



ESCOLA SUPERIOR DE DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

Manejo de salinidade do solo para uma agricultura sustentável no campo experimental da Escola Superior de Desenvolvimento Rural no Distrito de Vilankulo, localidade de Pambarra

Licenciatura em Engenharia Rural

Autor:

Bracionílio Atanásio Danisse

Vilankulo, Maio de 2015

Bracionílio Atanásio Danisse

Manejo de salinidade do solo para uma agricultura sustentável no campo experimental da Escola Superior de Desenvolvimento Rural no Distrito de Vilankulo, localidade de Pambarra

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. Piter Vine

UEM – ESUDER

Vilankulo

2015

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria e nunca foi apresentado em nenhuma outra Instituição de Ensino Académico. Todas obras de autores, utilizadas neste trabalho foram devidamente citadas e listadas na lista de referências bibliográficas.

Vilankulo, ____ de Maio de 2015

(Bracionílio Atanàsio Danisse)

DEDICATÒRIA

Em especial as almas Moçambicanas sem amparo, educação e futuro, os que ainda não perderam a esperança apesar das dificuldades impostas pela vida não arregaçam as mãos e lutam pela dignidade e o bem-estar na esperança de um dia voltarem a sorrir...

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a **Deus** pela vida e por sempre estar ao meu lado nessa caminhada, mesmo quando estava disperso. Por me mostrar os caminhos para que os obstáculos fossem superados e colocar as oportunidades em minha vida.

Aos meus pais **Atanásio Danisse e Yolanda Maurício**, pelo estímulo e educação que representa tudo que sou hoje.

Ao **Prof. Doutor, Piter Vine**, meu supervisor, pelo estímulo e confiança desde as aulas até hoje, abrindo as portas para o conhecimento iniciando assim a minha vida profissional, pelo vasto conhecimento e incentivo diário para conclusão desde trabalho.

Aos parentes, meu irmão **Céleres Danisse (Npfumu Celeres)**, ao meu primo **Adilson Lázaro de Almeida** e ao meu tio **Lyndon Maurício Cafunene**.

Ao meu colega da pesquisa **Hamilton Mwendane**, pela importante contribuição nos trabalhos de campo e laboratoriais.

Aos amigos e colegas, **Omar Matano (Manas)**, **Isac Ngungulo (Ngungas)**, **Nelson Zumbira (Nezu)**, **Olídio Buce**, **Tupula (Sangue Negro)**, **Nicula**, **Sovi Marcos (Thaybeck)**, **Moreno Lucas Sabão Augusto Rosa** que me acompanharam durante esse período, ao meu companheiro **Reis Baltazar**.

Ao **IFP** de Vilankulo pela disponibilidade do seu laboratório que proporcionou o desenvolvimento desta dissertação.

E finalmente, a todas as pessoas que, de uma forma directa ou de outra puderam proporcionar mais uma etapa vencida, os meus agradecimentos.

LISTAS DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Símbolos e Abreviaturas	Designação
°C	Grau célsius.
Θ_{CC}	Humidade na capacidade de campo.
%	Percentagem
Cal	Calculado.
CE	Condutividade eléctrica
CE_e	Condutividade eléctrica do extracto saturado.
CE_i	Condutividade eléctrica da água.
Col	Coluna.
C_{OUT}	Concentração de água que sai no solo.
Cm	Centímetro.
C.V	Coeficiente de variação.
dS/m	Decisiemens por metro.
E	Erro
ET_o	Evapotranspiração potencial
ET_c	Evapotranspiração da cultura
F	Coeficiente
Há	Hectare (1ha = 10000m ²)
kg	Quilograma.
Kc	Coeficiente de cultura.
Lin	Linha.
mS/cm	Milisiemens por centímetro.
m ²	Metro ao quadrado.
m ³	Metro cúbico.
ml	Mililitro
mm	Milímetro.

MQC	Média quadrática da coluna.
MQE	Média quadrática do erro.
MQL	Média quadrática da linha.
MQTRAT	Média quadrática de tratamento.
MQTOT	Média quadrática total,
N ^o	Número.
p ^H	Potencial hidrogeniônico.
Q	Caudal.
Ton	Tonelada (1t=1000 kg).
TRAT	Tratamento.
V.N	Vegetação natural.
Z	Profundidade

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

Tabela 2.1. Intervalos de classes usados para a classificação dos solos, de acordo com o nível de salinidade.....	5
---	---

Lista de Tabelas

Figura 3.2: Esquema do delineamento	22
Figura.3.3: Imagem da área do delineamento (i). Extração de amostras (ii).....	26
Figura.3.4: Mistura do extracto do solo com solo e água destilada (i). Medição da salinidade	28
Figura 3.5:Medição do peso das amostras antes de estufa (i). Secagem das amostras (ii).....	29
Figura 4.1: Efeitos dos tratamentos na salinidade do solo.	31
Figura 4.2: Efeitos das colunas na salinidade do solo.	34
Figura 4.3 Efeitos dos tratamentos na humidade do solo.....	36
Figura 4.4: Efeitos das colunas na humidade do solo.....	39

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

Apêndices

Apêndice I Cálculo Da Variância Para Condutividade Eléctrica.	I
1ª amostragem. (Antes De Alocação Dos Tratamentos).	I
2ª amostragem. Cálculo Da Variância Após 12 Dias De Efeito Dos Tratamentos.....	II
3ª amostragem Cálculo Da Variância Após 22 Dias De Efeito Dos Tratamentos.	IV
4ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 34 Dias De Efeito Dos Tratamentos.	V
5ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 48 Dias De Efeito Dos Tratamentos.	VII
6ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 60 Dias De Efeito Dos Tratamentos	VII
Apêndice II Cálculo Da Variância Para Humidade.....	IX
1ª Amostragem: Antes De Alocação Dos Tratamentos.	IX
2ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 12 Dias De Efeito Dos Tratamentos.	X
3ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 22 Dias De Efeito Dos Tratamentos	XII
4ª Amostragem Cálculo Da Variância Após 34 Dias, De Efeito Dos Tratamentos.....	XIII
5ª Amostragem. Cálculo Da Variância Após 48 Dias De Efeito Dos Tratamentos	XV
6ª Amostragem: Cálculo Da Variância Após 60 Dias De Efeito Dos Tratamentos.	XV

GLOSSÁRIO

Aluviais – Acúmulo sucessivo de materiais sólidos;

Árida – Em que há fraca humidade;

Sedimentar – Camada de materiais que a água deixa ao retirar-se;

Capacidade de campo – Capacidade do solo conter água contra a força de gravidade;

Casualização – Tornar aleatório determinados acontecimentos;

Depressões – Descida de nível superficial do solo;

Enseadas – Pequena baía;

Estepe – Vegetação herbácea;

Estiagem – Nível mais baixa das águas de um rio ou lago;

Hidromórfico – Água cristalina;

Holocénicos – Relativo a ecossistemas

Lacustre – Que está sobre um lago.

Mananga – Nascente de água;

Mulching – Material de cobertura do solo;

Nível freático – Profundidade em que se encontra a água no solo em relação a superfície de;

Restingas – Banco de areia ou de rocha no alto mar;

Retalho – Sobra de uma peça;

Textura – Proporção das partículas minerais do solo;

Tratamento – Corretivo.

RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com objectivo de melhorar as condições do solo reduzindo a salinidade para produção de culturas nas margens do rio Govuro, numa área onde o lençol freático está próximo à superfície do solo variando entre 40 a 90cm de profundidade. Para alcançar os objectivos da pesquisa aplicou-se *mulching* para diminuir a evaporação de água no solo em 4 níveis de nomeadamente de 0 t/ha, 3 t/ha, 6 t/ha e 12 t/ha causalizados em 16 parcelas correspondentes a 4 linhas e 4 colunas do quadrado latino dispostas paralelamente ao lado do rio. Foi demarcada uma linha com a área coberta de vegetação natural ao lado do delineamento experimental para comparar os efeitos entre os tratamentos aplicados e entre colunas do delineamento, na salinidade e humidade do solo. Fez-se irrigação regular e uniforme no solo, e com isso a lavagem de sais das camadas superiores para camadas inferiores do solo. Para o diagnóstico dos efeitos dos tratamentos aplicados (*mulching*) foram feitas seis amostragens, sendo a primeira antes de aplicação dos tratamentos e início da rega e as restantes em intervalos de 10 a 15 dias. Com os resultados obtidos pode-se concluir que a eficiência da dessalinização depende da quantidade de *mulching* a adoptar. O nível de *mulching* de 12 t/ha teve maiores efeitos com tendências de redução da salinidade entre os níveis de *mulching* aplicados, mas não houve diferenças entre os tratamentos no efeito da humidade do solo em quase todos os níveis de *mulching*, mas houve diferenças significativas de efeitos entre colunas na manutenção da humidade de acordo com a sua disposição em relação ao rio. A salinidade e humidade diminuem com o aumento da profundidade, e tendência de aumento da salinidade medida que se aproxima ao rio.

Palavras-chave: *Salinidade, Solo, Mulching.*

ÍNDICE

Conteúdo	Página
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Problema do estudo	2
1.3. Justificativa.....	2
1.4. Objectivos.....	3
1.4.1. Geral	3
1.4.2. Específicos.....	3
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Generalidades	4
2.1.1 Salinidade	4
2.1.2 Classificação dos solos afectados por sais.....	4
2.1.3. Processo de formação e evolução da salinidade dos solos	5
2.1.3.1. Factores podem acelerar este processo de salinização dos solos.....	7
2.1.4 Impacto dos sais sobre o solo e as plantas.....	9
2.1.5.1 Efeito osmótico.....	10
2.1.5.2 Efeitos de sódio	10
2.1.6 Monitoramento da salinidade	11
2.1.7 Técnicas para recuperação de solos com problemas de salinidade (Manejo agronómico)	12
2.1.7.1 A lavagem e qualidade da água para irrigação	12
2.1.7.2 Drenagem subterrânea	13

2.1.8 Principais práticas culturais recomendáveis para prevenção da salinidade.....	13
2.1.8.1 Sistematização e nivelamento.....	14
2.1.8.2 Lavras superficiais.....	14
2.1.8.3 Aração profunda	14
2.1.8.4 Aplicação de resíduos orgânicos	15
2.1.8.5 O <i>Mulching</i>	15
2.1.8.5.1 Vantagens do uso do <i>Mulching</i>	16
2.1.8.5.2 Desvantagens do uso do <i>Mulching</i>	16
III. METODOLOGIA.....	17
3.1. Principais materiais usados.....	17
3.2 Situação geográfica e breve Caracterização do Distrito.....	17
3.3. Parâmetros Biofísicos	18
3.3.1 Relevo.....	18
3.3.2 Solos	18
3.3.3 Hidrografia	19
3.3.4 Vegetação	19
3.3.5 Clima	19
3.4 Descrição da área de experimental	20
3.5 Fases da pesquisa.....	21
3.6 Estratégia de melhoramento com cobertura do solo com <i>mulching</i>	21
3.6.1 Diagrama do delineamento experimental.....	22
3.6.2 Lâmina de água para a lavagem de sais.....	23
3.6.3 Colecta de dados.....	25

3.6.4 Salinidade	27
3.6.5 Humidade	29
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Efeito dos tratamentos na salinidade do solo.....	31
4.2 Efeitos das colunas na salinidade do solo.....	34
4.3 Efeito dos tratamentos na humidade do solo	36
4.4. Efeitos das colunas na humidade do solo	39
IV. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
5.1 Conclusões.....	42
5.2 Recomendações	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

I. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Com o acelerado crescimento populacional mundial e a busca por melhor qualidade de vida das populações, surge a cada dia, a necessidade de maior produção de alimentos (QUEIROZ *et al.*, 2010). De acordo com REED (1996), com isso expandiram-se as áreas agricultáveis em todo o mundo, impulsionando então, o uso da irrigação, não só como complemento das necessidades hídricas das regiões húmidas, mas também como opção.

Assim, a agricultura está enfrentando um grande problema em todo o mundo com a falta de recursos hídricos adequados, forçando muitos produtores a usar água salobra para a irrigação das culturas (REED, 1996).

