo (podem precipitar-se ou continuam a ser transportados até ao mar). Os *solonchaks* normalmente se desenvolvem em

áreas que recebem e acumulam os sais trazidos de outros locais (DRIESSEN & DUDAL, 1989).

A salinidade dos solos marinhos é um caso especial de salinização primária. Sedimento marinho depositado em períodos geológicos passados podem apresenta-se ainda salino em regiões onde existe pouca lavagem, isto é, em climas áridos ou onde a drenagem é reduzida.

b) Salinização secundária

Muitos autores ROADES & LOVEDAY (1990), defendem que as fontes principais de sais em solos irrigados são a água de rega e a água do lençol freático, quando este se apresenta elevado.

O nível freático pode apresentar-se elevado devido às condições hidrológicas naturais ou ainda devido às excessivas perdas de água de rega combinadas com uma drenagem deficiente.

Translocada pela evapotranspiração, a água do lençol freático pode alcançar a superfície do solo ou a zona radicular onde se evapora ficando os sais aí depositados. Este processo acontece onde existe um défice hídrico em pelo menos parte do ano (DRIESSEN & DUDAL, 1989).

A outra fonte de sais, por sinal mais importante ainda, é a própria água de rega. A título de exemplo, uma aplicação anual de 1000 mm de água com uma concentração de apenas 250 ppm, leva ao solo um total de 2,5 toneladas/hectare. Metro/ano. Nestas condições, se não forem observadas medidas com vista a remoção dos sais, a salinização é inevitável (VAN DER MOLEN, 1973).

2.4.1. Distribuição dos sais no solo

O nível de salinidade do solo varia no tempo e no espaço. A variação espacial abrange a direcção vertical e horizontal. A migração dos sais com o movimento da água é a principal causa destas variações (SMEDEMA & RYCROFT, 1983).

Os autores citados a cima fundamentam que o regime de água no solo é altamente dinâmico e, por consequência, a distribuição dos sais também é altamente dinâmico.

Ainda os mesmos afirmam que logo a seguir a uma rega (ou chuva), o conteúdo de sais normalmente aumenta com a profundidade enquanto após longo período seco ou em áreas com

lençol freático elevado pode ocorrer o reverso. Há maiores profundidades a humidade do solo varia pouco e, por isso, o conteúdo de sais permanece mais ou menos constante.

Segundo AINADINE (1994), a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação aplicada, até que a salinidade do solo atinja o equilíbrio dinâmico.

2.4.2. Efeitos dos sais no solo

Os efeitos dos sais sobre o solo ocorrem basicamente pela interacção electroquímica existente entre os sais e a argila. A intensidade deste fenómeno depende da natureza da argila e do cation presente. A característica principal deste efeito é a expansão da argila quando humedecida e a contração quando a água é evaporada ou retirada pelas plantas. Se a expansão for exagerada pode ocorrer a fragmentação das partículas provocando a dispersão da argila. De modo generalizado, altera-se o volume ocupado pela argila, reduzindo o tamanho dos poros e modificando a estrutura do solo, afectando significativamente suas propriedades físicas (LIMA, 1997).

2.4.3. Problemas que ocorrem nos solos salinos

A salinidade afecta directamente as plantas induzindo uma seca fisiológica que resulta do aumento da pressão osmótica. Além disso, a presença de teores elevados de um certo ião na solução do solo pode interferir na absorção de outros elementos (p.e. entre o sódio e o potássio e entre o magnésio e o potássio) (DRIESSEN & DUDAL, 1989).

Nessa ordem de ideia a FAO (1971), os sais podem também afectar as plantas através da toxicidade de certos iões específicos (Na, Cl e B) quer devido ao seu efeito nas membranas das raízes ou tecidos das plantas, quer pelo seu efeito na capacidade de absorção de substâncias ou metabolismos de elementos essenciais. Sintomas de injúrias nas folhas indicam normalmente esses efeitos tóxicos.

Entretanto, a resposta actual da planta varia com as condições de crescimento, isto é, clima, gestão de rega, gestão agronómica, estágio de crescimento da cultura e variedade da cultura (ROADES & LOVEDAY, 1990).

Um teor relativamente elevado de sódio (Na^+) no complexo da troca ($\text{PST} > 15\%$ da CTC), pode resultar no empobrecimento da estrutura do solo devido a fácil dispersão dos colóides do solo. Um solo assim degradado, pode apresentar uma consistência dura quando seco, ser

plástico e pegajoso quando húmido, possuir uma baixa condutividade hidráulica, crostas superficiais, apresentar um elevado escoamento superficial ou ficar alagado devido deterioração geral das suas características de drenagem.

Em muitas regiões do mundo, praticamente nos subtropicais, as chuvas médias anuais não são suficientes para cobrir as necessidades da evapotranspiração da cobertura vegetal. Qualquer adição de água de outras fontes para este solo, tanto pela ascensão capilar da água freática (se presente a pequenas profundidades) ou pela irrigação, implica necessariamente um risco acrescido na adição de sais no solo, como toda água natural contém certa quantidade de sais (BOLT & BRUGGENWERT, 1978).

A agricultura irrigada apresenta como constrangimento o acréscimo do perigo de salinização do solo, cuja ocorrência depende da qualidade da água, do balanço entre a água que sai e a que entra no solo, assim como do método de rega a usar. A água de rega, mesmo de boa qualidade é fonte de sais. Cada irrigação traz ao solo uma certa quantidade de sais na zona radicular, onde estes se depositam após a evaporação ou transpiração pela planta (FAO, 1985).

De acordo com AINADINE (1994), a irrigação é um processo sociotécnico que combina recursos humanos e materiais para o alcance de uma agricultura predizível e produtiva. Quando o sistema de irrigação e de drenagem capta, conduz, distribui e remove convenientemente a água para suportar o crescimento da cultura, isto significa que este é viável para o projecto. Por isso, estes sistemas requerem um planeamento, um projecto técnico de utilização e manutenções correctas.

2.4.4. Recuperação de solos salinos

O processo de recuperação de solos salinos consiste basicamente da adição ao solo de água em quantidade suficiente para lavar o excesso de sais solúveis do perfil. Compreende a dissolução dos sais presentes no solo e o transporte dos iões resultantes, através da zona radicular, em profundidade, fora da área de influência das raízes das plantas. Desta forma, é possível reduzir a alta concentração de sais da solução do solo, característica dos solos salinos, para níveis suficientemente baixos que permitam eliminar ou minimizar as reduções de produção nas culturas pelo factor salinidade.

De acordo com os autores AYERS & WESTCOT (1991), a lavagem de recuperação dos solos normalmente requer grandes quantidades de água e, quando a salinidade do solo é muito alta ($CE_e > 10-15 \text{ dS.m}^{-1}$), se realiza sem utilização agrícola do solo por um determinado período de tempo (semanas a meses). Quando a salinidade do solo não é muito elevada ($CE_e < 10-15 \text{ dS.m}^{-1}$), a lixiviação de recuperação pode ser feita com água extra, aplicada na irrigação de culturas tolerantes). A quantidade de água a ser usada, assim como, o tempo de recuperação de solos salinos, depende da salinidade inicial do solo, da qualidade da água de irrigação, da profundidade do solo a ser recuperada, das técnicas de irrigação utilizadas, entre outros.

Frequentemente, o movimento da água através do solo apresenta problemas relacionados com a textura do solo (solos argilosos), drenagem interna (camadas impermeáveis e lençóis freáticos superficiais) que dificulta a capacidade de lixiviação dos sais pelas lavagens.

2.4.5. Técnicas para recuperação de solos com problemas de salinidade

São varias as técnicas de recuperação dos solos: lavagem, melhoramento químico, cultivos de elevada evapotranspiração, drenagem, sistematização e nivelamento, lavras superficiais, aração profunda, subsolagem, misturas com areia, inversão de perfis, aplicação de resíduos orgânicos, destaque vai para:

a) Lavagem dos sais

Segundo PIZARRO (1978), a lavagem dos sais consiste na eliminação dos sais solúveis através da passagem pelo solo de certa quantidade de água que arrasta consigo os sais solúveis. Esta prática é necessária na recuperação tanto de solos salinos como de solos sódicos. A lavagem de sais pode se realizar com duas finalidades:

- i. Reduzir a alta salinidade inicial do solo até níveis toleráveis pelas culturas, denominada lavagem de recuperação;
- ii. Impedir a ressalinização de solos recuperados ou prevenir a salinização de solos irrigados não afectados, que comumente é chamada de lavagem de manutenção.

III. METODOLOGIA

3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado na machamba da ESUDER na localidade de Pambarra a 25 km do distrito de Vilankulo, e as coordenadas foram obtidas com auxílio do GPS, com a latitude 21° 56' 21,5" Sul e longitude 35° 7' 26,8" Este com uma altitude de 17m, durante os meses de Agosto a Novembro de 2014.

ESUDER-Pambarra

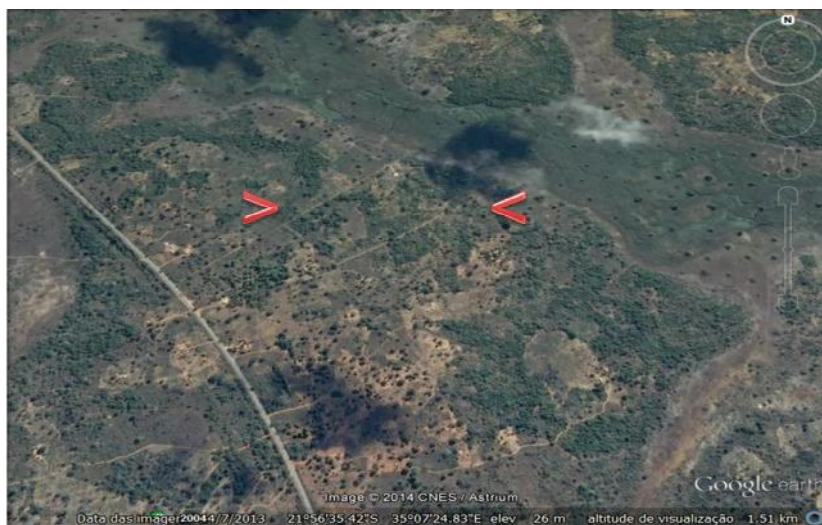


Figura nº1: Mapa do Campus de ESUDER Pambarra

Fonte: *Google earts*

Tabela nº 4: Lista de Materiais Usados

Lista de materiais utilizados	
➤ GPS (Global Positioning System)	➤ Catana
	➤ Nível do pedreiro
➤ Sondas Manuais (de Tubo e Holandesa)	➤ Ancinho
➤ Etiquetas	➤ Fita métrica
➤ Sacos plásticos	➤ Corda
➤ Condutivimentro	➤ Tesoura
➤ Seringas (5 e 20) MI	➤ Marcador
➤ Pluviómetro	➤ Faca

Fonte: *Autor, 2015*



Figura nº2: Instrumentos Utilizados para Determinação da CEe

Fonte: Autor, 2015

3.2. Minimizar as quantidades dos sais sob diferentes níveis de aplicação de água de rega.

a) Estratégias de melhoramento das propriedades do solo.

Para as parcelas incluídas na classe não salina (< 4 dS/m) torna-se necessário fazer uma gestão das mesmas de modo a evitar o alastramento das manchas de salinidade.

Assim um plano de culturas normal pode ser adequado, desde que o balanço de água seja favorável.

Entretanto, para o sucesso do processo de lavagem dos sais, outros factores devem ser tomados em consideração:

- A disponibilidade de água de rega;
- A permeabilidade do solo e/ou as condições de drenagem para as quais devem-se considerar a textura e estrutura do solo;
- A natureza dos sais solúveis no solo.

b) Definição de critérios considerados para o estudo

Para a determinação da lâmina de irrigação primeiro mediu-se o nível de sais usando condutivímetro, e que $CE_i = 1,2$ dS/m.

Tabela nº5: Qualidade de Água do Rio Govuro

Datas de colecta de amostras de água do rio	Condutividade eléctrica da água do rio
20 – 10 – 2014	CEi = 1.2 mS/cm
01 – 11 – 2014	CEi = 1.3 mS/cm

Fonte: Autor, 2015

Tabela nº6: Qualidade de Água para Irrigação Segundo INIA

D	Doce	CEi < 1 mS/cm
B	Salobra	CEi 1 – 4 mS/cm
S	Salgada	CEi > 4 mS/cm

Fonte: INIA, 2000

Segundo o estudo feito da água usada para a lavagem dos sais conclui-se que a água é de grau B, e é adequada para lavagem dos sais, isto porque a CEi do rio no caso em estudo é de 1,2 mS/cm e esta dentro do parâmetro da classificação feita pelo INIA, (2000).

Para o problema em estudo não temos a transpiração devido a ausência de culturas, mas temos evaporação numa superfície uniforme coberta por mulch.