O processo de salinização dos solos e das águas subterrâneas e superficiais é um dos mais importantes problemas de degradação ambiental, com seus efeitos prejudiciais sendo mais pronunciados nas áreas de regiões áridas e semi-áridas, e que vem crescendo rapidamente em diversas partes do globo, causando problemas de grandes proporções na produtividade agrícola, como reduções do crescimento e distúrbios na permeabilidade da membrana, actividades de troca hídrica, condutância estomática, fotossíntese e equilíbrio iónico (SHANNON& GRIEVE, 1999).

Numa escala mundial, existe uma área de aproximadamente 400 milhões de hectares de terras utilizada com agricultura, porém cuja produção vem sendo severamente restringida pela salinidade (Bot *et al.*, 2000), dos quais 20 milhões de hectares irrigados se tornaram salinos, e 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desses problemas (LIMA2010), aumentando esta área anualmente de 200 000 a 300 000 hectares, existindo deste modo 4 milhões de hectares salinos ou em salinização, na América Latina, (PRIMAVESI, 2002).

O número de áreas irrigadas entre 1965 a 1975 passou de 166-200 milhões de hectares e de 1975-2000 este número aumentou mais passando de 200 a 300 milhões de hectares. Destas áreas irrigadas em 1965, a maior parte situa-se nas zonas subtropicais até ao paralelo, 10 milhões em clima temperado e somente 24 milhões de hectares em terras tropicais (PRIMAVESI, 2002).

1.2 Problema do estudo

A área por onde o estudo foi desenvolvido o solo está em contacto com o lençol freático do Rio Govuro, variando de 60-90cm da superfície do solo. Durante a época das chuvas a superfície do solo tem estado inundada devido o transbordo das águas do rio com o aumento do caudal, podendo se notar presença de manchas brancas na superfície do solo (aspecto salino) após as inundações.

Foi feito um diagnóstico para avaliar o nível de concentração de sais contidos na água do rio, e segundo os resultados obtidos concluiu-se que a água do rio era salobra. Com isso, presume-se que, o que contribui para a fraca prática da actividade agrícola e abandono de algumas áreas agricultáveis por parte de alguns agricultores nas áreas ribeirinhas esteja ligado com a salinidade do solo e uso de água de irrigação com elevado teor de sais e assim, criando condições para a elevação da salinidade dos solos e, conseqüentemente a baixa produtividade agrícola.

1.3 Justificativa

A agricultura é uma das actividades mais praticadas em todo mundo, dada a necessidade de produzir alimentos para o auto-sustento e fornecimento de matéria-prima às indústrias. Assim sendo, ela constitui a principal actividade económica e como fonte primária de geração de renda familiar nas zonas rurais nos países em via de desenvolvimento com o exemplo de Moçambique, onde esta actividade é praticada por cerca de 80% da população.

Portanto, com a falta de conhecimentos sobre as técnicas adequadas de manejo dos solos, os problemas de salinidade vão-se agravando cada vez mais e conseqüentemente a fraca produção agrícola, daí que o estudo vem sendo de extrema relevância pois vai fortificar o banco de dados das entidades responsáveis pelos serviços de extensão e desenvolvimento rural na disseminação das novas experiências aos agricultores a nível local e regional sobre o manejo sustentável do solo e técnicas de melhoramento contra a salinidade.

O estudo também contribuirá significativamente para melhoramento dos níveis de produção agrícola, em solos afectados com o problema de salinidade e impulsionará o avanço tecnológico para o sector agrário contribuindo para o crescimento da economia do País, e na melhoria da qualidade de vida dos agricultores.

1.4.Objectivos

1.4.1 Geral

Aplicar métodos

- Reduzir o nível de concentração de sais no solo como forma de manejo sustentável do solo para condicionar a produtividade agrícola.

1.4.2 Específicos

- Minimizar as perdas de água no solo por evaporação com diferentes níveis de *mulching*.
- Diagnosticar a salinidade e humidade dos diferentes níveis de *mulching* aplicados sobre o solo.
- Analisar os resultados do efeito dos tratamentos sobre a salinidade e humidade do solo.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades

2.1.1 Salinidade

É o índice atingido após um grau acentuado da salinização de um solo (QUEIROZ *et al.*, 2010). Segundo PRIMAVESI (2002), o que pode levar a salinização de um solo são vários factores naturais ou ainda com a intervenção humana. Diferentemente do que muitos pensam, a salinização não ocorre somente em áreas próximas ao mar, pode ocorrer em zonas de clima semi-áridas ou sub-húmidas e em regiões desérticas, ou seja em zonas onde a concentração de chuvas for muito baixa e localizada em algumas semanas do ano, zonas que apresentava mares internos, que com o passar dos anos se evaporaram, ficando somente o sal na superfície do solo (QUEIROZ *et al.*, 2010).

2.1.2 Classificação dos solos afectados por sais

Segundo WIT (1993), classificou os solos salinos como sendo, aqueles que apresentam uma condutividade eléctrica do extracto saturado (CE_e) acima de 4 dS.m^{-1} , criando uma certa limitação a produção agrícola, devido ao efeito osmótico para a planta e as vezes efeitos de toxicidade.

De acordo com QUEIROZ *et al.*, (2010), existem várias classificações para os solos afectados por sais, sendo que as mais importantes a Russa, Francesa e Americana. A classificação Russa combina os princípios de pedogénese. A classificação mais simples e mais prática tem sido a americana (RICHARDS, 1954).

De acordo com QUEIROZ & LIMA (2010), a classificação Americana 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).

Segundo QUEIROZ & LIMA (2010), a linha divisória entre os solos salinos e solos não salinos tem estabelecido o valor de 4 dS m^{-1} para extractos de pasta saturada do solo. Pode-se encontrar plantas sensíveis a sais, que podem ser afectadas em solos cujo extracto de saturação apresenta CE entre 2 e 4 dS m^{-1} . O comité de Terminologia da Sociedade Americana

de Ciência do Solo tem recomendado baixar o limite entre os solos salinos e não salinos para 2dS m^{-1} .

Tabela 2.1. Intervalos de classes usados para a classificação dos solos, de acordo com o nível de salinidade.

Classificação	Intervalos de classes CE_e, dS/m
Não salino	<2,0
Fracamente salino	2– 4
Moderadamente salino	4– 8
Fortemente salino	>8

Fonte: FAO, (1985)

2.1.3. Processo de formação e evolução da salinidade dos solos

Segundo SILVA (1994), O processo de salinização consiste no acúmulo das concentrações de sais e de sódio mais solúveis no solo. Os sais encontrados mais frequentemente são formados por cátions de cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), sódio (Na^{+}), e dos ânions cloreto (Cl^{-}) e sulfato (SO_4^{-2}). Nesses solos, com menos frequência, encontram-se outros iões como potássio (K^{+}), carbonato e bicarbonato (HCO_3^{-}), os sais dissolvem-se e circulam com a água e quando esta se evapora, deposita os sais na forma de resíduos, (QUEIROZ *et al.*, 2010). De referir que este processo também pode ocorrer em locais onde a precipitação pluviométrica seja normal, mas os solos se apresentam compactados e como consequência os sais não podem ser lixiviados pela água, por não permitirem a infiltração da água, insolação é suficiente para aquecer o solo e provocar a evaporação (PRIMAVESI, 2002).

De acordo com PRIMAVESI (2002), a formação dos solos salinos ocorre principalmente em climas áridos e semi-áridos, onde a ausência de lixiviação, juntamente com a excessiva evaporação da água, possibilita o acúmulo de sais no solo. A situação pode ser muito agravada com a irrigação, já que a água utilizada sempre transporta certa quantidade de sais para o solo, com consequente aumento do conteúdo de sais da solução do solo. Apesar dos solos afectados por sais serem comuns em regiões tropicais.

Os solos salinos podem se desenvolver também em regiões húmidas e sub-húmidas, sob determinadas condições, a exemplo de solos em terras baixas nas proximidades do mar (PRIMAVESI, 2002). Pode-se apresentar várias origens: salinização primária quando ocorre durante a formação do solo devido ao material de origem do próprio solo e salinização secundária quando ocorre devido a factores externos como a irrigação (SMEDEMA & RYCROFT, 1983).

As três principais fontes naturais de sais do solo são: o intemperismo mineral, a precipitação atmosférica e os sais fósseis (aqueles remanescentes de ambientes marinhos ou lacustres). Os minerais primários que se encontram nos solos e nas rochas expostas da crosta terrestre constituem a fonte primária de sais do solo (QUEIROZ *et al.*, 2010).

Os sais também podem ser adicionados aos solos através de actividades humanas, incluindo o uso de águas de irrigação, altamente salinas ou resíduos industriais (BOHN *et al.*, 1985). Embora a principal fonte de todos os sais encontrados no solo seja a intemperização das rochas, raros são os exemplos onde esta fonte tenha provocado directamente, problemas de salinidade do solo (RICHARDS, 1954).

Em locais de clima semi-árido é comum a ocorrência de solos com elevadas concentrações de sais, sendo que alguns deles apresentam-se salinizados, independentes da acção do homem, ou seja, são salinos por natureza (PRIMAVEZI, 2002).

Segundo SANTOS (1995), os solos salinos apresentam como características físico-hídricas baixa permeabilidade quando forem salinizados com o ião sódio, baixa condutividade hidráulica e instabilidade dos agregados. De acordo com GHEYI *et al.* (1997), a salinização dos solos de áreas irrigadas ocorre principalmente, ao uso de água de irrigação com alta concentração salina, elevação do lençol freático por causa do manejo inadequado de irrigação, ausência ou deficiência.

Existem três causas principais para a salinização do solo: a subida do nível freático, a adopção de métodos incorrectos de irrigação e o acúmulo de água salgada proveniente dos mares e oceanos (QUEIROZ *et al.*, 2010).

De acordo com PRIMAVEZI (2002), o caso da emergência da água subterrânea para a superfície, ocorre uma maior presença dessa água nos solos de regiões áridas e semi-áridas

não irrigadas, havendo o acúmulo dos sais em virtude da intensa evaporação, haja vista o clima seco e se isso acontecer, o nível da água do subsolo tem de estar, obviamente, próximo à superfície, o que é mais comum em regiões de planícies aluviais e também em áreas de depressão relativa e absoluta, além da presença dos tipos climáticos acima citados. Os métodos incorrectos de irrigação provocam ou, em alguns casos, apenas intensificam processos de salinização do solo já existentes. Por isso, em ambientes que já apresentam essa tendência, novamente, em regiões de clima mais seco e intensa evaporação, técnicas de lixiviação e drenagem e de diminuição de evaporação são necessários (PRIMAVEZI, 2002).

A salinização primária consiste na acumulação de sais por processos naturais, devido a um elevado teor de sais nos materiais de origem ou nas águas subterrâneas em regiões áridas e semi-áridas caracterizadas pelos baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração. O mar ou água do mar que entra no rio atingindo o nível do lençol freático muito superficial, dificultando a drenagem e determinadas situações, a salinização do solo ocorre devido ao transporte de partículas de sais pelos ventos que sopram das marés para os continentes (PRIMAVEZI, 2002).

De acordo com PRIMAVEZI (2002), quando as ondas do mar se chocam com as barreiras ou rochas, a água pulveriza-se totalmente no ar, de onde podem ser transportadas aos lugares mais distantes, dependendo da direcção e velocidade do vento. Esse facto pode ser verificado quando se determina a quantidade de sais na água da chuva em diferentes distâncias do mar. Os solos apresentam sais em níveis diferenciados, e quando este nível se eleva, chega a uma concentração muito alta, que pode prejudicar o desenvolvimento de algumas plantas mais sensíveis, ou mesmo impedir o desenvolvimento de praticamente todas as espécies.

2.1.3.1. Factores podem acelerar este processo de salinização dos solos

Segundo PRIMAVEZI (2002), os factores que podem acelerar os processos de salinização dos solos são:

Factores naturais:

- Clima;
- Materiais de origem do solo;

- Cobertura do solo;
- Tipo de vegetação e
- Topografia.