De acordo com FAO (1985), descreve critérios de classificação da qualidade de água para fins de irrigação, que a água com CEi que esta entre 0.7 – 3.0 dS/m, apresenta um risco ligeiro a moderado de salinidade dos solos.

Para determinar o ET_c usou se a **equação nº1:**

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

Onde:

K_c – é o coeficiente da cultura;

ET_o – Evapotranspiração potencial em mm/dia;

ET_c – Evapotranspiração da cultura em mm/dia.

E de acordo com a FAO coeficiente do crescimento da cultura antes, da sua emergência (K_c) é igual a 0.4, e a evapotranspiração potencial (ET_o) estimada é de 5mm/dia.

$$ET_c = 0.4 * \frac{5mm}{dia} = \frac{2mm}{dia}$$

Foram identificados classes de salinidade do solo. Neste contexto cada uma foi tratada como um caso separado, assim foram estudadas a possibilidade de lavagem e redução dos níveis de sais aplicando dotações de água segundo a **equação nº2:** $Q_{IN} \times C_{IN} = Q_{OUT} \times C_{OUT}$ isto é, na condição estavel.

$$Q_{IN} = E + D$$

Onde:

E substituindo:

$$Q_{OUT} = D$$

$$Q_{IN} = 2 + Q_{OUT}$$

$$Q_{IN} \times 1.2 = Q_{OUT} \times 4$$

$$(2 + Q_{OUT}) \times 1.2$$

$$2.4 + 1.2Q_{OUT} = 4Q_{OUT}$$

$$2.4 = 2.8Q_{OUT}$$

$$Q_{OUT} = 0.8572mm$$

$$Q_{IN} = 2 + Q_{OUT}$$

$$Q_{IN} = 2.8571mm$$

Onde:

Q_{IN} –Quantidade de água que entra no solo em mm;

C_{IN} –Concentração de sais que entram no solo em dS/m;

Q_{OUT} –Quantidade de água que sai no solo por drenagem mm;

C_{OUT} –Concentração de sais que sai no solo pela drenagem dS/m (4 dS/m de máxima);

E –Evaporação em mm;

D –Drenagem em mm;

CEi – condutividade eléctrica da água de irrigação.

E para ter a quantidade de água de rega por cada parcela multiplicou se o valor da área ($3.75m^2$) pelo Q_{IN} , e foram necessários 10,71L, mas para evitar erros na quantidade de água a se aplicar usou se 9L como padrão já que o regador é de 9L.

A indicação de qualidade de água de rega é importante para avaliar a possibilidade do seu uso, por exemplo para o caso de estudo concretamente para irrigação. Indica se a qualidade da água de rega pelo seu aspecto visual, pelo paladar ou pela medição da condutividade eléctricas no campo.

E para ter a quantidade de água de rega por cada parcela multiplicou se o valor da área (3.75m^2) pelo Q_{IN} , e foram necessários 10.71L, mas para evitar erros na quantidade de água a se aplicar usou se 9L como padrão já que o regador é de 9L.

3.3. Delineamento experimental

Os tratamentos foram codificados por letras (T1, T2 e T3) que representam os níveis de quantidade da água a ser aplicada, e aplicou-se 1.3 ton/ha de *mulching* nas 15 parcelas, isto é para minimizar a perda de água por evaporação.

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, constituído por 3 tratamentos e 5 blocos para cada tratamento, em que o T1 aplicou-se 50% de rega recomendada pelo modelo padrão de controlo de salinidade correspondente a 4.5L de água, o que corresponde a 1.2 mm/dia e que foram necessários 1192.5L de água, T2 100% correspondente a 9L, o que corresponde a 2.4 mm/dia e que foram necessários 2385L de água e T3 200% correspondente a 18L, o que corresponde a 4.8 mm/dia e foram necessários 4770L da quantidade de água numa área total de 80 m^2 , num total de 15 parcelas em que cada parcela tinha uma área de 3.75m^2 .

Usou-se um regador com 9L de capacidade como padrão. No dia 26 – 8 – 2014 o lençol freático era de (40- 60) cm de profundidade e até o fim da experiencia concretamente no dia 1 – 11 – 2014 o lençol freático baixou até (80 – 100) cm, em que a profundidade que estava próximo ao rio o lençol freático baixou até 80cm, onde para medir a profundidade do lençol freático usou-se uma sonda holandesa.

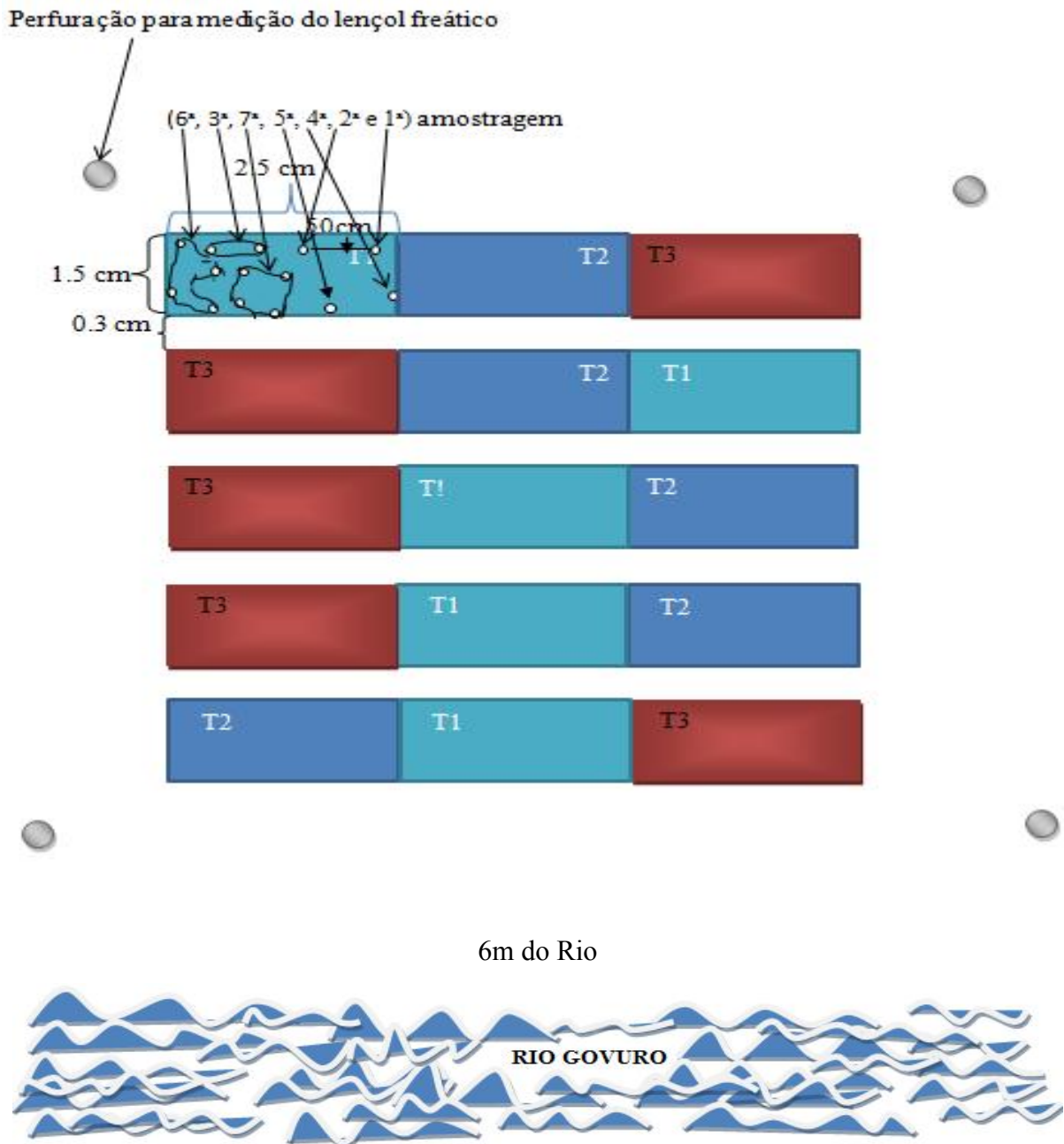


Figura nº3: Delineamento Experimental e Representação do Rio Govuro

Fonte: Autor, 2015

3.4. Método de recolha de amostras

Colecta de amostras

Os pontos de amostragem foram demarcados de modo a obter uniformidade entre as parcelas na medição da salinidade no solo. Assim, estes eram equidistantes entre si, separados a 50 cm um do outro dentro de cada parcela, onde as amostras eram colhidas 24 horas depois de rega.

Todas as amostras foram colectadas cuidadosamente, apesar de que eram colectadas em alguns dias com muita ventania, mas tudo era feito para evitar o máximo possível de perda de humidade, e removendo a contaminação entre as camadas com faca. Sonda de tubo feita de aço com 2cm de diâmetro interno e 2.6cm de diâmetro externo, foi o material usado para a colecta das amostras.

Após a colecta de cada amostra era realizada a limpeza do equipamento com uma faca, isto é, antes da realização da próxima coleta de amostra para evitar contaminação. No final todas as amostras foram conservadas em sacos plásticos duplicados e transparentes com capacidade para 0.5 litros de volume e devidamente etiquetados com o código do ponto contendo informação sobre a profundidade e localização. Depois de colhidas as amostras eram mantidas num local em que não recebiam a radiação solar de modo que não perdessem a humidade inicial.

E por fim transportadas ao laboratório do Instituto de Formação de Professores de Chibuene (IFPC) todas juntas em saco plástico com capacidade para 5 litros.

No dia 27 – 08 – 14 e 6 – 09 – 14 foram coletadas as primeiras amostragens onde foram colectadas 45 amostras, isto é, para cada data de coleta nas três profundidades de (0 – 20) cm; (20 – 40) cm e (40 – 60) cm num total de 15 parcelas, fazendo uma única perfuração por parcela, essas colectas foram antes do efeito dos tratamentos.

No dia 16 – 9 – 14, referente a terceira amostragem foram colectadas 60 amostras, sendo que na profundidade de 0 – 20 cm foram extraídas duas amostras por cada parcela a 50cm de distância uma da outra do ponto de amostragem anterior, e nas restantes profundidades nomeadamente (20 – 40) cm e (40 – 60) cm colectou-se uma amostra.

No dia (26 – 9 e 6 – 10) de 2014 foram coletadas a quarta e quinta amostragem onde foram colectadas 45 amostras, isto é, extraídas nas profundidade de (0 – 20) cm; (20 – 40) cm e (40 – 60) cm fazendo uma única perfuração por parcela.

Este foi um caso especial em que no dia 21 – 10 – 14 foi coletada a sexta amostragem e que foram colectadas 15 amostras compostas somente na profundidade de (0 – 20) cm cujo critério de extração de amostras foi feita extraíndo em quatro pontos diferentes e juntando as amostras dos quatro pontos que correspondiam a mesma parcela. O objectivo de colher em

quatro pontos diferentes na mesma profundidade por parcela era para ver se a distribuição dos sais era uniforme ou não.

Na setima amostragem no dia 1 – 11 – 14 foram colectadas apenas 45 amostras nas profundidades de (0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60) cm. cujo critério de extração de amostras foi feita extraíndo em quatro pontos diferentes e juntando as amostras dos quatro pontos que correspondiam a mesma parcela.



Figura nº4: Pesquisador (Autor) Tirando Amostras

Fonte: *Autor, 2015*

Os dados de precipitação, foram obtidos através do pluviómetro, isto é, dentro da área de estudo.

Tabela nº 7: Dados de Precipitação Colectadas

Precipitações colectadas	
Data	Precipitações
02 – 09 – 14	1mm
04 – 09 – 14	3.5mm
20 – 09 – 14	2mm
16 – 10 – 14	1mm

Fonte: *Autor, 2015*

E por fim transportadas ao laboratório do Instituto de Formação de Professores de Chibuenne (IFPC) todas juntas em saco plástico com capacidade para 5 litros. Os dados de precipitação, foram obtidos através do pluviómetro, isto é, dentro da área de estudo.

3.4.1. Determinação da C_{Ee} e da humidade das amostras colectadas no solo

a) Determinação da C_{Ee}

- Para a determinação do nível de sais existentes no solo, foi através do método proposto por RICHARDS (1954), que consiste em uso do instrumento de nome condutivímetro. Usei o modelo EXTECH bem calibrado em (M 1413 $\mu\text{S/cm}$) e (H 12.88 mS/cm) o que significa boa calibração em dois níveis nomeadamente: médio e alto, o que permitiu a medição da condutividade eléctrica do solo $CE_{(1:5)}$, mistura esta medida numa seringa plástica 5mL cortada para medir 4mL de solo e outra seringa de 20mL de água destilada num saco plástico de 0.5L de capacidade e amarrado, agitar com muita força utilizando mão num período de 10 minutos, após esse processo deixa-se as em repouso durante 5min. Depois prosseguiu-se com a medição da $CE_{(1:5)}$ cuja leitura valida-se o primeiro resultado a aparecer no EXTECH. A condutividade eléctrica do estrato do solo saturado (C_{Ee}) foi determinada pela seguinte **equação nº3**:

$$C_{Ee} = -0.1893 + 3.031 \times CE_{(1:5)} \text{ Equação da Regressão (Trinidad)}$$

Fonte: (EUDOXIE & CARTER, 2006).