Factores humanos da salinização:

- A irrigação e drenagem mal feita (áreas maiores que a capacidade de seus recursos hídrico e mecânicos); A baixa eficiência da irrigação e o mau manejo da irrigação, nomeadamente com águas de elevado teor de sais e/ou acompanhadas de uma drenagem insuficiente nessas áreas contribuem para a aceleração do processo de salinização, tornando-as improdutivas em curto espaço de tempo;

Segundo JUNIOR & SILVA (2010), a condutividade eléctrica (CE) expressa à habilidade que um meio apresenta e conduzir uma corrente eléctrica. Devido ao facto de que a CE de uma solução aquosa está intimamente relacionada com a concentração total de electrólitos dissolvidos (solutos iónicos) na solução, ela é comitente 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 (RHOADES, 1994).

Assim, a determinação da salinidade pode ser feita tanto por métodos de laboratório como por métodos de campo. No laboratório estima-se a salinidade a partir de medidas da condutividade eléctrica do extracto de saturação (CE_e) ou da CE em diferentes relações solo-água. (RHOADES, 1994).

A CE_e de um solo pode ser determinada por meio de um extracto de uma pasta de solo saturado ou em uma suspensão mais diluída (JUNIOR & SILVA, 2010). A preparação da pasta de saturação requer um bom adestramento técnico e certas precauções com a textura do solo (FILGUEIRA & SOUTO, 1996). O seu preparo, consiste na agitação de uma amostra de solo (200- 400g) durante a adição de água destilada até alcançar o ponto final desejado, erros podem ocorrer quanto a observação se o solo já atingiu ou não o grau de saturação (RHOADES, 1994).

Diferentes relações solo-água são também utilizadas para determinação da *CE* de uma amostra de solo, de forma rápida e eficiente (por exemplo, 1:1, 1:2, e 1:5), entretanto, a segurança das determinações depende do solo e dos sais nele presentes, e em condições de campo, basicamente três métodos são disponíveis para se determinar a *CE* e avaliar a salinidade RICHARDS, 1954):

a) Técnica de indução electromagnética;

b) “Four-electrode probes”; e

c) “Time domain reflectometry”

Estes três métodos são amplamente usados, especialmente onde se deseja informações imediatas visando o mapeamento ou monitoramento das variações de salinidade em escala de campo. Cada um destes métodos tem vantagens e desvantagens, sendo a escolha do mais apropriado ou uma combinação de métodos dependente das necessidades específicas e dos objectivos de cada situação particular de interesse (RHOADES, 1994).

2.1.4 Impacto dos sais sobre o solo e as plantas

Segundo a COMUNIDADE EUROPEIA (2009), a acumulação de sais (em especial de sódio) constitui uma das principais ameaças fisiológicas aos ecossistemas. O sal perturba o desenvolvimento das plantas, limitando a absorção de nutrientes reduzindo a qualidade de água disponível para a planta e afecta no metabolismo dos organismos presentes no solo, reduzindo drasticamente a fertilidade deste. Uma elevada salinidade dos solos provoca o enfraquecimento das plantas, devido, em simultâneo ao aumento da pressão osmótica e ao efeito tóxico dos sais.

De acordo com JUNIOR & SILVA (2010), os efeitos negativos da salinidade estão directamente relacionados a crescimento e rendimento das plantas e, em casos extremos, na perda total da cultura.

Segundo DIAS & BLANCO (2010), os efeitos da salinização sobre as plantas podem ser causados pelas dificuldades de absorção de água, toxicidade de iões específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos (efeitos indirectos).

No solo, os efeitos negativos da salinização são desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água no solo (RHOADES, 2000) e diminuição da fertilidade química (DIAS & BLANCO, 2010). A implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade da erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas. Pode inclusive, prejudicar a própria estrutura do solo, pois a absorção de sódio pelo solo, proveniente de águas dotadas de elevados teores deste elemento, poderá provocar a dispersão das fracções de argila e, conseqüentemente, diminuir a permeabilidade do solo (JUNIOR & SILVA, 2010).

2.1.5.1 Efeito osmótico

De acordo com DIAS & BLANCO (2010), 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. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água na planta.

De acordo com DIAS & BLANCO (2010), o aumento da pressão osmótica (PO) causado pelo excesso de sais solúveis, poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar esse (PO) e, em consequência, a planta não irá absorver água, mesmo de um solo aparentemente húmido (seca fisiológica).

Dependendo de grau de salinidade, a planta em vez de absorver, poderá até perder a água que se encontra no seu interior. Esta acção recebe o nome de plasmólise ocorre quando uma solução altamente concentrada é posta em contacto com a célula vegetal, devido a passagem da água, das células para a solução mais concentrada, (GREYI *et al.* 2010).

2.1.5.2 Efeitos de sódio

No solo os efeitos negativos da sodicidade são a desestruturação, aumento da densidade aparente e da retenção de água no solo, em caso de excesso de ião sódio ocorre a redução da infiltração de água e diminuição da fertilidade físico química (RHADES *et al.*, 2000).

2.1.6 Monitoramento da salinidade

Segundo QUEIROZ & LIMA (2010), a agricultura irrigada em regiões áridas e semi-áridas requer um monitoramento periódico da salinidade do solo. O nível de sais na zona

radicular deve ficar abaixo do nível nocivo às plantas cultivadas. O processo de recuperação de solos salinos consiste basicamente da adição de água ao solo em quantidade suficiente para lavar o excesso de sais solúveis do perfil. Compreende a dissolução dos sais presentes no solo e o transporte dos íons resultantes, através da zona radicular, em profundidade, fora da área de influência das raízes das plantas.

A lavagem de recuperação 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 (AYERS & WESTCOT, 1991).

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, etc. (PRIMAVESI, 2002).

De acordo com (DIELEMAN & TRAFFORD, 1976) a forma mais eficaz de se controlar a salinidade resultante de lençóis freáticos pouco profundos é mediante um sistema de drenagem que permita rebaixar o nível das águas e mantê-lo estável a esta profundidade.

Deve-se aplicar a drenagem sempre que se explorar terras novas e é essencial para assegurar o êxito a longo prazo, de todos os projectos de irrigação. Tem de-se prever os problemas de drenagem e formular sua solução imediata ou futura por antecipação. Uma vez estabelecida a drenagem adequada, os problemas de salinidade podem ser controlados por meio de manejo eficiente de irrigação (DIELEMAN & TRAFFORD, 1976).

2.1.7 Técnicas para a recuperação de solos com problemas de salinidade (Manejo agronómico)

De acordo com JUNIOR & SILVA (2010), existem fundamentalmente duas técnicas de recuperação de solos afectados por sais, que são a lavagem dos sais e aplicação de melhoramentos químicos. Raramente se conseguem a recuperação de solos salinos e com o emprego de uma técnica apenas. Para se ter um processo de recuperação bem sucedido, usa-se a aplicação de duas ou mais técnicas.

2.1.7.1 A lavagem e qualidade da água para irrigação

A lavagem é, no momento, a técnica mais prática de eliminação de sais do solo, a qual consiste em se fazer passar através do perfil do solo uma certa quantidade de água capaz de carregar os sais presentes, e que deverão ser eliminados quer superficial ou subterraneamente, através de uma boa drenagem (SANTOS & HERNANDEZ, 1997).

A salinidade em áreas irrigadas ocorre em decorrência do uso de águas de qualidade inadequada, associado ao manejo do sistema solo-água-plantas e, qualquer que seja a sua fonte, a água utilizada na irrigação sempre contém sais, embora a quantidade e qualidade dos sais presentes variem bastante (MEDEIROS & GHEYI, 1994). Segundo BERNARDO *et al.*, (2005) relaciona cinco parâmetros básicos para se analisar a água e determinar a sua qualidade para irrigação, são eles:

- a) Concentração total de sais solúveis ou salinidade;
- b) Proporção relativa de sódio em relação aos outros cátions ou capacidade de infiltração do solo;
- c) Concentração de elementos tóxicos;
- d) Concentração de bicarbonatos;
- e) Aspecto sanitário.

As águas superficiais e subterrâneas são originadas das precipitações, sendo que estas se constituem na fonte natural de irrigação das explorações de sequeiro. A salinidade das águas pluviais é baixa, com uma *CE* da ordem de $0,010 \text{ dS.m}^{-1}$ (MOLLE & CADIÉ, 1992), o que favorece a dispersão de partículas do solo causando problemas de infiltração (AYERS & WESTCOT, 1999).

Segundo JUNIOR & SILVA (2010), a qualidade da água para irrigação está relacionada com os seus efeitos prejudiciais ao solo e à cultura, requerendo, muitas vezes, técnicas especiais de manejo para compensar eventuais problemas associados com o seu uso.

Segundo JUNIOR & SILVA (2010), adequação da água para irrigação depende tanto da própria qualidade, quanto de factores relacionados com as condições de uso. Uma mesma qualidade de água pode ser considerada adequada para uma certa cultura ou solo, mas ser imprópria para outros, portanto, é de extrema importância a avaliação da qualidade da água como medida preventiva dos processos de salinização gradativos, pelo acúmulo de sais

oriundos de irrigações sucessivas (JUNIOR & SILVA, 2010). Além das características físico-químicas da água, outros factores devem ser considerados e analisados em conjunto quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação (AYERS e WESTCOT, 1999).

2.1.7.2 Drenagem subterrânea

Segundo DIELEMAN & TRAFFORD (1976), a drenagem do solo é um factor crítico para que a lixiviação dos solos seja efectiva. A drenagem inadequada, natural ou construída artificialmente, pode inviabilizar a lavagem que contrariamente pode resultar numa elevação do lençol freático e conseqüentemente aumentar a salinização do solo e reduzir a aeração.

O principal critério para estabelecer a profundidade adequada do lençol freático é manter a zona radicular bem arejada, recomenda-se a instalação do sistema de drenagem (DIELEMAN & TRAFFORD, 1976).

As águas de alta salinidade requerem maior quantidade de água para lixiviar os sais acumulados, aumentando, conseqüentemente, o risco de nível de lençol freático alto, tornando praticamente impossível manter-se a longo prazo, a agricultura irrigada, sem adequado sistema de drenagem (DIELEMAN & TRAFFORD, 1976). Se a drenagem for suficiente, o controle da salinidade exigirá apenas bom manejo para assegurar a água necessária às culturas e à lixiviação dos sais dentro dos limites de tolerância das plantas (CRUCIANI, 1997).

2.1.8 Principais práticas culturais recomendáveis param prevenção da salinidade

Segundo AYERS & WESTCOT (1999), na maioria dos casos, valores de condutividade eléctrica acima de $0,7\text{dS m}^{-1}$ acarreta danos severos para uma extensa relação de plantas submetidas a regime de irrigação contínuo. Diante disso, alguns procedimentos destacados (AYERS & WESTCOT, 1999) podem ser utilizados para reduzir os problemas de salinidade, dentre estes, os mais usuais são:

2.1.8.1 Sistematização e nivelamento

Segundo JUNIOR & SILVA (2010), a uniformidade de distribuição da água de irrigação favorece a lixiviação de sais no solo. Assim, a sistematização e nivelamento constituem práticas para uma boa distribuição da água, principalmente quando as lavagens são realizadas por inundação sistematização compreende cortes e aterros, transportando-se o solo

das partes altas para as mais baixas do campo, com o objectivo de modificar e uniformizar as declividades.

No nivelamento, a superfície do terreno é aplainada sem produzir mudanças de defectividades. O nivelamento comumente se realiza anualmente ou nos períodos de mudança de culturas anuais, enquanto, a sistematização se realiza somente uma vez, na incorporação de terras à agricultura e ou instalação de sistemas de irrigação (JUNIOR & SILVA, 2010).

2.1.8.2 Lavouras superficiais

As escarificações superficiais comumente realizadas para a eliminação de ervas daninhas, também quebram as crostas, soltam os primeiros centímetros do solo e aumentam sua rugosidade, que favorece a penetração da água, pelo retardamento de seu deslocamento e aumento do tempo de oportunidade de infiltração, mas os efeitos destas práticas são de curta duração, mantendo-se durante uma ou duas irrigações, após as quais pode ser necessário repeti-las (JUNIOR & SILVA, 2010).

2.1.8.3 Aração profunda

De acordo com JUNIOR & SILVA (2010), a aração profunda pode redistribuir sais no perfil do solo. Prática deveria ser avaliada em uma pequena área antes de arar a área completa em camadas de solo pouco permeável que impede o movimento de água através da zona radicular pode ser distribuída através da subsolagem, no entanto, seu efeito é temporário permanecendo de um a dois anos (JUNIOR & SILVA, 2010).

2.1.8.4 Aplicação de resíduos orgânicos

De acordo com JUNIOR & SILVA (2010), adicção de resíduos podem ser deixados como cobertura na superfície ou incorporados no solo tais como esterco, resíduos de colheitas e resíduos industriais orgânicos no solo favorecem a estruturação do solo e melhoram a infiltração da água. Quando aplicados na superfície (*mulching*), reduzem a ascensão de água e movimento de iões nos solos salinos e facilitam a lixiviação pelas chuvas de inverno em regiões semi-áridas e para que as incorporações sejam eficientes, são necessárias adições de grandes quantidades de resíduos nos primeiros 15 cm do solo (10 a

30% em volume), de maneira que controlem a quantidade de água infiltrada em um tempo determinado (JUNIOR & SILVA, 2010).

2.1.8.5 O *Mulching*

A cobertura do solo (*Mulching*) é uma técnica utilizada pelos agricultores há muitos anos, com a finalidade de defender as culturas e o solo da acção dos agentes atmosféricos, os quais, entre outros efeitos, provocam a compactação do terreno e causam a lixiviação dos elementos fertilizantes, úteis para o desenvolvimento das plantas (CAMBA, 2007). O *mulching* consiste em aplicar na superfície do solo resíduos de plantas ou de materiais estranhos importados ao campo (CAMBA, 2007).

mulching inorgânico: como cobertura inorgânica pode-se citar o plástico, o vidro, a areia, sendo o primeiro o mais estudado e utilizado na agricultura (CAMBA, 2007).

O plástico utilizado como cobertura traz vários benefícios, os mais importantes são a protecção do solo contra erosão, controle de ervas daninhas, impedir a lixiviação de nutrientes e como barreira física impedindo a disseminação de patógenos do solo (CAMBA, 2007).

Mulching orgânico, que é o objecto de estudo no presente trabalho, deve ter como principal característica a difícil decomposição, alguns factores que podem influenciar nesta decomposição são as condições climáticas, do solo, a população de microrganismos e se o material é incorporado no solo a decomposição é ainda mais rápida (CAMBA, 2007).

Segundo EVANS (2000), o *mulching* ajuda a conservar a humidade do solo e diminui a perda de água por evaporação em cerca de 10 a 25%, podendo atingir os 80% de redução dependendo da percentagem de cobertura do solo.

De acordo com CAMBA (2007), o *mulching* contribui para a conservação da água, sendo mais importante nas zonas de precipitação pouco abundante ou mal distribuída. A aplicação de uma cobertura de palha, pode controlar as perdas de solo em 65%, e as de água em 55%.

2.1.8.5.1 Vantagens do uso do *Mulching*

Uma cobertura vegetal adequada assume importância fundamental para a diminuição do impacto das gotas de chuva (CAMBA, 2007). Há redução da velocidade das águas que

escorrem sobre o terreno com *mulching*, possibilitando maior infiltração de água no solo e proporciona maior quantidade de água disponível para a planta (CAMBA, 2007). O uso de *mulching* tem uma influência directa na temperatura do solo, facto este que condiciona um ambiente saudável de desenvolvimento das culturas, evita o desenvolvimento de infestantes e protege as raízes das plantas da acção das temperaturas extremas (ASSIS, 2004). O *mulching* orgânico evita que respingas de chuva borriфе e contaminem a parte aérea das plantas com esporos de fungos de solo, prevenindo doenças e também, contém nutrientes que gradualmente são incorporados ao solo e fertilizam as raízes das plantas (LOURENÇO *et al.*, 2002).

2.1.8.5.2 Desvantagens do uso do *Mulching*

O uso excessivo de *mulching* pode fazer com que as raízes das plantas cresçam sobre o *mulching* não sobre o solo e conseqüentemente haverá umas plantas débeis (CAMBA, 2007).

A aplicação do *mulching* áreas cuja capacidade de drenagem da água é pobre, agrava ainda mais esta condição (EVAN, 2000).

Segundo LOURENÇO *et al.*, (2002), a desvantagens da utilização da cobertura morta (*mulching*) é o facto de esta representar perigo de fogo porque é material combustível, também aumenta os efeitos das geadas.

O uso incorrecto do *mulching* pode causar grandes problemas tanto para planta quanto para o solo, tais como dificuldade de aplicação de fertilizantes, excesso de humidade, favorecimento de alguns patógenos, e impedimento da emergência de plântulas (ZAUZA, 1999).

III. METODOLOGIA

3.1. Principais materiais usados

- ✓ Ancinho
- ✓ Balança com precisão de $\pm 0,1g$
- ✓ Catana
- ✓ Seringas (5mL e 10mL)
- ✓ Conductivímetro
- ✓ Corda
- ✓ Fita métrica
- ✓ Forno eléctrico com precisão de $\pm 1^\circ C$
- ✓ GPS (Sistema de Posição Geográfica)
- ✓ Marcadores
- ✓ Nível de pedreiro
- ✓ Pluviómetro
- ✓ Regadores
- ✓ Tesoura
- ✓ Sacos plásticos
- ✓ Sondas (de Tubo e Holandesa)

3.2 Situação geográfica e breve Caracterização do Distrito.

Segundo o Governo Distrito de Vilankulo (GDV, 2005) o distrito de Vilankulo localiza-se na região sul de Moçambique a Norte da Província de Inhambane, com uma superfície de cerca de 5.867 km² incluindo as ilhas de Benguerrua e Magaruque o que corresponde a 18% da área total da província. A sede do Distrito localiza-se na autarquia da Vila de Vilankulo.

Tendo como limites a Norte o Distrito de Inhassoro, a Sul com o Distrito de Massinga, a Oeste com os Distritos de Mabole e a Este com o Oceano Índico (GDV, 2005).

3.3. Parâmetros Biofísicos

3.3.1 Relevo

Apresenta poucos acidentes geográficos havendo na zona costeira a formação dunar e no interior zonas predominantemente planas. A área continental é constituída por rochas sedimentares com dunas do tipo parabólicas, solos arenosos e áreas pantanosas, para além de planícies de origem de acumulação, com algumas depressões e vertentes. As ilhas de Magaruque e Benguerrua são talvez retalhos de antiga costa, enquanto a de Santa Carolina é de formação coralinea (GDV, 2005)

Segundo o GDV (2005), as dunas interiores estão em geral dispostas no sentido dos ventos do quadrante Sueste, mas também existe afloramento de grés costeiro, o relevo é acidentado por vezes com vales profundos revestidos de matas e restingas rochas formando entre si várias enseadas (GDV, 2005).

3.3.2 Solos

Os solos são na sua maioria arenosos, de fertilidade muito baixa e de baixa retenção da água exceptuando se os solos ao longo do rio Govuro e os das baixas (Machongos) nas zonas de Chixocane e Macunhe que se classificam como solos fluviais de alta fertilidade, onde as vezes há um excesso de água e ocorrência de altos índices na salinidade, principalmente nos períodos de estiagem (MAE, 2005).

No distrito de Vilankulo predominam solos de dunas costeiras, cobertura arenosa (dunas interiores), Aluviões holocénicos, planície de Urongas e sedimentos de Mananga. Na faixa costeira encontra-se solos arenosos esbranquiçadas com baixa capacidade de retenção de humidade e no interior são solos areno-argilosos, avermelhados, acastanhados e calcários. Na parte central, predominam solos castanhosa vermelhados derivados de formações calcárias, com textura franco arenosa nas camadas superficiais e formações muito duras e rochosas nas camadas superficiais.

O relevo é ondulado tornando-se suavemente ondulado para interior. Estas dunas interiores são intercaladas por depressões com solos arenosos holomórficos de textura arenosa a franca arenosa. Nestas dunas interiores distinguem-se os seguintes agrupamentos de solos: AA, dA, Aj, Ah e AB (GDV, 2005).

3.3.3 Hidrografia

A rede hidrográfica é constituída por cursos de rios, riachos e formação lacustre de origem permanente e periódica. Destaca-se o Govuro sendo o maior rio do distrito que nasce na Localidade de Mapinhane e desaguando no Distrito de Govuro. Ao longo deste rio afluem vários riachos a destacar o Chicome e Mangalisse. Além deste curso de água há várias lagoas de regime permanente e periódico ao longo da faixa costeira, salienta-se a grande importância que estes detêm na produção de peixe, além de que as suas margens são ricas para prática de agricultura (GDV, 2005).

3.3.4 Vegetação

Constitui vegetação do distrito, o mangal, a savana e floresta densa. Tem algumas zonas do Distrito com espécies de madeira preciosa (chanfuta, umbila, mecruce, mbonjua e outras) Constitui, para interior, a vegetação é composta por floresta aberta e fechada, árvores de savana semi-caduca, mata e estepe. No interior das planícies arenosas do distrito de Vilankulo ocorrem florestas de altura média com composição mista de Miombo e Acácia. (GDV, 2005).

3.3.5 Clima

O clima é diversificado sendo a costa com o clima tropical húmido e o interior o clima tropical seco. Durante o ano, o verão é o período mais longo ocupando os meses de Outubro a Abril, sendo neste período que se destaca a época chuvosa entre os meses de Dezembro a Abril chegando a atingir as precipitações mais elevadas nas zonas costeiras oscilando entre 1000 a 1200 (mm) com precipitação média anual de 1000 a 1200mm não se verificando o mesmo com o interior onde as médias anuais atingem apenas 600 milímetros). (GDV, 2005).

A Vila municipal dista à 25km do campo experimental situada na faixa costeira a temperaturas médias anual é de 24,5°C a média máxima é 28,6°C e a média mínima é 19,9°C. A Evaporação total anual é de 1.135,1mm, e a velocidade do vento é de 14,9km/h, a pressão atmosférica média anual é de 1.014,3hecto-pascals e a insolação total é de 2.955,5h/ano. A pluviosidade desta região está sujeita às secas cíclicas, este facto faz com que o clima tenha tendência a classificar-se como um clima do tipo tropical seco (MUNICIPIO DE VILANKULO, 2009).

ESUDER-Pambarra

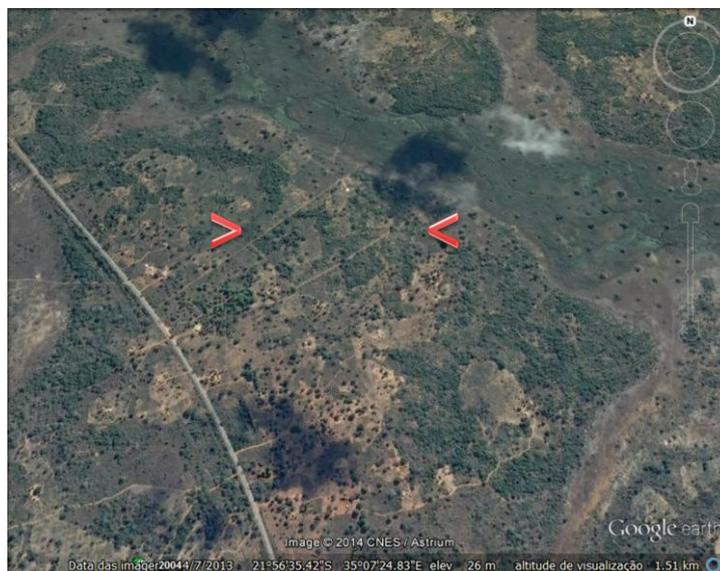


Figura 3.1: Imagem de satélite de vista de cima de localização do campo experimental

Fonte: Google Earth, (2014)

3.4 Descrição da área de experimental

O presente trabalho foi desenvolvido no campo experimental da Escola Superior de Desenvolvimento Rural (ESUDER), situado no distrito de Vilankulo, na localidade de Pambarra a 25km da vila municipal de Vilankulo, delimitado entre a estrada nacional n^o 1 a oeste o rio Govuro a este. A área de estudo situa se na zona baixa do campo experimental distribuindo se em estreita faixa ao longo do rio Govuro, com uma abertura côncava do solo por onde flui o nível freático instalado próximo ao leito rio (Govuro), com água durante a maior parte do ano cuja condutividade eléctrica (*CE*) igual 1,2dS/m. De acordo com o Instituto Nacional de Investigação Agrária (INIA, 1995) a *CE* da água do rio Govuro é classificada como salobra.