Onde:

- C_{Ee}- condutividade eléctrica do estrato do solo saturado.

A CE de saturação da pasta foi altamente correlacionada com a $CE_{1:5}$ para todos só solos estudados ($r^2 = 0.99$, $p < 0.001$). O declive da relação (3.031) é similar ao relatado por FRANZEN, (2003), mas difere do que a relatado por ZHANG, (2005).

Relação entre a conductividade eletrica do extracto da pasta saturada e a ($CE_{1:5}$ solo/água) foi derivada usando 14 tipos de solos tropicais ja estudados.

A escolha desta fórmula deve-se ao facto de que os resultados da C_{Ee} da primeira camada (0 – 20) cm tendem a atingir o valor da CE_i.

b) Determinação da humidade

Os restantes parâmetros foram obtidos por determinação no laboratório do Instituto de Formação de Professores de Chibuenne, e cálculos, pelos métodos que apresentam-se na

equação abaixo, em que uma parte das amostras do solo foram encaminhadas para estufa e colocadas em latas de sardinha onde se mediu primeiramente o peso húmido e 24 horas em estufa a 105°C , $\pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante mediu se o peso seco, com a utilização de balança á $\pm 0.1\text{g}$ electrónica onde por cima da balança colocou-se uma lata de iogurte para evitar que a balança sofresse isso porque media-se peso seco para amostras quentes.

E a humidade do solo foi determinada através da diferença do peso húmido e peso seco do solo.



Figuras nº 5: Forno e Balança Utilizados na Determinação de Humidade

Fonte: Autor, 2015

A humidade foi determinada pela seguinte **equação nº4:**

$$P_{H_2O} = P_H - P_S$$

$$P_{S_{seco}} = P_S - P_L$$

$$\text{Humidade} = P_{H_2O} \div P_S$$

Onde:

P_H – peso húmido da amostra do solo;

P_S – peso seco;

P_{H_2O} – peso da água

P_L - peso da lata

3.5. Método de análise de dados

3.5.1. Diagnosticar a salinidade dos solos

A CEe do solo foi determinada pela correlação com a $CE_{(1:5)}$, após determinada a CE de todas amostras do solo. Assim, a condutividade eléctrica do extracto saturado (CEe) para as

amostras do solo foi determinada com base na equação do EUDOXIE& CARTER, (2006) e para categorização dos solos usou-se o método de análise.

$$CEe = -0.1893 + 3.031 \times CE_{1,5}$$

3.5.2. Tratamento estatístico

Foi realizada uma ANOVA pelo teste de F para um nível de probabilidade de 95% e 99% com auxílio de uma calculadora seguida de comparação múltipla de médias

De uma forma geral, quando se tem apenas dois tratamentos, no âmbito da análise de variância de um experimento, pode-se visualizar apenas pela média qual o melhor tratamento.

Porém, na existência de mais de dois tratamentos, fazendo-se apenas o teste de “F” (teste que mostra se existe diferença entre as médias dos tratamentos) não é possível indicar qual o melhor tratamento. Faz-se necessário, portanto, aplicar um teste de comparação de médias dos tratamentos, sendo possível, a partir deste, concluir qual o melhor tratamento. Dos vários testes que podem se aplicar, para o estudo optou-se pelo método de Duncan, e de acordo com (BERTOLDO *et al.*, 2007), dependendo do objectivo do experimento, alguns testes estatísticos podem ser mais eficazes do que outros.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema aqui usado (rega *versus* sequeiro) a palavra sequeiro que significa que a primeira e a segunda amostragem não sofreram nenhum efeito de tratamento de água, isto é, influência de forma significativa os valores de condutividade eléctrica (CE) medidos no solo. Com efeito verifica-se que algumas amostras de solos em regadio apresentam valores de CEe significativamente superiores aos solos que foram mantidos em sequeiro. Isto deve se ao facto da não uniformidade na distribuição dos sais no solo.

E este resultado goza de largo consenso entre os autores consultados, nomeadamente CERDA *et al.*, (1986), THELLIER *et al.*, (1990), COSTA (1991), DANTAS *et al.*, (1998) e KIRIWA *et al.*, (1998), apontam nos seus trabalhos resultados idênticos.

A salinidade compreende a medida da quantidade de sais existente em massas de solo, determinados em cada colecta.

Nas duas primeiras colectas das amostras de solo o maior valor de salinidade foi observada na segunda amostragem, apesar de que a primeira tenha atingido (1.27 dS/m), e esta variação pode ter sido pelo facto de que após a limpeza da área em estudo o solo ficou sem cobertura e por um período sem efeito de nenhum tratamento e sofreu uma certa variação que não esta em causa no estudo. No caso da (terceira, quarta e quinta) amostragem das quais sofreram o efeitos dos tratamentos aqui verifica-se uma oscilação entre os valores da CEe, este aspecto pode ter sido verificado devido a não uniformidade no nivelamento das parcelas. Porque isto faz com que as zonas mais elevadas recebam menos água e tenham, por consequência, maior teor de sais comparativamente às zonas mais baixas que recebem quantidades excessivas de água.

E no último caso concretamente a (sexta e sétima) amostragem, este foi um caso especial, que em cada parcela foram colectadas 4 amostras de solo para cada profundidade, onde os resultados comprovam que dentro da mesma parcela os sais não se distribuem da mesma maneira.

Os gráficos a seguir ilustram com clareza de como a quantidade de água aplicada influenciou na lavagem dos sais.

4.1. Comparação das médias usando teste de Duncan

Como o teste F não clarifica quais medidas tiveram diferenças significativas quando se trata de mais de dois tratamentos, então faz-se necessário o uso de um teste mais amplo para melhor percepção.

Aplicando-se o teste de Duncan aos dados de salinidade obtidos em cada colecta de cada tratamento observa-se que com mais irrigação havia salinidade significativamente menor em alguns casos especialmente na (6^a e 7^a) amostragem. E foi observado maior valor para a colecta 7 de (2.14 dS/m), isto é, no primeiro tratamento.

Com mais tempo havia uma tendência de aumentar salinidade, ex: (1.0 até 2.1) dS/m e um aumento maior que 100% nas parcelas de 50% de rega padrão, e de (0.8 até 1.5) dS/m o aumento foi menor que 100% nas parcelas de 200% de rega padrão.

4.2. Salinidade

Os resultados obtidos nas representações gráficas abaixo, referentes (representações gráficas n°1: tratamentos e n°2: blocos) verificou-se que o solo é moderadamente salino visto que o valor máximo da C_{Ee} verificado no solo em estudo foi de 2.79 dS/m, por este ser inferior ao valor padrão (C_{Ee} > 4). O comportamento dos gráficos da C_{Ee} indicam que existe período de concentração e de lavagem dos sais no solo como consequência directa de rega, mas os níveis de salinidade alcançados não são alarmantes.

Pode-se ver nos gráficos que a área é caracterizada como moderadamente salina, isto é, na região estudada. E que geralmente o nível de salinidade diminui com a profundidade, apesar que em alguns casos os sais aumentam com a profundidade.

Segundo EMBRAPA (1997), o valor crítico de salinidade no solo é 4 dS/m. Nesse contexto, solo em estudo pode ser classificado como moderado o que pode proporcionar bom rendimento para algumas culturas em que o seu índice de tolerância do nível de sais é superior ou igual a 2.79 dS/m.

Como se pode observar, quando se aplicam dotações diferentes de água registam-se alterações tanto no padrão de distribuição como nos picos de C_{Ee} do solo. A diferença no requerimento da água em cada tratamento parece ser a causa da variação da C_{Ee}. Mantendo constante as demais condições que contribuem para a salinização dos solos, quanto maior for o pico da

quantidade de água a se aplicar no solo maior será o índice de lavagem dos sais no mesmo solo.

ANTÓNIO (2000), no seu estudo para avaliar o efeito de diferentes praticas de dotações de rega na salinidade do solo, também constatou que quanto maior for a dotação de água aplicada maior seria o nível de redução da salinidade.

Uma comparação entre os valores da C_{Ee} obtidos no estudo feito com os valores obtidos por VINE (2013 não publicado), no mesmo solo, permite constatar que a magnitude desses valores é comparável. Isto reforça ainda mais os resultados obtidos no estudo feito, que a introdução de rega trouxe mudanças consideráveis na salinidade do solo.

Exceptuando um e outro caso, os valores da C_{Ee} tendem a baixar ligeiramente quando se passa da profundidade 0 – 20 para 20 – 40 cm. Ao se passar da profundidade 20 – 40 cm para 40 – 60 cm o comportamento dos valores da C_{Ee} é menos clara havendo, porém, uma tendência de manutenção ou aumento no seu valor, e este ultimo caso pode ser devido a subida do lençol freático.

O método de rega utilizado, explica em parte o comportamento dos valores da C_{Ee}, na parte superficial do solo de (0 – 20 cm) predominam os camaleões, e este pode ser um dos motivos que faz com que haja tendência de acumulação de sais nesta profundidade. Na profundidade de 20 – 40 cm, ocorre normalmente maior lavagem que resulta num decréscimo relativo dos valores da C_{Ee}, e que com o tempo a C_{Ee} cresceu devido a evaporação da água.

Observou-se que os valores de salinidade em toda parte do solo estudada cresceram em função da salinidade da água de irrigação, isto pode ser explicado pelo maior teor de argila neste tipo de solo, o que diminui a eficiência de lixiviação, promovendo maior acúmulo de sais no solo. Segundo SMEDEMA & RYCROFT (1983), o perigo da salinidade do solo este intrinsecamente ligado á CE_i usada para irrigação.

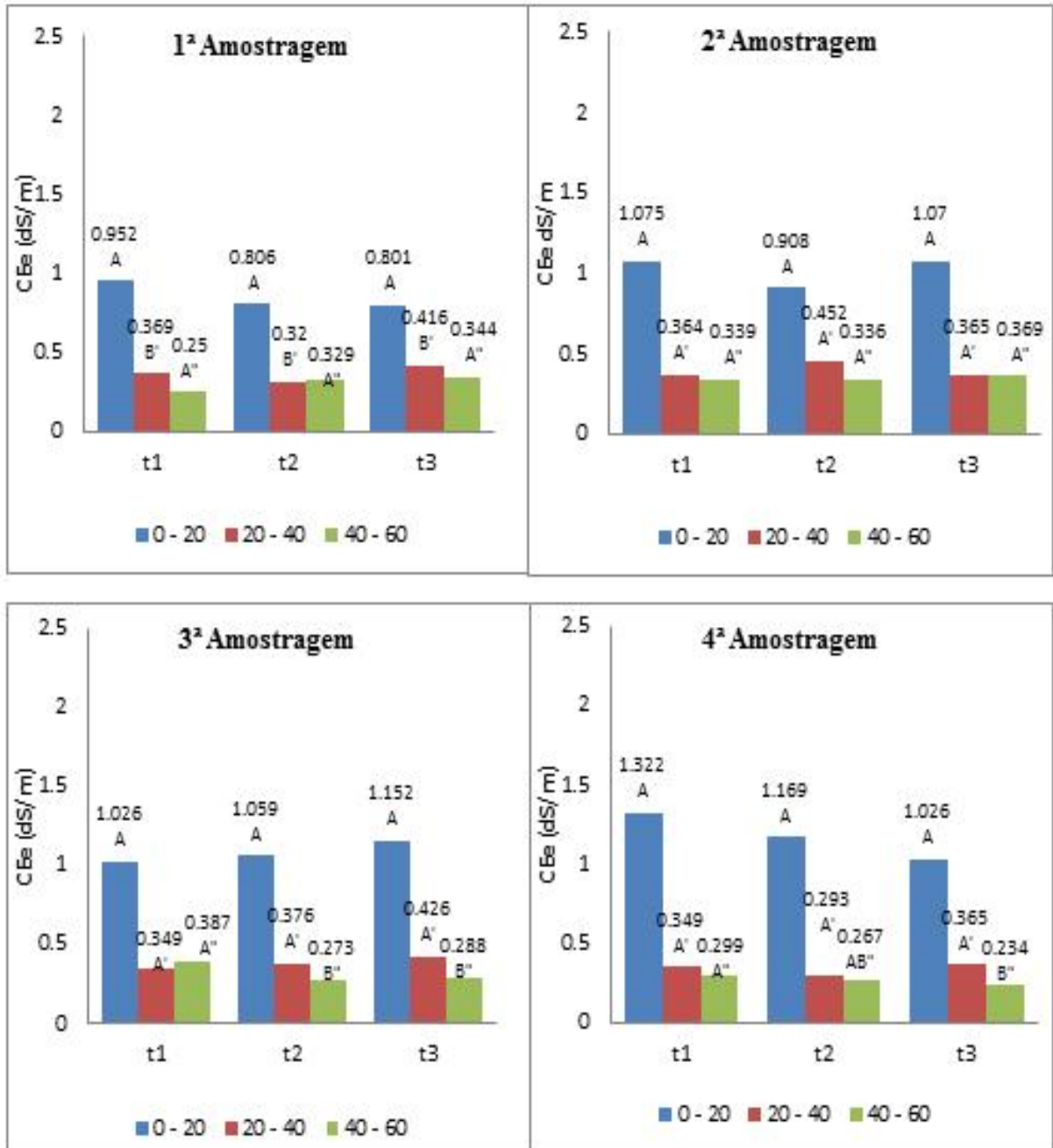
Importa referir que para além do custo que normalmente advém das excessivas perdas de água, outro problema poderá então emergir: a subida do lençol freático e a possível salinização do solo a partir deste, mas este caso faz-se notar mais quando trata-se de uma área maior. Apesar da área estudada ser pequena esse problema não existiu, porque o lençol freático situava se a 1m da superfície do solo. Este pormenor, aliado ao facto de não se verificarem áreas alagadas nas zonas mais baixas, faz pensar que a água perdida por