As coordenadas por sistema de posicionamento geográfico do local da experiência medidas por GPS são: latitude 035°07'26,8''E e longitude 21°56' 21,5''S e 17m de altitude, com vegetação herbácea (capim) e arbórea, com nível freático variando entre [40-90] cm na estação seca e chegando a inundações na estação chuvosa.

3.5 Fases da pesquisa

O presente estudo compreendeu quatro (4) etapas distintas.

- Uma etapa no campo na qual consistiu no reconhecimento, demarcação, desvegetação e recolha de amostras respectivamente da área e avaliação dos recursos locais existentes para seu emprego no estudo.
- Uma etapa foram recolhidas as amostras do solo para o pré-diagnóstico do estado inicial da concentração de sais da área em estudo.
- Uma etapa, foi a fase do melhoramento do solo com a alocação dos tratamentos, irrigação, e estudos laboratoriais sendo que esta fase foi um processo contínuo durante o estudo.
- A última etapa consistiu no tratamento, análise e interpretação dos resultados obtidos

3.6 Estratégia de melhoramento com cobertura do solo com *mulching*

O manejo do solo foi feito começando pela determinação da *CE* da água do rio como fonte de água disponível, seguida da determinação da lâmina de água para a lavagem de sais

Para tornar fácil o alcance dos objectivos traçados fez-se um experimento na qual foi conduzido a um delineamento de quadrado latino do tipo 4x4, com quatro (4) tratamentos e quatro repetições.

Antes de da instalação das parcelas removeu-se a vegetação natural existente (capim) da área pretendida com recurso a catana, isto era, de forma a não destruir a estrutura do solo, ancinho para limpeza dos restos de numa área de 69,0 m², onde foram implantadas as 16 parcelas com áreas uniformes de (2,5x1,5) m² iguais a 3,75 m² cujas e um espaçamento entre colunas de 0,3m, dispostas paralelamente ao rio Govuro.

Após o parcelamento da área fez-se o nivelamento das parcelas com nível de pedreiro para impedir que houvesse o escoamento superficial da água no processo de rega,

Os tratamentos foram codificados por letras do alfabeto Português nomeadamente pelas letras “A, B, C e D” que representavam os níveis de *mulching* (caniço seco) que correspondiam a 0t/ha, 3t/ha, 6t/ha e 12t/ha em níveis de *mulching* (cobertura do solo)

respectivamente que de acordo com as áreas das parcelas esses valores correspondem a 0kg, 1,125kg, 2,25kg e 4,5kg respectivamente por parcela e demarcou-se uma (1) linha extra ao lado do delineamento composta por vegetação natural para comparação de resultados dos efeitos dos tratamentos em relação a ela.

3.6.1 Diagrama do delineamento experimental

Perfuração para medição do lençol freático 2ª amostragem

(1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª) amostragens

6ª amostragem

vegetação Natural

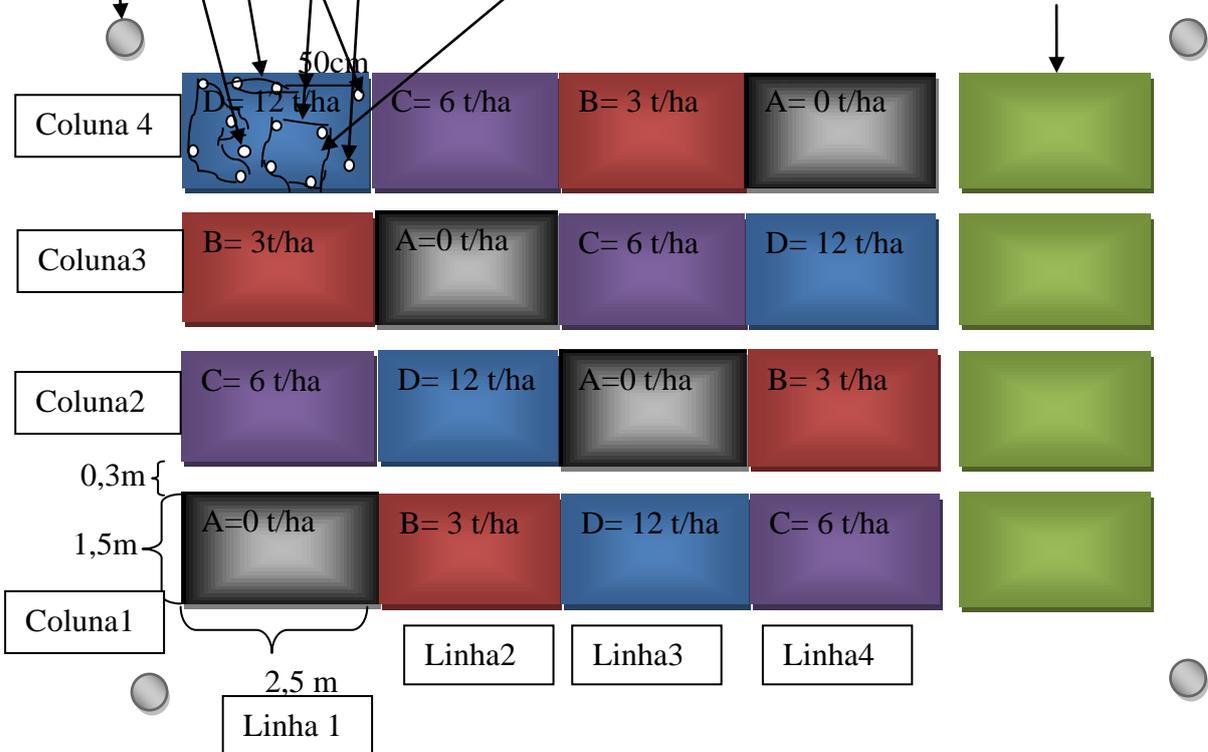


Figura 3.2: Esquema do delineamento

3.6.2 Lâmina de água para a lavagem de sais

Para a determinação da Lâmina de água para a lavagem de sais foi necessário primeiro ter-se o valor da evapotranspiração que foi estimado em 2 mm/dia, pois apesar de ter-se removido a vegetação natural ainda persistiam raízes sobre a superfície do solo que brotavam, e para a sua remoção obrigaria a destruição da estrutura do solo e a desuniformização do solo, o que não se devia ocorrer, para evitar esforçar a permeabilidade do solo pela destruição da estrutura. Para reduzir as perdas de água no solo pelas culturas nativas (vegetação natural) eliminava-se sempre as ervas que germinavam dentro das parcelas do delineamento com auxílio de tesoura, isso diminuía transpiração pelas plantas. A evapotranspiração da cultura (ET_C) foi determinada com base no valor da evapotranspiração potencial (ET_0). Segundo VINE (26 de Agosto de 2014, Cp.) afirmou que para o local da experiência de acordo com o tipo de solo do local da experiência a $ET_0=5\text{mm/dia}$.

$K_C= 0,4$ (Para qualquer cultura em estado de germinação (solo nú) na qual era eliminada com tesoura logo que emergisse à superfície.

$$ET_C = K_C * ET_0 \quad \text{Equação (1)}$$

Fonte: FAEF-DER, (2001).

$$ET_C = 0,4 * 5 \text{ mm/dia} = 2 \text{ mm/dia}$$

A lâmina diária de irrigação por parcela foi determinada com base na condutividade da água por meio das equações de manejo de irrigação sustentável dos solos que se seguem.

$$Q_{IN} * C_{IN} = Q_{OUT} * C_{OUT} \quad \text{Equação (2)}$$

$$Q_{IN} = E + D \quad (3)$$

$$Q_{OUT} = D \quad (4)$$

Substituindo a equação n° 4 na equação (3) temos;

$$Q_{IN} = E + Q_{OUT} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

Q_{IN} – Quantidade de água que entra no solo pela irrigação e precipitação em mm;

C_{IN} – Concentração de sais que entram no solo pela irrigação em mS/cm;

Q_{OUT} – Quantidade de água que sai no solo pela evaporação e drenagem em mm;

C_{OUT} – Concentração de sais que saem no solo pela drenagem em mS/cm;

R – Água de rega (mm);

P – Precipitação (mm);

E – Evaporação (mm/dia).

D – Drenagem (mm).

$C_{IN} = CE_{\text{água}} = 1,2 \text{ mS/cm}$;

$E = 2 \text{ mm/dia}$ (valor estimado);

$C_{OUT} = 4 \text{ mS/cm}$ (valor máximo de sais que podem ser drenados);

Os valores de Q_{IN} e Q_{OUT} foram determinados através das equações (2) e (3) pelo sistema de equações abaixo:

$$\begin{cases} Q_{IN} = 2 + Q_{OUT} \\ Q_{IN} * C_{IN} = Q_{OUT} * C_{OUT} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{IN} * 1,2 = Q_{OUT} * 4 \\ (2 + Q_{OUT}) * 1,2 = 4Q_{OUT} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 2,4 + 1,2Q_{OUT} = 4Q_{OUT} \\ 2,4 = 2,8Q_{OUT} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Q_{OUT} = \frac{6}{7} = 0,857(\text{mm}) \end{cases}$$

Substituindo o valor de Q_{OUT} na equação 5 temos:

$$Q_{IN} = 2 + Q_{OUT} \Rightarrow Q_{IN} = 2 + 0,857 = Q_{IN} = 2,857 \text{ mm}$$

Cálculo da quantidade de água de irrigação por parcela.

$$A=3,75\text{m}^2; Q_{\text{água de rega}} = 2,857 * 10^{-3} \text{ m} * 3,75 \text{ m}^2 = 10,71 * 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 11 * 10^{-3} \text{ m}^3 = 11 \text{ L.}$$

Para a diminuição da evaporação água no solo na experiência consistiu no uso de *mulching* em diferentes níveis (0t/ha, 3t/ha, 6t/ha e 12t/ha) e manter constante a água aplicada às parcelas e avaliar os efeitos do *mulching* de acordo com os níveis empregados no delineamento.

Portanto, o mais importante não era a quantidade de água por ser aplicada, mas sim, os níveis de *mulching*, com isso, devido a menor capacidade do material usado para o transporte de água (regadores) da fonte até as parcelas era difícil estimar exactamente 10 litros, daí que se optou por usar a capacidade do próprio regador que era de 9 litros como padrão de aplicação. Assim sendo cada parcela recebeu um total de 540 litros de água durante o estudo correspondentes a 60 dias.

Durante a experiência registaram-se precipitações efectivas de 1 (mm) aos 02/09/2014, 3,5 (mm) aos 04/09/2014, 2 (mm) aos 10/09/2014 e 1 (mm) aos 16/10/2014 totalizando um

total de 7,5 (mm) de precipitação registados através de 1 pluviómetro instalado nas extremidades da área experimental.

3.6.3 Recolha de dados

Os dados referentes ao lençol freático foram obtidos pela medição directa através de abertura do solo com sonda holandesa de 7,9cm nos vértices do delineamento fazendo quatro perfurações nos vértices do delineamento, tendo-se registado os seguintes valores: Antes da experiência aos 26/08/2014, nos pontos mais próximos do rio, registou-se 46cm de profundidade, nos pontos afastados do rio registaram-se, 76cm e 82,5cm e no fim da experiência a 01/11/2014, nos pontos mais próximos do rio registou-se descida do nível freático nos pontos próximos do rio segundo os valores a seguir: Ponto mais próximo do rio obteve-se 38cm e 40cm e nos pontos afastados registou-se 84 e 90cm de profundidade.

As amostras eram colhidas nas profundidades de 0-20, 20-40, e 40-60 cm, com auxílio de sonda normal de tubo metálico de diâmetro externo igual a 2,5 cm e diâmetro interno igual a 2,35cm, removendo com cuidadosamente com faca as amostras das camadas de transição para evitar contaminação pela amostra anterior, isto é, nas profundidades de 20-40cm e 40-60cm, conservadas em sacos plásticos duplos devidamente etiquetadas, um contendo amostra do solo e outro contendo informação sobre a profundidade e o número da amostra.

A recolha de amostras era feita com sonda de tubo normal logo 24h após a rega, cujo intervalo de recolha de amostras era de [10-15] dias contados a partir da data do início de rega, isto é, aos 12, 22, 34, 48 e 60 dias nas seguintes datas (1^a amostragem: aos 02/09/2014, 2^a amostragem: aos 16/09/2014, 3^a amostragem: aos 26/09/2014, 4^a amostragem: aos 06//10/2014; 5^a amostragem: aos 21/10/2014 e 6^a a 01/11/2014. Para permitir que o movimento da água cessasse no solo. Durante a pesquisa foram feitas 6 amostragens, sendo a primeira, nas condições naturais para a análise primária do solo, as restantes 5 amostragens a intervalos durante algumas semanas.

Na primeira amostragem colheu-se 48 amostras nas três profundidades num total de 16 parcelas, fazendo uma única perfuração por parcela (antes da inclusão do bloco externo com vegetação natural).

Na segunda amostragem colheu-se 80 amostras incluindo a vegetação natural, sendo que na profundidade de 0-20 cm foram extraídas duas amostras por cada parcela em pontos diferentes bem distanciados com um raio aproximado de 50 cm dum ponto de recolha para

outro e nas restantes profundidades nomeadamente 20-40 cm e 40-60 cm, colheu-se uma amostra.

Na terceira e quarta amostragem foram recolhidas 60 amostras, extraídas nas profundidades de [0-20] cm; [20-40] cm e [40-60] cm fazendo uma única perfuração por parcela, incluindo as amostras da coluna de vegetação natural.

Na quinta amostragem foram colhidas apenas 20 amostras somente na profundidade de [0-20] cm cujo critério de recolha de amostras foi feita extraído 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 seria possível diminuir o coeficiente de variação, após ter se suspeita da distribuição irregular dos sais, não só ao longo do perfil vertical do solo mas também ao longo do perfil horizontal.

Na sexta amostragem colheu-se apenas 60 amostras nas três profundidades incluindo a vegetação natural. Nessa amostragem foi usado o mesmo critério aplicado na quinta amostragem, mas dessa vez nas três profundidades e juntando as amostras correspondentes a mesma parcela profundidade.



Fig.3.3: Imagem da área do delineamento (i). Recolha de amostras (ii)

3.6.4 Salinidade

Para a determinação do teor de sais contidos no solo, recorreu-se o método de RICHARDS (1954), que consiste em medir a condutividade do extracto do solo saturado na

proporção solo-água de 1:5, isto é, misturou-se 4mL de extracto do solo com 20mL de água destilada em pequenos sacos plásticos por meio de seringas plásticas visivelmente graduadas de capacidades iguais a 4mL e 10mL, respectivamente e seguidamente passando por uma agitação violenta durante dois minutos e deixando repousar por cinco minutos para permitir que os espaços porosos das partículas fossem preenchidos pela água.

Para a medição da condutividade eléctrica usou-se Conductivímetro de marca EXTECH bem calibrado em nível M 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e em nível H 12.88mS/cm o à que significa boa calibração em dois níveis nomeadamente: médio e alto, após a introdução Conductivímetro lia-se os primeiros valores marcados no Conductivímetro, obedecendo bloco a bloco de forma sequenciada segundo a ordem das amostras.

A determinação da condutividade eléctrica da água de rega (rio Govuro) através do Conductivímetro de marca (EXTECH) foi de aproximadamente igual 1,2dS/m, ao 26 de Agosto de 2014 antes da experiência, durante a experiência foi de aproximadamente 1,2dS/mãos 13 de Outubro de 2014 e no fim da experiência foi aproximadamente igual a 1,3dS/m. Este último valor registado foi de um lugar diferente pertencente a mesma fonte de água (rio Govuro), devido ao abaixamento do nível freático do poço habitual, houve a necessidade de mudança de lugar de captação de água.

A condutividade eléctrica do extracto do solo saturado (CE_e) é expressa em mS/cm ou dS/m, ambas unidades são iguais, deste modo, usou-se seguinte a correlação (EUDOXIE & CARTER, 2006).

$$CE_e = -0,1893 + (3,031 \times CE_5) \quad \text{Equação (7)}$$

Onde:

- CE_5 e CE_e são em mS/cm

Esta correlação foi criada por EUDOXIE & CARTER na base da regressão linear de CE_e e CE_5 obtida no estudo em 14 tipos de solos de Trinidad. A relação entre a condutividade eléctrica da pasta saturada foi altamente correlacionada com a $CE_{1:5}$ ($r^2= 0.99$, $p < 0.001$).

A aplicação da correlação de Eudoxie & Carter no presente estudo é devido os resultados obtidos por Eudoxie e Carter que foram mais significativos que os dos estudos relatados por outros pesquisadores como ZANG *et al.*, (2005) & SHIROKOVA *et al.*, (2000), e também por existir todos tipos de solos representativo dos solos tropicais dos 14 tipos de solos estudados por (Eudoxie & Carter, 2006) e pela tendência dos valores da CE_e em

aproximar ao valor da condutividade eléctrica da água do rio Govuro pela qual empregue no processo de rega para a remoção de sais no solo.



Figura 3.4: Mistura do extracto do solo com solo e água destilada (i). Medição da salinidade (ii)

Fonte: AUTOR (2014).

3.6.5 Humidade

Recolhidas as amostras de solo foram levadas ao Instituto de Formação dos Professores (IFP) para a secagem em estufa a uma temperatura constante de 105°C por um período de 24h. Para isso, as amostras foram submetidas a leituras dos pesos iniciais na balança de $\pm 0,1g$ de precisão antes de entrarem em estufa, isto é, medição do peso húmido e posteriormente colocadas em pequenas latas de sardinha que também foram pesadas e devidamente enumeradas segundo o número de ordem das amostras. Após a secagem voltou-se a pesar as amostras na balança para a leitura do valor do peso, desta vez apoiando-se de um vasilhame plástico de iogurte como isolador entre a balança e as latas que continham as amostras retiradas do forno, para que não danificasse a balança devido a temperatura quente das amostras.

A humidade foi determinada através do quociente entre o peso da água e o peso seco do solo de acordo com a equação a seguir:

$$H = \frac{PA}{PS} \quad (8)$$

O peso da água foi determinado pela equação que segue:

$$PA = PH - PS \quad (9)$$

Onde:

PA—Peso da água (g);

PH—Peso húmido (g);

PS—Peso seco (g).



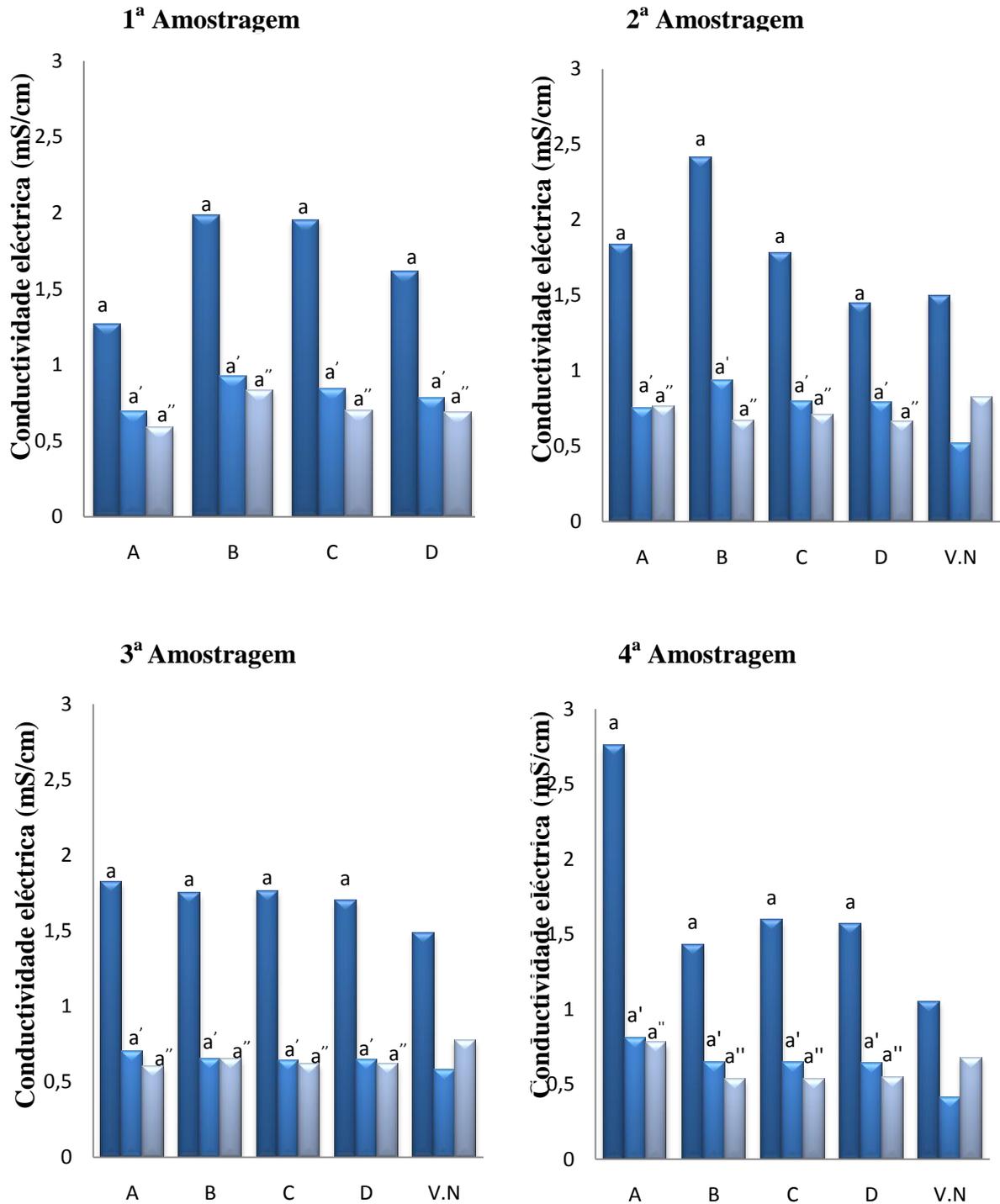
Figura 3.5:Medição do peso das amostras antes de estufa (i). Secagem das amostras (ii).

Fonte: AUTOR, (2014).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos que se seguem representam a análise comparativa dos resultados do efeito dos tratamentos sobre a salinidade do solo pelo teste de Duncan.