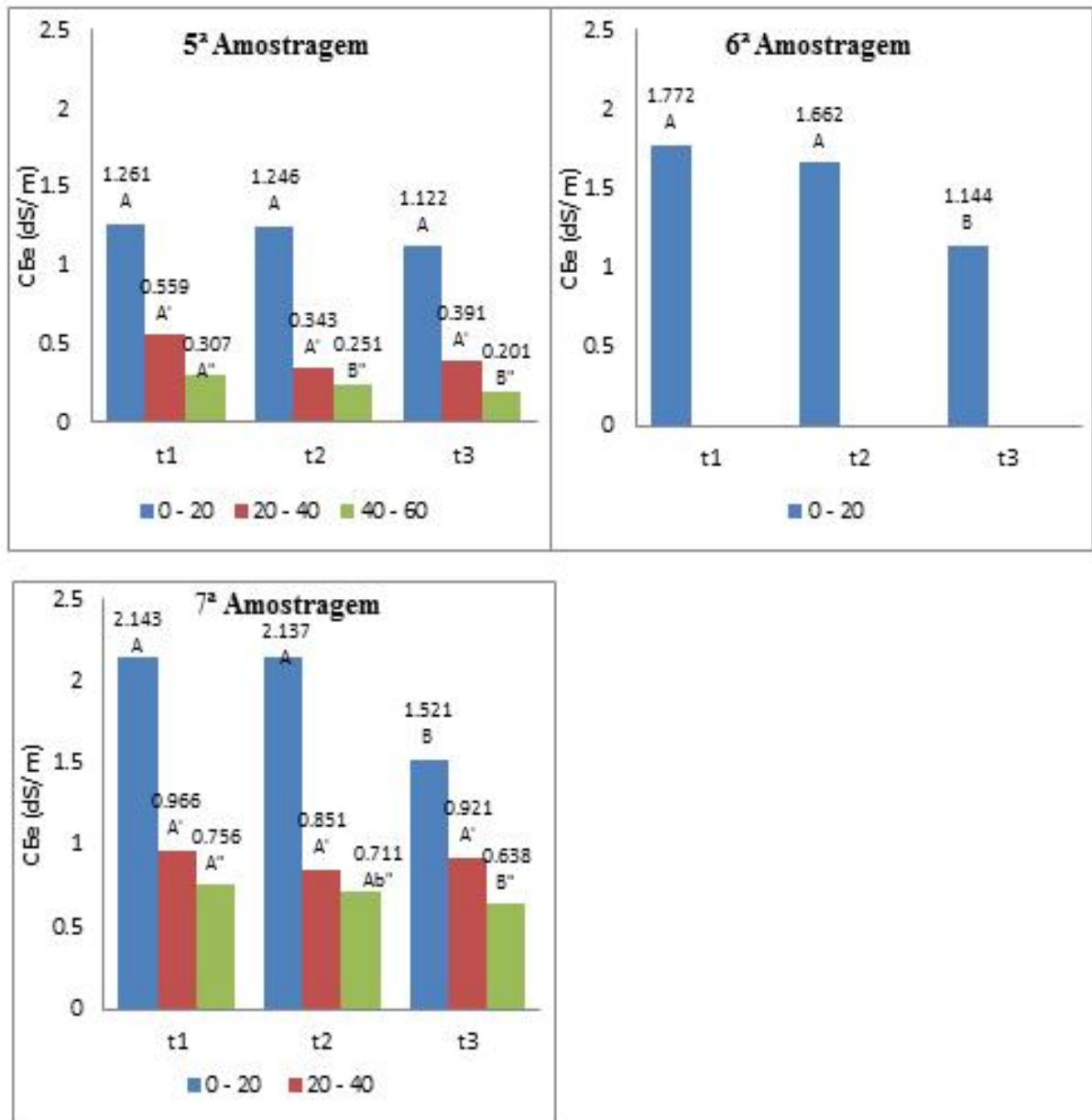
percolação profunda, é drenada para o curso do rio. Para o estudo feito, observou-se em alguns casos a C_{Ee} maior que a C_{Ei} mas sempre com tendência a atingir o nível da salinidade da água este caso só para as camadas de (0 – 20) cm, o que sugere maiores problemas de salinização do solo devido a maior conteúdo da fracção argila.

A FAO (1985), descreve critérios de classificação da qualidade de água para fins de irrigação, que a água com C_{Ei} que esta entre 0.7 – 3.0 dS/m, apresenta um risco ligeiro a moderado de salinidade dos solos.

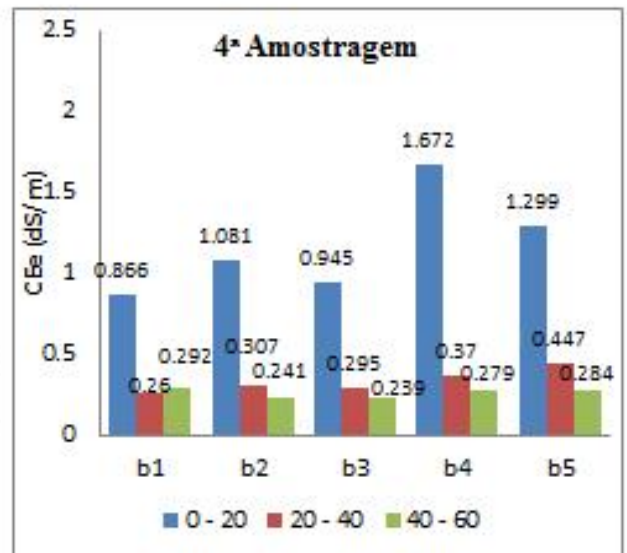
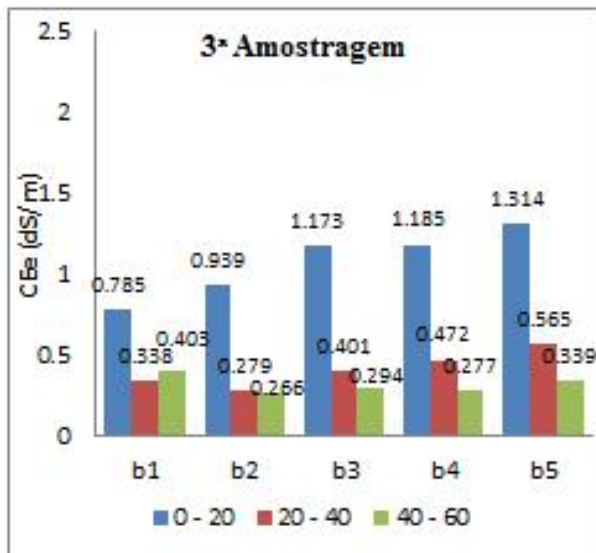
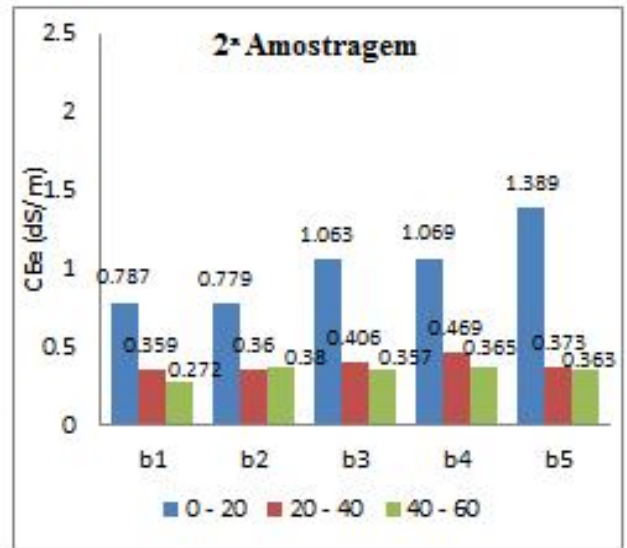
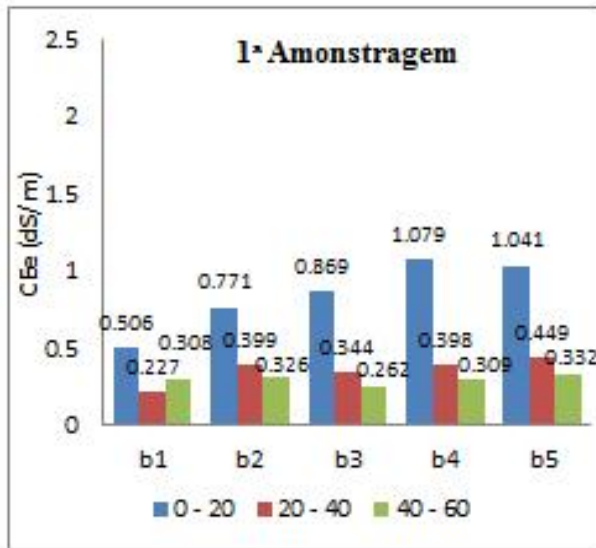
O P^H médio do solo é de 7.98 segundo estudo feito pelo REMANE (2014, não publicado) no mesmo solo, que é adequado para maior parte das culturas agrícolas. Porém, pode ocorrer a precipitação do fósforo na forma de fosfato de cálcio (P^H > 6,5).

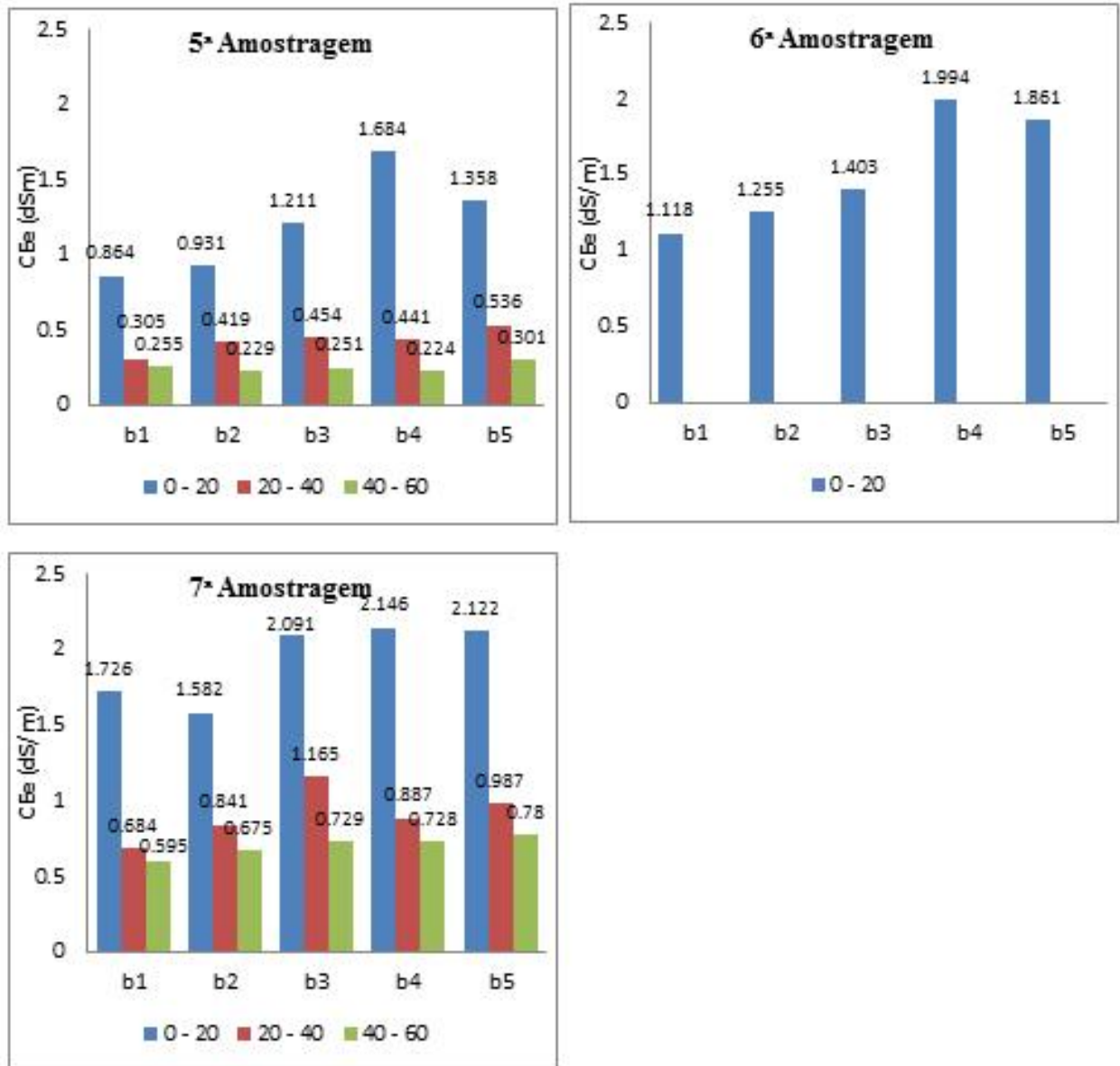
Assim em conformidade de SHARMA & MANCHANDA (1996), AINADINE (1994), KONSTAPEL (1981), TOUBER & NOORT (1985), torna se necessário considerar nos próximos estudos, parâmetros que afectam a eficiência de lavagem dos sais nas camadas do solo.