4.1 Efeito dos tratamentos na salinidade do solo



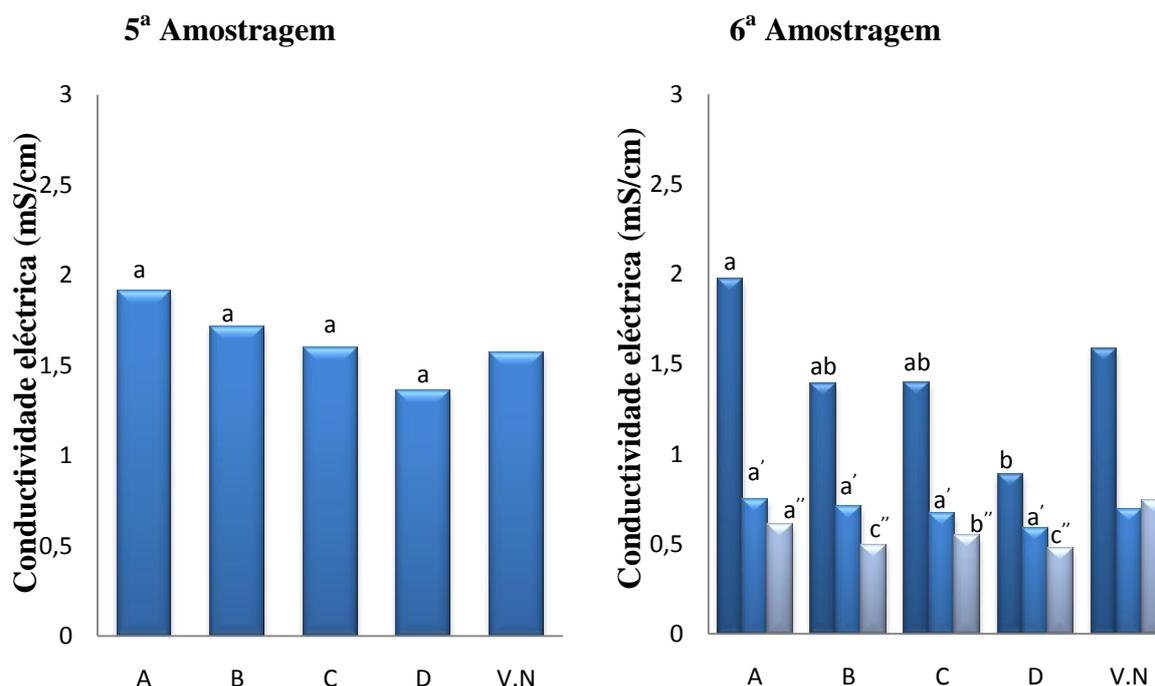


Figura nº 4.1: Efeitos dos tratamentos na salinidade do solo.

Legenda:

X: Tratamentos (A= 0t/ha; B = 3t/ha; C = 6t/ha; D = 12t/ha).

Y= CE_e (mS/cm); Z= Profundidade (cm).

V.N- vegetação natural

Exemplo: 1ª amostragem, b Tratamento A

1º gráfico: Z= [0-20] cm; **2º gráfico:** Z= [20-40] cm; **3º gráfico:** Z= [40-60] cm.

Mesma letra nos gráficos referentes a mesma profundidade indica semelhanças significativas entre os tratamentos e diferentes letras indica diferenças significativas entre os tratamentos no teste de variação de amplitudes múltiplas de Duncan. Exemplo1:1ª amostragem Z= [0-20] cm: tratamento A=a e tratamento B=b – Indica diferença significativas entre os tratamentos. Exemplo2: tratamentos A=a e tratamento B=a – não há diferenças significativas entre os tratamentos.

De acordo com o gráfico de salinidade, na primeira amostragem (antes de aplicação dos tratamentos) observa-se que a maior concentração de sais se localizava-se na superfície do solo e decresciam com o aumento da profundidade, com isso, pode-se dizer que a salinidade

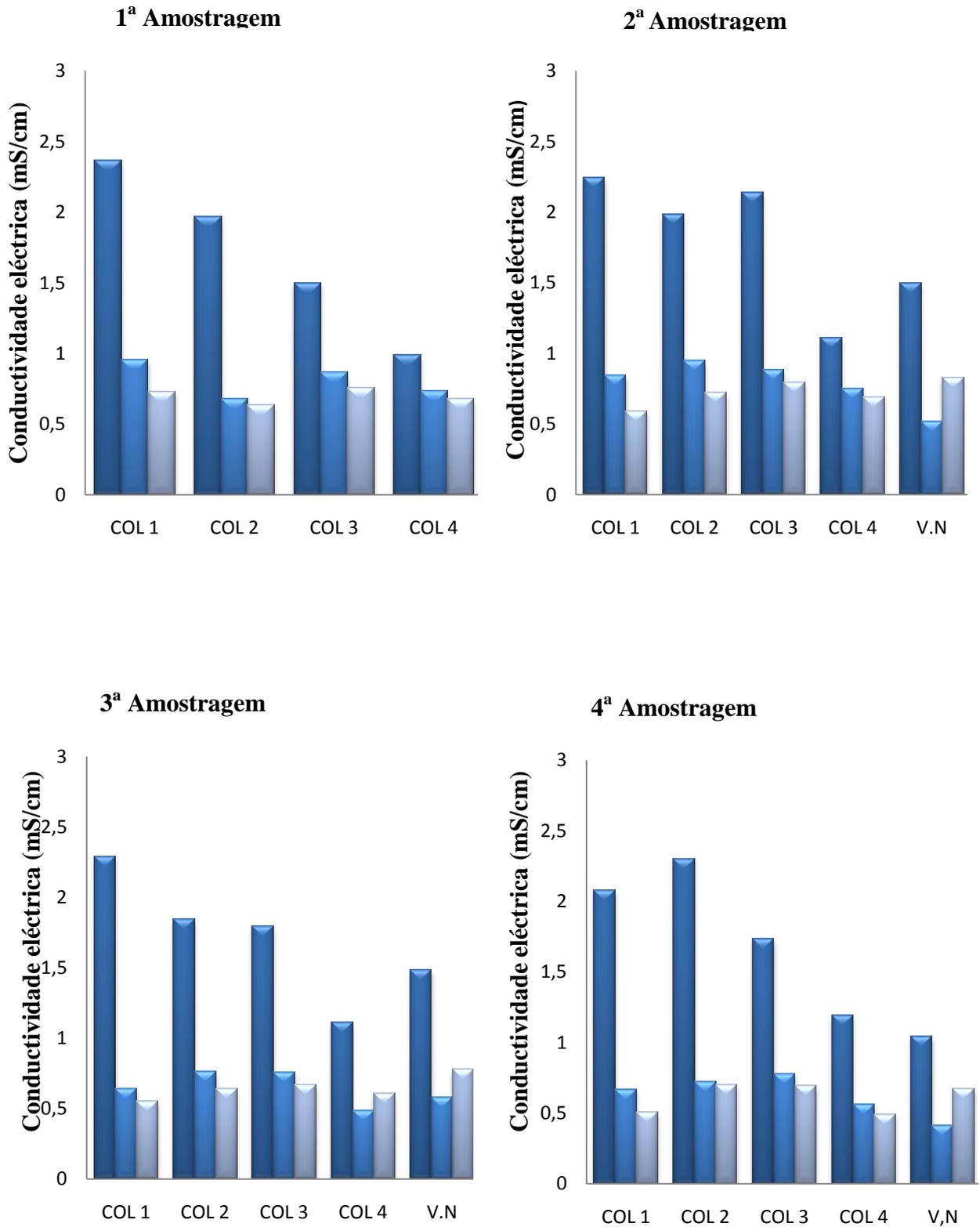
do solo era regulada sob condições naturais e pela cobertura natural do solo (vegetação natural).

A diminuição dos índices de salinidade se observam a partir da terceira amostragem ate a última amostragem. De acordo com o gráfico da quarta amostragem notar-se a tendência de crescimento dos valores da quinta amostragem em relação aos da quarta amostragem devido a distribuição irregular dos sais não só ao longo do perfil vertical, mas também ao longo do perfil horizontal. De referir que essa tendência de variação sequencial na redução sais se deve ao critério usado na recolha de amostras do solo partir da quinta amostragem, cujo procedimento foi descrito no capítulo da metodologia.

De acordo com os gráficos dos efeitos dos tratamentos na salinidade do solo, nota-se que para o tratamento “D” (com mais *mulching*), com gráficos menores relativamente aos dos restantes tratamentos a partir da segunda amostragem até a última amostragem (sob efeito de *mulching*), com isso, pode-se dizer que o tratamento “D” foi o mais eficiente na redução da salinidade do solo.

O tratamento “A” (sem *mulching*) pode-se observar que todos os seus gráficos são mais prolongados em relação aos dos restantes tratamentos incluindo a vegetação natural, o que significa que mesmo com a irrigação não houve redução da salinidade do solo, mas sim o aumento devido a incidência directa dos raios solares sobre a superfície do solo e pela ausência do movimento de ar provocando a subida de sais à superfície devido a maior perda de água todas amostragens

4.2 Efeitos das colunas na salinidade do solo.



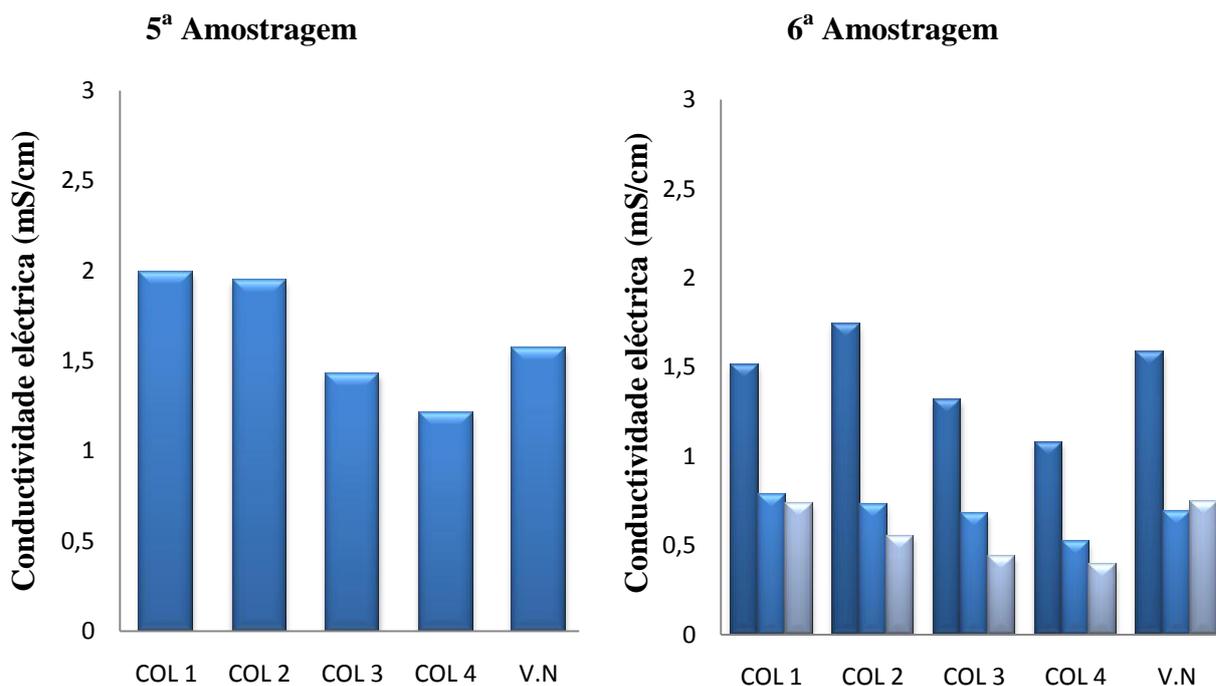


Figura nº 4.2: Efeitos das colunas na salinidade do solo.

Legenda:

X= (Col1; Col2; Col3 e Col4)

Y=CE (mS/cm)

V.N- vegetação natural

Col- Coluna;

Exemplo: Col1

1º gráfico: Z= [0-20] cm; 2º gráfico: Z= [20-40] cm; 3º gráfico: Z= [40-60] cm.