Representação gráfica nº1: Comportamento da salinidade referente aos tratamentos em profundidades de (0 – 20;20 – 40 e 40 – 60) cm.





Representações gráficas nº2: Comportamento da salinidade referente aos blocos em profundidades de (0 – 20;20 – 40 e 40 – 60) cm.

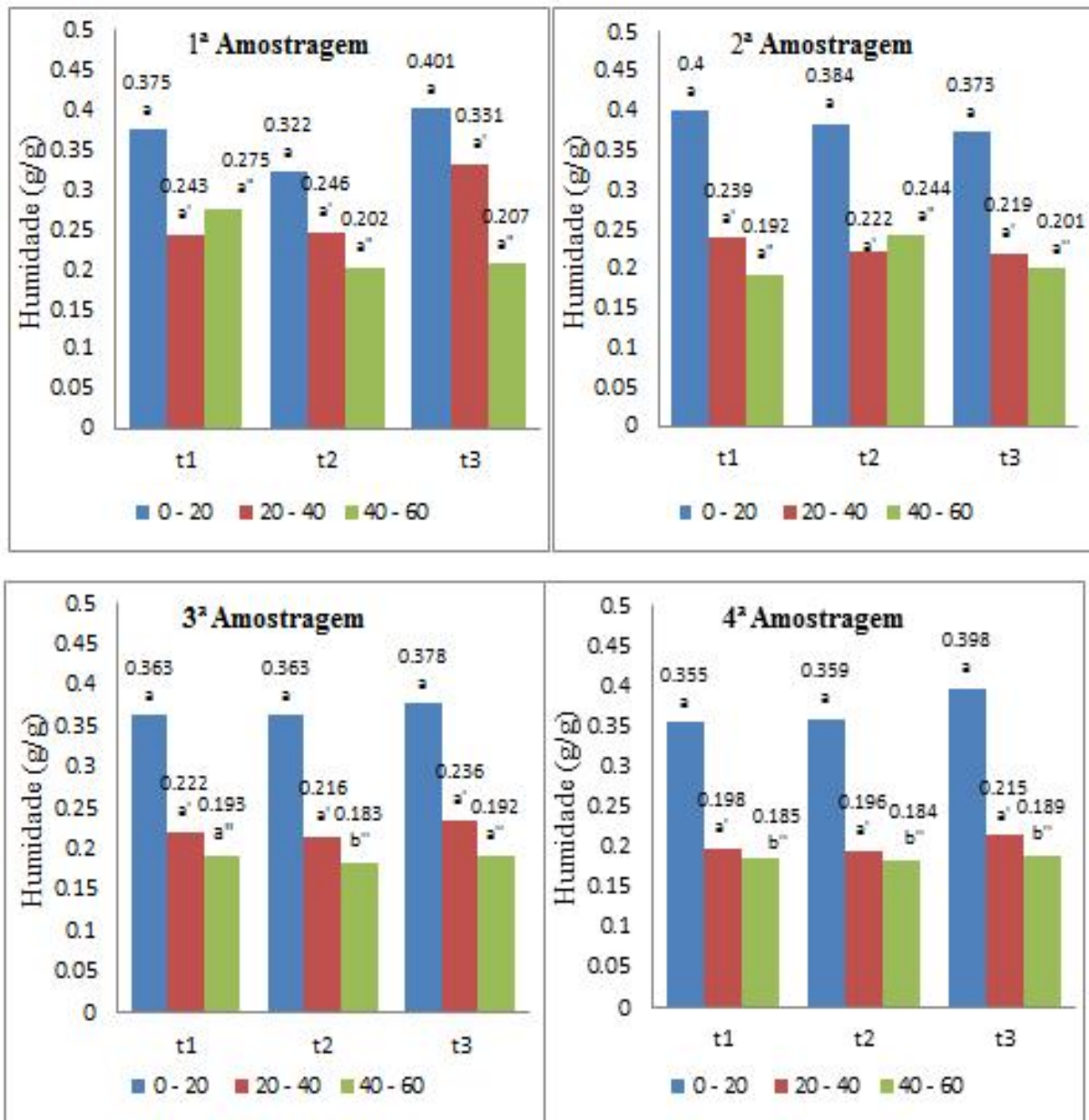
4.3. Humidade

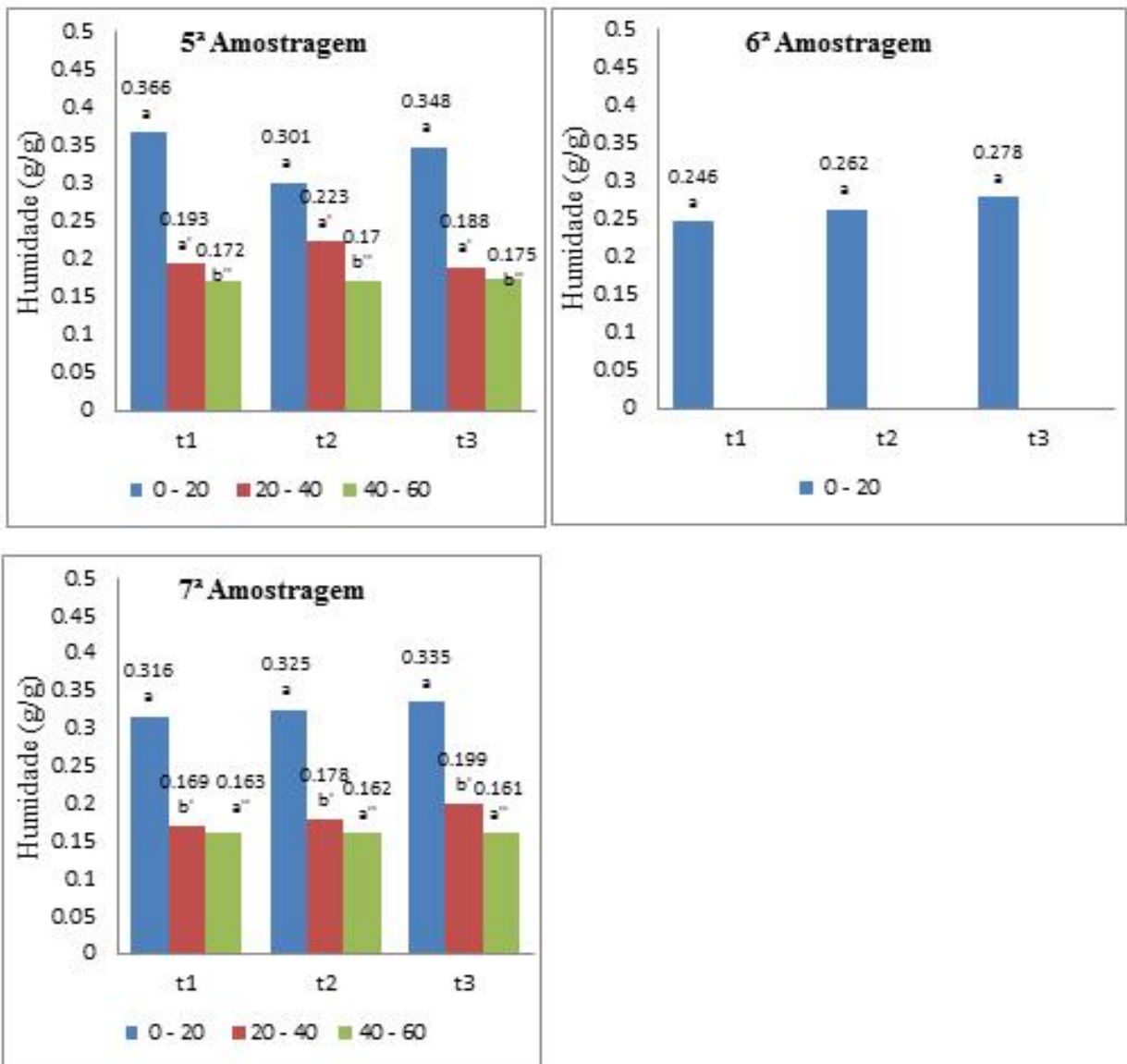
Os valores das representações gráficas abaixo referentes (representações gráficas nº3: tratamentos e nº4: blocos) mostram que o solo tem a capacidade moderada de reter humidade e que os seus valores variam de (0.119 a 0.500) g/g, revelando a boa humidade em termo de produção das culturas.

Os mesmos ilustram que o solo possui pouca variação da humidade com o passar do tempo, o que pode proporcionar melhor desempenho na lavagem dos sais no solo.

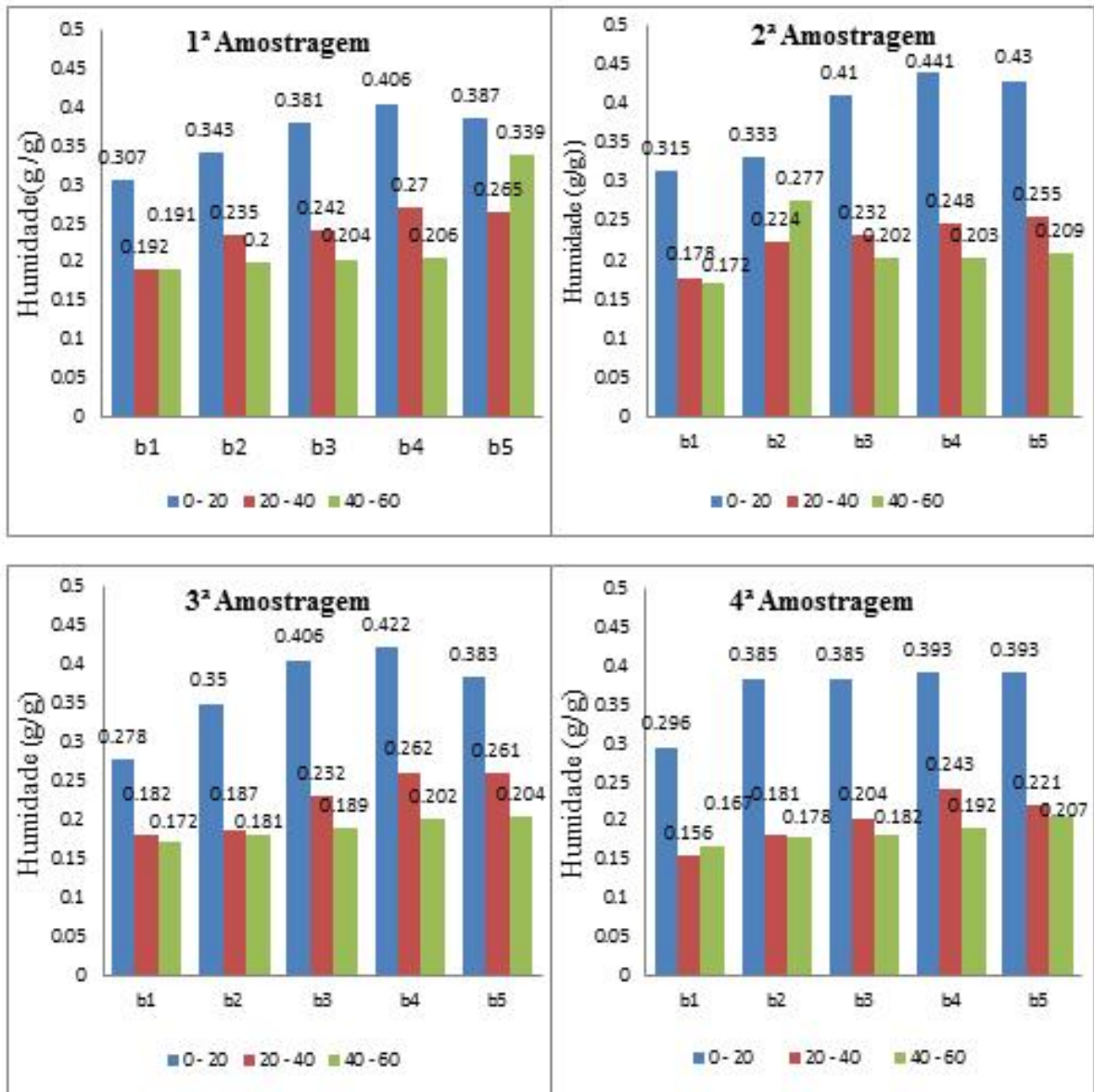
Esses valores da humidade acima obtidos são bons e estão situados num parâmetro considerado normal para a maior parte das culturas, visto que valores maiores que esses indicam alta humidade o que pode causar o aparecimento dos fungos, bactérias, o que dificultaria as trocas gasosas no próprio solo.

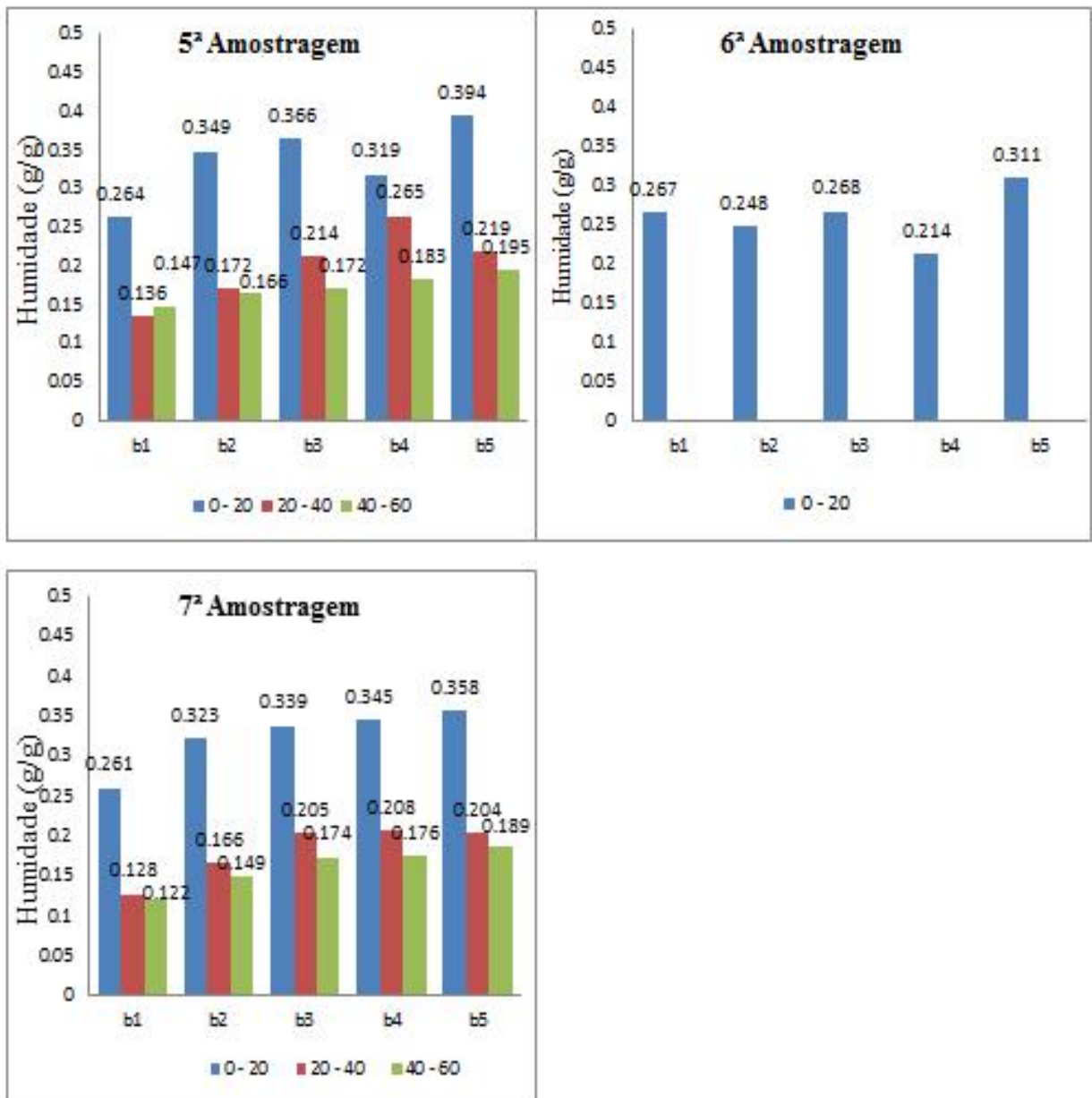
Porque tratamentos T2 e T3 diminuem a salinidade sem mudar humidade, parece que T2 e especialmente T3 conseguem mover os sais ao mesmo tempo que mantém a humidade.





Representações gráficas nº3: Variação da humidade referente aos tratamentos em profundidades de (0 – 20;20 – 40 e 40 – 60) cm.





Representações gráficas nº4: Variação da humidade referente aos blocos em profundidades de (0 – 20;20 – 40 e 40 – 60) cm.

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

O solo da área em estudo é moderadamente salino em todas as profundidades, e o nível de salinidade diminui com o aumento da profundidade, e é certo que em alguns casos quando se passa da profundidade de 40cm o comportamento dos sais tende a aumentar.

Os riscos de salinização dependem das condições climáticas, da quantidade de água de rega e das propriedades do solo.

5.2. Recomendações

Recomenda-se que se repita o estudo para avaliar o nível de Sódio (Na) no solo, pois, assim se pode estabelecer uma comparação com os resultados do presente estudo e ter-se conclusões firmes da produtividade do solo em causa.

O seu controlo necessita de estudos integrados incluindo o das reacções de troca catiónica (Sódio, Cálcio e Magnésio).

Avaliar sistematicamente a qualidade de água de rega pois, um abaixamento relativo da qualidade de água de rega, pode mudar completamente o cenário de sais aqui descritos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINADINE, E. S. (1984). **Descrição da Actividade Agrícola e do Funcionamento do Esquema do regadio de Sambo**, Trabalho de Licenciatura UEM-FAEF, Maputo-Moçambique.
- ANTONIO, F. (2000). **Caracterização da Água de Irrigação no Regadio de Chókwé**. Trabalho de Licenciatura, UEM-FAEF, Secção do Uso de Terra e Água, Maputo-Moçambique.
- ASHRAF, M. & SHARIF, I. (1996). **Effects of Agricultural Activities on Environment**. Journal of Rural Development and Administration.
- AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W.(1991). **A Qualidade da Água na Agricultura**. Estudos de Irrigação e Drenagem;
- AYERS, R. S & WESTCOT D. W. (1985). **A Qualidade da Água na Agricultura**. Estudos de Irrigação e Drenagem;
- BOLT, G. H.& BRUGGENWERT, M. G. M. (1978). **Soil Chemistry. A Basic Elements**. Second Revised Edition, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New;
- BERTOLDO, J. G., ROCHA, F., COIMBRA, J. L. M., ZITTERELL, D., GRAH, V. F. (2007) **Teste de Comparação de Médias: Dificuldades e Acertos em Artigos Científicos**, R. Bras. Agrocência, Pelotas, , out-dez,.
- Cerda, A.; Caro, M.; Fernandez, F. G. & Guillen, M. G. (1986). **Effect of Irrigation Water Quality on Verna Lemon Response and Soil Salinity**. Agrochimica.
- DASBARG S. & NADLER A. (1988). **Soil Salinity Measurements**. Soil Use and Management.
- EUDOXIE, G. D. & CARTERN N. (2006). **Evaluation of a Direct Field Method of Soil Salinity Appraisal**. Caribbean Academy of Sciences.
- FRANZEN, D. (2003). **Managing Saline Soils** in North Dakota. Available online at http://www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/so_ilmert/sf1087-1.htm.

Costa, J. L.; PRUNTY, L.; MONTEGOMERY, B. R.; RICHARDSON, J. L. & ALESSI, R. S. (1991). **Water Quality Effects on Soil and Alfalfa**: Soil Physical and Chemical Properties. Soil Sci-Sci. Am. J.

CRUCIANI, D. E.(2010). **Prevenção de Solos à Salinização**. Brasil;

DANTAS, J.; SANTOS, M. & Heck, R. (1998). **Caracterização de Podzólicos Amarelos Irrigados e não Irrigados do Submédio São Francisco**. R. Bras. Ciência Solo.

DRIESSEN, P. M& DUDAL, R. (1989). **Lecture Notes on the Major Soil soft he Word**.

EMBRAPA (1997). **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. (Rio De Janeiro, RJ). Manual De

Métodos de Análise de Solo

FAO. (1971). **Salinity Seminar Baghdad**. FAO Irrigation and Drainage;

FAO. (1985). Water Quality for Agriculture.FAO Irrigation;

FAO-UNESCO. (1995). **Mapa de Solos de Mundo**. Relatório de Recursos de solos do Mundo 60. Maputo-Moçambique.

GONÇALVES, A. C. A., SOUTO, J. S., FOLEGATTI, M. V. (2010). **Avaliação e Monitoramento da Salinidade do Solo**. In: Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudo Básico e Aplicados. Fortaleza, INCT.

HOFFMAN, G. J., AYERS. R. S., DOERING, E. J., Mc NEAL, B. L. (1983). **Salinity in Irrigated Agriculture**. In JENSEN, M. E. Design and Operation of Farm Irrigated Systems. The American Society of Agricultural Engeners. Michigan.

INIA- Instituto Nacional de Investigação Agrária (1985). **Normas Para a Descrição da Morfologia de Perfis de Solos (Sumário)**. Maputo - Moçambique;

JAMES, L. G., (1988). **Principles of Farm Irrigation System Design**.John Willey and Sons, Singapore;

JUNIOR.J. A. L. & SILVA. A. L. P. (2010). **Estudo do Processo de Salinização para Indicar Medidas de Prevenção de Solos Salinos**. Brasil;

Kiriiwa, Y.; Ozawa, K.; Yokota, H.; Zaitu, Y.; Miyoshi, H. & Oishi, A. (1998). **Effect of irrigation water quality on salt accumulation in soil and mineral contents of alfalfa** in the United Arab Emirates. *Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr*;

LIMA, L. A.(1997). **Efeitos de Sais no Solo e na Planta**. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, Campina Grande: UFPB. Brasil;

MONTEZ, A. B. (1979). **Apontamentos Sobre Ideias e Estudos, Obras e sua História**. Instituto Regional de Águas, Lourenço Marques.

PIZARRO, F. (1985), **Drenaje Agrícola y Recuperacion de Suelos Salinos**. Madrid: Editorial Española.

QUEIROZ, J.E. *et al.*, (2010). **Avaliação e Monitoramento da Salinidade do Solo**.In.: GHEYI, *et al.*, (1997). Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada. Campina Grande : UFPB-SBEA,

RICHARDS, L.A. (1954). **Diagnostico y Reabilitacion de Suelos Salinos y Sodicicos**. México.

RHOADES, J.D. (1994.) **Electrical Conductivity Methods for Measuring and Mapping Soil Salinity**. *Advances in Agronomy*.

ROADES, J. D. & LOVEDAY, J., (1990). **Salinity in Irrigated Agriculture**. In STEWART, B. A., & NIELSEN, D. R. *Irrigation of Agricultural Crops*.

SANTOS, R. V. & HERNANDEZ, F. F. F. (1997). **Recuperação de Solos Afectados por Sais**. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – Manejo e Controle da Salinidade na Agricultura Irrigada, Campina Grande: UFPB. Brasil;

SHARMA, S. H. e MANCHANDA, H. R. (1996), **Influence of Leaching With Different Amounts of Water on Desalinization and Permeability**. Behaviour of Chloride and Sulphate Dominated Saline Soils, Department of Soil Science, India.

THELLIER, C.; HOLTZCLAW, K. M.; RHOADES, J. D. & SPOSITO, G. (1990). **Chemical effects of saline irrigation water on a San Joaquin Valley soil: II. Field Soil Samples**. *J. Environ. Qual.*

SMEDEMA, L. K. & RYCROFT, D. W. (1983). **Land Drainage**. BT Balts ford Ltd, London,

TOSTÃO, E. (1997). **Balanço de Sais no Regadio de Mafuiane**. Trabalho de Licenciatura, UEM-FAEF, Maputo - Moçambique;

ULZURRUN, M.D.D. (2000). **Salinidad e Alcalinidad del Suelo em Relación com el Riego de Drenaje**. In: V Máster Internacional de Riego y Drenaje. Madrid: Centermapya.

VAN DER MOLEN, W. H. (1983). **Salt Balance and Leaching Requirement**.

WESTERHOUT, F & BOVEE, M. (1985). Métodos de Análise de Química e Física de Solos no INIA. Maputo-Moçambique.

WIT, H.A. (1993). **Apontamentos da Disciplina de Fertilidade de Solo**, FAEF, Maputo-Moçambique.

WITHERS, B & VIPOND, S., (1988). **Irrigation Design and Practice**. BT L^{td} London

ZHANG H., SCHRODER J. L., PITMAN J. J., WANG J. J., and DAYTON M. E., (2005). **Soil Salinity using Saturated Paste 1:1 Soil to Water Extracts**. Soil Sci-Sci. Am. J.

APÊNDICES & ANEXOS

Apêndices I: Tabelas de Anova de Salinidade

Onde:

$F_{cal} > F_{crit}$ significa que há um efeito significativo entre as variáveis em estudo

$F_{cal} < F_{crit}$ significa que não há um efeito significativo entre as variáveis em estudo

Tabela nº 1: Primeira amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,6291	0,5745	1,2777	1,2777	1,0019	4,7609	22,6661
T2	0,4351	1,02	0,6594	0,8169	1,0989	4,0303	16,2433
T3	0,4532	0,7169	0,6685	1,1443	1,0231	4,0060	16,0480
TOT	1,5174	2,3114	2,6056	3,2389	3,1239	12,7973	
TOT ²	2,3025	5,3426	6,7892	10,4905	9,7586		

CV=26,91%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0736	0,0368	0,6983	4,46	8,646
Bloc	4	0,6432	0,1608	3,051	3,84	7,006
Erro	8	0,4218	0,0527			
TOT	14	1,1386				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,265	0,4133	0,389	0,2926	0,4866	1,8465	3,4096
T2	0,1901	0,3018	0,3014	0,3596	0,4472	1,6001	2,5603
T3	0,2272	0,4836	0,3259	0,5412	0,5018	2,0797	4,3251
TOT	0,6823	1,1987	1,0163	1,1934	1,4356	5,5263	
TOT ²	0,4655	1,4369	1,0329	1,4442	2,0609		

CV=16,24%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0231	0,0116	3,2402	4,46	8,646
Bloc	4	0,1109	0,027	7,7374	3,84	7,006
Erro	8	0,0286	$3,58 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,1626				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,2435	0,2847	0,2744	0,1833	0,2659	1,2518	1,567
T2	0,3187	0,3672	0,1789	0,4442	0,3339	1,6429	2,6991
T3	0,3605	0,3272	0,3339	0,2999	0,3863	1,7178	2,9508
TOT	0,9227	0,9791	0,7872	0,9274	0,9961	4,6125	
TOT ²	0,8414	0,9586	0,6197	0,8601	0,9922		

CV=23,09%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0251	0,0126	2,5	4,46	8,646
Bloc	4	$9,03 \cdot 10^{-3}$	$2,26 \cdot 10^{-3}$	0,4493	3,84	7,006
Erro	8	0,04,3	$5,04 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,0744				

Tab

ela nº 2: Segunda amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	1,1656	0,6836	1,0595	1,1140	1,3504	5,3731	28,8702
T2	0,6079	0,8473	1,0292	0,9079	1,1474	4,5397	20,6089
T3	0,5867	0,8079	1,0989	1,1868	1,6717	5,352	28,6439
TOT	2,3602	2,3388	3,1876	3,2087	4,1695	15,2648	
TOT ²	5,5705	5,4699	10,1608	10,2958	17,3847		

CV=19,77%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0903	0,0452	1,116	4,46	8,646
Bloc	4	0,7596	0,1899	4,6889	3,84	7,006
Erro	8	0,3239	0,0405			
TOT	14	1,1738				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,4048	0,4836	0,3514	0,3969	0,1814	1,8181	3,3055
T2	0,2732	0,2481	0,4987	0,5442	0,6958	2,2600	5,1076
T3	0,4005	0,3487	0,3684	0,4654	0,2413	1,8243	3,3281
TOT	1,0785	1,0804	1,2185	1,4065	1,1185	5,9024	
TOT ²	1,1632	1,1673	1,4847	1,9782	1,2510		

CV=37,61%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0256	0,0128	0,58	4,46	8,646
Bloc	4	0,0255	$6,38 \cdot 10^{-3}$	0,29	3,84	7,006
Erro	8	0,1756	0,0219			
TOT	14	0,2267				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,2138	0,4157	0,3451	0,3487	0,3714	1,6947	2,8720
T2	0,1978	0,3235	0,3978	0,4229	0,3354	1,6774	2,8114
T3	0,4042	0,4011	0,3290	0,3238	0,3808	1,8389	3,3816
TOT	0,8158	1,1403	1,0719	1,0954	1,0876	5,2400	
TOT ²	0,6655	1,3003	1,1489	1,1999	1,1829		

CV=19,6%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,35 \cdot 10^{-3}$	0,2870	4,46	8,646
Bloc	4	0,0222	$5,55 \cdot 10^{-3}$	2,2780	3,84	7,006
Erro	8	0,0377	$4,71 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,0626				

Tabela nº 3: Terceira amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,7791	0,9791	0,8943	1,2732	1,2035	5,1292	26,3087
T2	0,7745	0,9777	1,4141	0,9293	1,1989	5,2945	28,0317
T3	0,8019	0,8625	1,2096	1,3519	1,5353	5,7612	33,1914
TOT	2,3555	2,8193	3,5180	3,5544	3,9377	16,1849	
TOT ²	5,5484	7,9485	12,3763	12,6338	15,5055		

CV=17,32%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0429	0,0215	0,6160	4,46	8,646
Bloc	4	0,5408	0,1352	3,874	3,84	7,006
Erro	8	0,2790	0,0349			
TOT	14	0,8627				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,3972	0,4351	0,3481	0,4957	0,4806	2,1567	4,6514
T2	0,2017	0,2202	0,3763	0,4169	0,6624	1,8775	3,5250
T3	0,4154	0,1819	0,4775	0,5018	0,5533	2,1299	4,5365
TOT	1,0143	0,8372	1,2019	1,4144	1,6963	6,1641	
TOT ²	1,0288	0,7009	1,4446	2,0005	2,8774		

CV=25,29%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$9,48 \cdot 10^{-3}$	$4,74 \cdot 10^{-3}$	0,44	4,46	8,646
Bloc	4	0,1509	0,0377	3,49	3,84	7,006
Erro	8	0,0864	0,0108			
TOT	14	0,2468				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,5624	0,3475	0,3726	0,3023	0,3487	1,9335	3,7384
T2	0,2808	0,2293	0,2723	0,2878	0,2941	1,3643	1,8613
T3	0,3654	0,2214	0,2375	0,2399	0,3754	1,4396	2,0724
TOT	1,2086	0,7982	0,8824	0,8300	1,0182	4,7334	
TOT ²	1,4607	0,6371	0,7724	0,6889	1,0367		

CV=19,76%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0382	0,0191	4,91	4,46	8,646
Bloc	4	0,0357	$8,93 \cdot 10^{-3}$	2,29	3,84	7,006
Erro	8	0,0311	$3,89 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,1050				

Tabela nº 4: Quarta amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,8928	2,3838	0,8018	2,5386	0,9928	6,6098	43,6895
T2	1,0473	0,8837	1,1595	1,2595	1,4989	5,8489	34,2096
T3	0,6563	0,9746	0,8746	1,2171	1,4050	5,1276	26,2923
TOT	2,5964	3,2421	2,8359	5,0152	3,8967	17,5863	
TOT ²	6,7413	10,5112	8,0423	25,1522	15,1843		

CV=34,96%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,2198	0,1099	0,6542	4,46	8,646
Bloc	4	1,2586	0,3147	1,8732	3,84	7,006
Erro	8	1,3442	0,1680			
TOT	14	2,8226				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,3663	0,3602	0,2435	0,3659	0,4111	1,7470	3,0520
T2	0,2017	0,2153	0,2526	0,3599	0,4351	1,4646	2,1451
T3	0,2123	0,3445	0,3857	0,3845	0,4957	1,8227	3,3222
TOT	0,7803	0,9200	0,8818	1,1103	1,3419	5,0343	
TOT ²	0,6089	0,8464	0,7778	1,2328	1,8007		

CV=18,85%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0143	$7,15 \cdot 10^{-3}$	1,7817	4,46	8,646
Bloc	4	0,0659	0,0165	4,1116	3,84	7,006
Erro	8	0,0321	$4,013 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,1123				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,3420	0,3008	0,2866	0,2920	0,2769	1,4983	2,2449
T2	0,2793	0,2602	0,2359	0,2778	0,2829	1,3361	1,7852
T3	0,2541	0,1632	0,1953	0,2681	0,2911	1,1718	1,3731
TOT	0,8754	0,7242	0,7178	0,8379	0,8509	4,0062	
TOT ²	0,7663	0,5245	0,5152	0,7021	0,7240		

CV=11,78%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0107	$5,35 \cdot 10^{-3}$	5,399	4,46	8,646
Bloc	4	$7,47 \cdot 10^{-3}$	$1,87 \cdot 10^{-3}$	1,887	3,84	7,006
Erro	8	$7,93 \cdot 10^{-3}$	$9,91 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,0261				

Tabela nº 5: Quinta amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,5836	1,1413	0,9746	1,7839	1,8203	6,3037	39,7366
T2	0,6685	0,6745	1,8112	1,8263	1,2474	6,2279	38,7867
T3	1,3383	0,9776	0,8473	1,4414	1,0049	5,6095	31,4665
TOT	2,5904	2,7934	3,6331	5,0516	4,0726	18,1413	
TOT ²	6,7102	7,8031	13,1994	25,5187	16,5861		

CV=34,39%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0581	0,0291	0,17	4,46	8,646
Bloc	4	1,3326	0,3332	2,51	3,84	7,006
Erro	8	1,3840	0,1730			
TOT	14	2,7747				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,5927	0,7321	0,2902	0,4027	0,7746	2,7923	7,7969
T2	0,1550	0,1696	0,5018	0,4472	0,4411	1,7147	2,9402
T3	0,1678	0,3542	0,5685	0,4715	0,3920	1,9540	3,8181
TOT	0,9155	1,2559	1,3605	1,3214	1,6077	6,4610	
TOT ²	0,8381	1,5773	1,8509	1,7461	2,5847		

CV=44,36%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,1281	0,0641	1,76	4,46	8,646
Bloc	4	0,0828	0,0207	0,57	3,84	7,006
Erro	8	0,2918	0,0365			
TOT	14	0,5027				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,2705	0,3484	0,3387	0,2772	0,3008	1,5356	2,3581
T2	0,2305	0,1750	0,2763	0,2654	0,3078	1,2550	1,5750
T3	0,2635	0,1632	0,1372	0,1289	0,3111	1,0044	1,0088
TOT	0,7645	0,6866	0,7527	0,6715	0,9197	3,795	
TOT ²	0,5845	0,4714	0,5666	0,4509	0,8458		

CV=23,81%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0283	0,0142	3,91	4,46	8,646
Bloc	4	0,0129	3,23*10 ⁻³	0,89	3,84	7,006
Erro	8	0,0290	3,63*10 ⁻³			
TOT	14	0,0702				

Tabela nº 6: Sexta amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	1,1928	1,9021	1,5747	1,9142	2,2749	8,8587	78,4766
T2	1,2535	1,0079	1,5808	2,5144	1,9536	8,3102	69,0594
T3	0,9079	0,8534	1,0534	1,5535	1,3535	5,7217	32,7379
TOT	3,3542	3,7634	4,2089	5,9821	5,820	22,8906	
TOT ²	11,2507	14,1632	17,7148	35,7855	31,1587		

CV=19%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	1,1229	0,5615	6,6215	4,46	8,646
Bloc	4	1,7591	0,4398	5,1863	3,84	7,006
Erro	8	0,6782	0,0848			
TOT	14	3,5602				

Tabela nº 7: Sétima amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	1,8442	1,9200	2,3019	1,9685	2,6778	10,7124	114,7555
T2	1,8958	1,6533	2,2958	2,7869	2,0534	10,6852	114,1735
T3	1,4381	1,1713	1,6745	1,6836	1,6351	7,6026	57,7995
TOT	5,1781	4,7446	6,2722	6,4390	6,3663	29,0002	
TOT ²	26,8127	22,5112	39,3405	41,4607	40,5298		

CV=12,08%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	1,2783	0,6392	11,7284	4,46	8,646
Bloc	4	0,8176	0,2044	3,7505	3,84	7,006
Erro	8	0,4357	0,0545			
TOT	14	2,5316				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,7379	0,7852	1,4866	0,8409	0,9774	4,8280	23,3096
T2	0,6373	0,8288	1,0016	0,9016	0,8864	4,2557	18,1109
T3	0,6755	0,9076	1,0046	0,9198	1,0956	4,6031	21,1885
TOT	2,0507	2,5216	3,4928	2,6623	2,9594	13,6868	
TOT ²	4,2054	6,3585	12,1997	7,0878	8,7580		

CV=15,54%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0332	0,0166	0,83	4,46	8,646
Bloc	4	0,3812	0,0953	4,74	3,84	7,006
Erro	8	0,1609	0,0201			
TOT	14	0,5753				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,6715	0,7164	0,8167	0,7288	0,8439	3,7773	14,2679
T2	0,5915	0,7164	0,7476	0,7564	0,7422	3,5541	12,6316
T3	0,5209	0,5909	0,6239	0,6988	0,7552	3,1897	10,1742
TOT	1,7839	2,0237	2,1882	2,1840	2,3413	10,5211	
TOT ²	3,1823	4,0954	4,7878	4,7699	5,4817		

CV=5,93%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,0351	0,0176	10,17	4,46	8,646
Bloc	4	0,0594	0,0149	8,61	3,84	7,006
Erro	8	0,0138	$1,73 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,1083				

2 Tabelas de ANOVA referentes a humidade

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,304	0,393	0,303	0,434	0,441	1,875	3,516
T2	0,271	0,291	0,359	0,332	0,356	1,609	2,589
T3	0,345	0,344	0,500	0,453	0,365	2,007	4,028
TOT	0,920	1,028	1,162	1,219	1,162	5,491	
TOT ²	0,846	1,057	1,350	1,486	1,350		

CV=15,28%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,017	$8,5 \cdot 10^{-3}$	2,72	4,46	8,646
Bloc	4	0,019	$4,75 \cdot 10^{-3}$	1,52	3,84	7,006
Erro	8	0,025	$3,13 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,061				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,194	0,228	0,225	0,270	0,295	1,215	1,476
T2	0,182	0,194	0,266	0,242	0,225	1,109	1,229
T3	0,200	0,283	0,235	0,298	0,271	1,287	1,656
TOT	0,576	0,705	0,726	0,810	0,794	3,611	
TOT ²	0,332	0,497	0,527	0,656	0,630		

CV=11,17%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	2,20	4,46	8,646
Bloc	4	0,012	$3 \cdot 10^{-3}$	4,14	3,84	7,006
Erro	8	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,021				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,183	0,201	0,199	0,209	0,584	1,376	1,893
T2	0,190	0,204	0,205	0,196	0,213	1,008	1,016
T3	0,199	0,196	0,207	0,212	0,222	1,036	1,073
TOT	0,572	0,601	0,611	0,617	1,019	3,420	
TOT ²	0,327	0,361	0,373	0,381	1,038		

CV=41,91%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,017	$8,5 \cdot 10^{-3}$	0,931	4,46	8,646
Bloc	4	0,048	0,012	1,314	3,84	7,006
Erro	8	0,073	$9,13 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,138				

Tabela nº 2: Segunda amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,292	0,359	0,373	0,456	0,522	2,002	4,008
T2	0,354	0,308	0,441	0,426	0,392	1,921	3,690
T3	0,299	0,333	0,417	0,441	0,377	1,867	3,486
TOT	0,945	1	1,231	1,323	1,291	5,790	
TOT ²	0,893	1	1,515	1,750	1,667		

CV=11,96%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-4}$	0,423	4,46	8,646
Bloc	4	0,040	0,01	4,695	3,84	7,006
Erro	8	0,017	$2,13 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,059				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,186	0,279	0,243	0,232	0,259	1,199	1,438
T2	0,183	0,187	0,231	0,257	0,254	1,112	1,237
T3	0,164	0,206	0,222	0,256	0,251	1,099	1,208
TOT	0,533	0,672	0,696	0,745	0,764	3,410	
TOT ²	0,284	0,452	0,484	0,555	0,584		

CV=10,33%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	1,455	4,46	8,646
Bloc	4	0,011	$2,75 \cdot 10^{-3}$	5	3,84	7,006
Erro	8	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,017				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,165	0,196	0,201	0,189	0,210	0,961	0,924
T2	0,175	0,443	0,192	0,208	0,202	1,220	1,488
T3	0,175	0,192	0,213	0,213	0,214	1,007	1,014
TOT	0,515	0,831	0,606	0,610	0,626	3,188	
TOT ²	0,265	0,691	0,367	0,372	0,392		

CV=31,07%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	0,822	4,46	8,646
Bloc	4	0,018	$4,5 \cdot 10^{-3}$	1,027	3,84	7,006
Erro	8	0,035	$4,38 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,06				

Tabela nº 3: Terceira amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,255	0,404	0,349	0,436	0,370	1,814	3,291
T2	0,285	0,299	0,426	0,402	0,403	1,815	3,294
T3	0,294	0,347	0,444	0,427	0,377	1,889	3,568
TOT	0,834	1,050	1,219	1,265	1,150	5,518	
TOT ²	0,696	1,103	1,0486	1,600	1,323		

CV=10,09%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-4}$	0,579	4,46	8,646
Bloc	4	0,040	0,010	7,246	3,84	7,006
Erro	8	0,011	$1,38 \cdot 10^{-3}$			
TOT	14	0,0553				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,200	0,217	0,198	0,255	0,241	1,111	1,234
T2	0,149	0,167	0,238	0,243	0,285	1,082	1,171
T3	0,196	0,177	0,259	0,289	0,258	1,179	1,390
TOT	0,545	0,561	0,695	0,787	0,784	3,372	
TOT ²	0,297	0,315	0,483	0,619	0,615		

CV=12,18%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	0,67	4,46	8,646
Bloc	4	0,018	$4,5 \cdot 10^{-3}$	6	3,84	7,006
Erro	8	$6 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,025				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,184	0,182	0,191	0,197	0,212	0,966	0,933
T2	0,166	0,176	0,181	0,198	0,193	0,914	0,835
T3	0,167	0,182	0,194	0,210	0,206	0,959	0,919
TOT	0,517	0,540	0,566	0,605	0,611	2,839	
TOT ²	0,267	0,292	0,320	0,366	0,373		

CV=3,08%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$4*10^{-4}$	$2*10^{-4}$	5,92	4,46	8,646
Bloc	4	$2,33*10^{-3}$	$5,83*10^{-4}$	17,25	3,84	7,006
Erro	8	$2,7*10^{-4}$	$3,38*10^{-5}$			
TOT	14	$3*10^{-3}$				

Tabela nº 4: Quarta amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,262	0,392	0,338	0,369	0,412	1,773	3,144
T2	0,292	0,396	0,356	0,392	0,359	1,795	3,222
T3	0,333	0,368	0,462	0,419	0,409	1,991	3,964
TOT	0,887	1,156	1,156	1,180	1,180	5,559	
TOT ²	0,787	1,336	1,336	1,392	1,392		

CV=9,06%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$6*10^{-3}$	$3*10^{-3}$	2,66	4,46	8,646
Bloc	4	0,021	$5,25*10^{-3}$	4,646	3,84	7,006
Erro	8	$9*10^{-3}$	$1,13*10^{-3}$			
TOT	14	0,036				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,148	0,199	0,177	0,241	0,223	0,988	0,976
T2	0,157	0,165	0,185	0,227	0,216	0,950	0,902
T3	0,163	0,178	0,251	0,261	0,223	1,076	1,158
TOT	0,468	0,542	0,613	0,729	0,662	3,014	
TOT ²	0,219	0,294	0,376	0,531	0,438		

CV=15,53%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$1,2*10^{-3}$	$6*10^{-4}$	0,615	4,46	8,646
Bloc	4	0,013	$3,23*10^{-3}$	3,33	3,84	7,006
Erro	8	$7,8*10^{-3}$	$9,75*10^{-4}$			
TOT	14	0,022				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,168	0,182	0,183	0,187	0,207	0,927	0,859
T2	0,168	0,173	0,172	0,203	0,203	0,919	0,845
T3	0,167	0,180	0,191	0,199	0,210	0,947	0,897
TOT	0,503	0,535	0,546	0,589	0,620	2,793	
TOT ²	0,253	0,286	0,298	0,347	0,384		

CV=2,17%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$2*10^{-4}$	$1*10^{-4}$	6,14	4,46	8,646
Bloc	4	$2,67*10^{-3}$	$6,68*10^{-4}$	40,98	3,84	7,006
Erro	8	$1,3*10^{-4}$	$1,63*10^{-5}$			
TOT	14	$3*10^{-3}$				

Tabela nº 5: Quinta amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,249	0,392	0,344	0,364	0,481	1,83-	3,349
T2	0,264	0,313	0,376	0,218	0,335	1,505	2,268
T3	0,279	0,344	0,377	0,377	0,365	1,742	3,035
TOT	0,792	1,049	1,097	0,959	1,181	5,078	
TOT ²	0,627	1,100	1,203	10,919	10395		

CV=15,13%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0,011	$5,5*10^{-3}$	2,09	4,46	8,646
Bloc	4	0,029	$7,25*10^{-3}$	2,76	3,84	7,006
Erro	8	0,021	$2,63*10^{-3}$			
TOT	14	0,061				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,156	0,189	0,177	0,209	0,236	0,967	0,935
T2	0,129	0,160	0,243	0,358	0,223	1,113	1,239
T3	0,124	0,167	0,222	0,228	0,197	0,938	0,879
TOT	0,409	0,516	0,642	0,795	0,656	3,018	
TOT ²	0,167	0,266	0,412	0,632	0,430		

CV=9%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$3,6*10^{-3}$	$1,8*10^{-3}$	1,1	4,46	8,646
Bloc	4	0,029	$7,25*10^{-3}$	4,4	3,84	7,006
Erro	8	0,013	$1,63*10^{-3}$			
TOT	14	0,046				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,145	0,163	0,177	0,185	0,192	0,862	0,743
T2	0,144	0,169	0,169	0,179	0,189	0,850	0,723
T3	0,151	0,165	0,169	0,186	0,203	0,874	0,764
TOT	0,440	0,497	0,515	0,550	0,584	2,586	
TOT ²	0,194	0,247	0,265	0,303	0,341		

CV=13%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	0	0	0	4,46	8,646
Bloc	4				3,84	7,006
Erro	8	$4 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	$4 \cdot 10^{-3}$				

Tabela nº 6: Sexta amostragem na profundidade de (0 – 20) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,241	0,252	0,241	0,197	0,297	1,228	1,508
T2	0,362	0,241	0,271	0,250	0,285	1,309	1,713
T3	0,298	0,252	0,292	0,195	0,352	1,389	1,929
TOT	0,801	0,745	0,804	0,642	0,934	3,926	
TOT ²	0,642	0,555	0,646	0,412	0,872		

CV=10,45%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
	2	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	1,33	4,46	8,646
Bloc	4	0,014	$3,5 \cdot 10^{-3}$	4,67	3,84	7,006
Erro	8	$6 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,022				

Tabela nº 7: Sétima amostragem para as profundidades de (20, 40 e 60) cm

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,256	0,321	0,325	0,341	0,338	1,581	2,499
T2	0,259	0,303	0,348	0,353	0,362	1,625	2,641
T3	0,269	0,346	0,346	0,340	0,373	1,674	2,802
TOT	0,784	0,970	1,019	1,034	1,073	4,880	
TOT ²	0,615	0,941	1,038	1,069	1,151		

CV=4,35%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	1	4,46	8,646
Bloc	4	0,017	$4,25 \cdot 10^{-3}$	21,25	3,84	7,006
Erro	8	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,019				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,130	0,141	0,179	0,201	0,198	0,849	0,721
T2	0,128	0,161	0,202	0,203	0,194	0,888	0,789
T3	0,127	0,196	0,234	0,219	0,220	0,996	0,992
TOT	0,385	0,498	0,615	0,623	0,612	2,733	
TOT ²	0,148	0,248	0,378	0,388	0,375		

CV=7,77%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	6	4,46	8,646
Bloc	4	0,014	$3,5 \cdot 10^{-3}$	17,5	3,84	7,006
Erro	8	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,018				

	B1	B2	B3	B4	B5	TOT	TOT²
T1	0,121	0,141	0,182	0,179	0,193	0,816	0,666
T2	0,119	0,173	0,164	0,174	0,181	0,811	0,658
T3	0,125	0,135	0,175	0,176	0,194	0,805	0,648
TOT	0,365	0,449	0,521	0,529	0,568	2,432	
TOT ²	0,133	0,202	0,271	0,279	0,323		

CV=6,65%

Origem	GL	SQ	MQ	Fcal	Fcrit 5%	Fcrit 1%
Trat	2	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	1,72	4,46	8,646
Bloc	4	$8,67 \cdot 10^{-3}$	$2,17 \cdot 10^{-3}$	18,71	3,84	7,006
Erro	8	$9,3 \cdot 10^{-4}$	$1,16 \cdot 10^{-4}$			
TOT	14	0,01				

Apêndice II: fotografia da área experimental



Anexo I: mapa topográfico do campus de Pambara I

UEM-ESUDER Pambarra Mapa topográfico versão 1, 2013 (Vine et al.)

Cotas relativas e curvas de nível relativas em metros. — — — indica que faltam alguns dados.