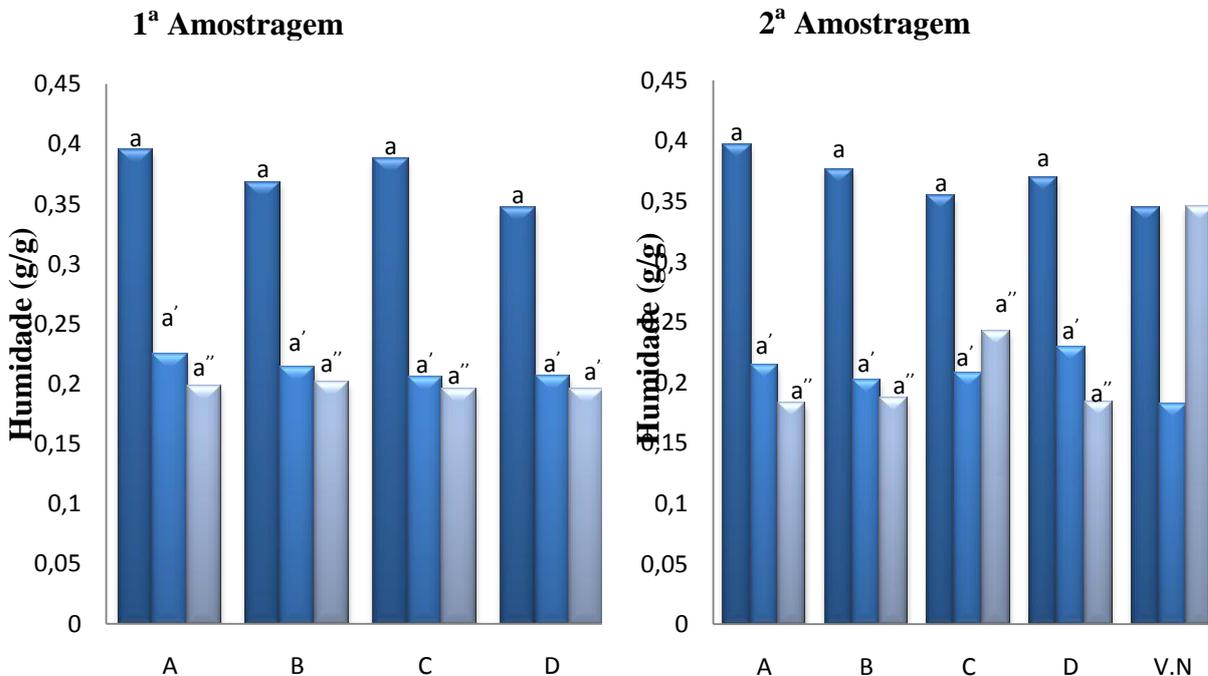
Mesma letra nos gráficos referentes a mesma profundidade indica semelhanças de significativa entre os tratamentos e diferentes letras indica diferenças significativas entre as colunas no teste de variação de amplitudes múltiplas de Duncan. Exemplo1:1ª amostragem Z= [0-20] cm: Col1 a, Col2 b – Indica diferença significativas entre os tratamentos. Exemplo2: Col1 a e Col2 a – não há diferenças significativas entre as colunas.

A ordem das colunas foi predisposta paralelamente ao rio Govuro, com isso, a posição das colunas está também de acordo com proximidade ao rio.

De acordo com os gráficos acima, verifica-se que em todas as colunas segundo a situação na proximidade ao rio nota-se que todas elas obedecem uma ordem hierárquica (decrecente) quanto aos níveis de salinidade do solo apesar da observância das tendências de redução dos níveis de sais.

A primeira coluna indica maior conteúdo de sais no solo em relação a segunda, a segunda também com mais teor de sais em relação a terceira e assim sucessivamente, isso deve-se ao maior conteúdo de sais com a diminuição da profundidade do lençol freático que alimenta a superfície de acordo com a profundidade do lençol freático, isto é, quanto mais próximo estiver o lençol freático rico em sais, maior é a contaminação desse solo em sais.

4.3 Efeito dos tratamentos na humidade do solo



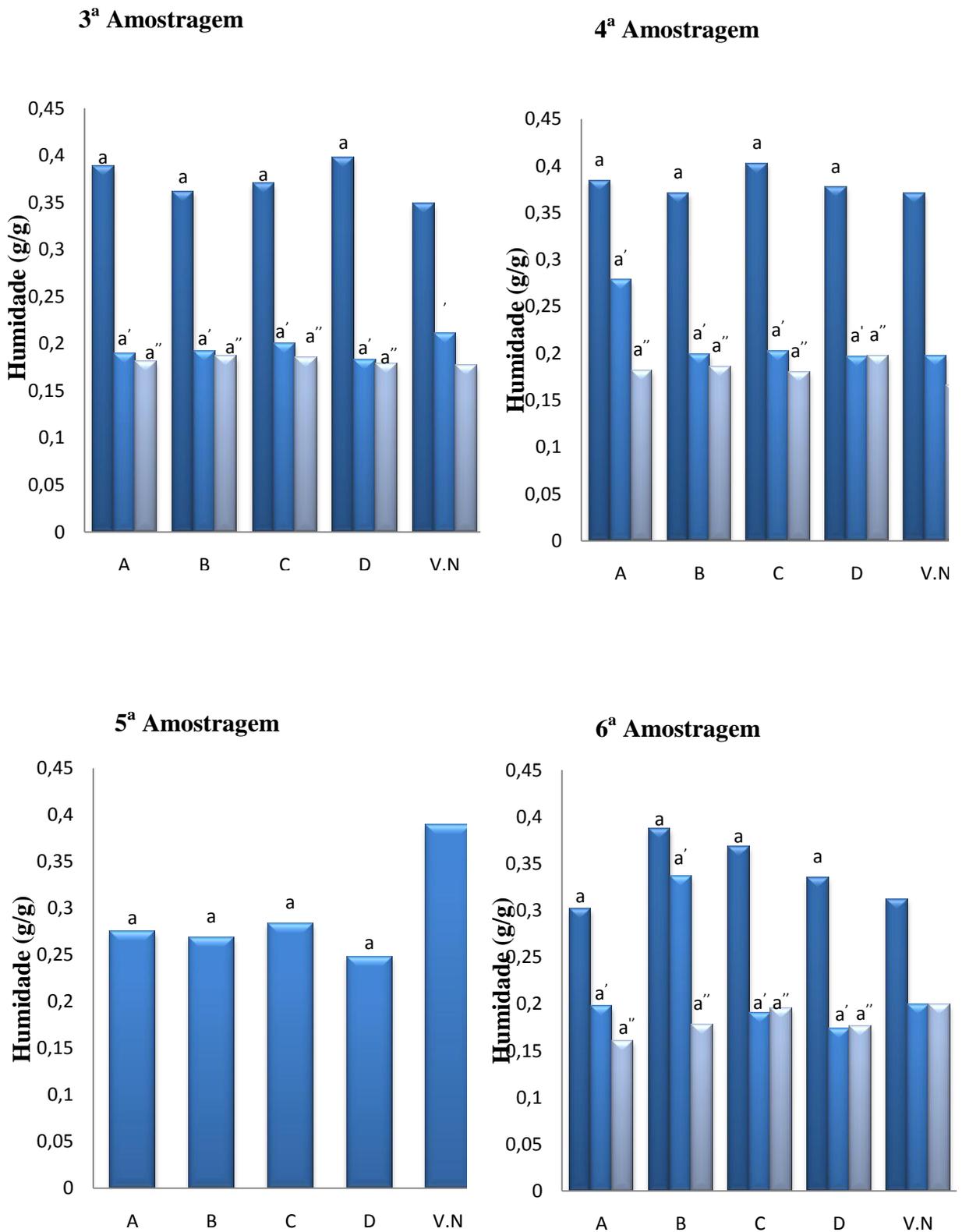


Figura 4.3 Efeitos dos tratamentos na humidade do solo

Legenda:

X= Tratamentos (A= 0 t/ha; B = 3 t/ha; C = 6 t/ha; D = 12 t/ha).

Y= Humidade (g/g); Z= Profundidade (cm).

Exemplo: Tratamento A

V.N-vegetação natural

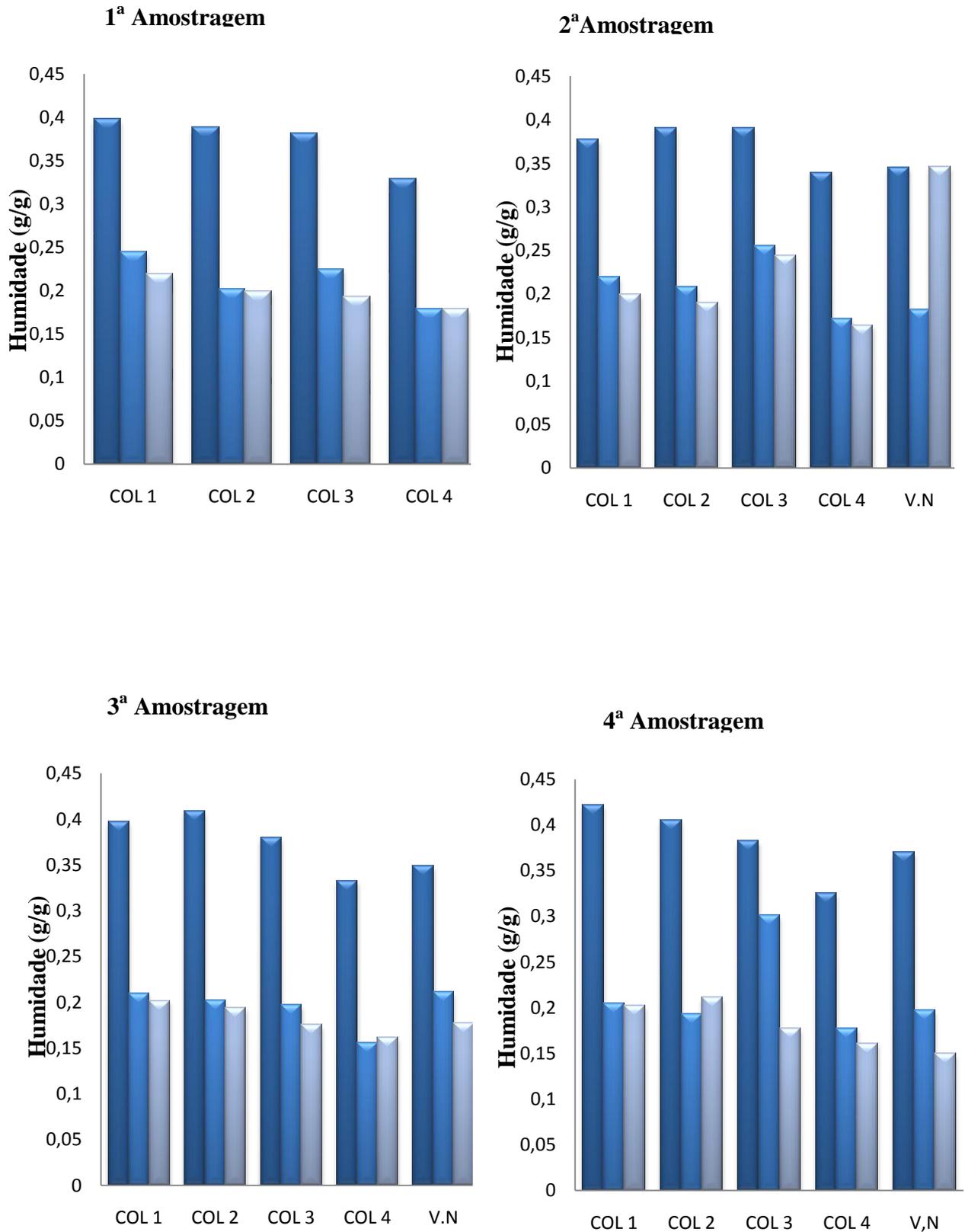
1^a gráfica: Z= [0-20] cm; 2^o gráfico: Z= [20-40] cm; 3^o gráfico: Z= [40-60] cm.

Mesma letra nos gráficos referentes a mesma profundidade indica semelhanças de significativa entre os tratamentos e diferentes letras indica diferenças significativas entre os tratamentos. Exemplo1:1^a amostragem Z= [0-20] cm: tratamentos A=a e tratamento B=a – Indica diferença significativas entre os tratamentos. Exemplo2: tratamentos A=a e tratamento B=a – não há diferenças significativas entre os tratamentos

Partindo do gráfico da primeira amostragem (antes dos efeitos dos tratamentos) até a última amostragem observa-se maiores valores absolutos para profundidade de 0-20 cm seguida de 20-40 cm e por último de 40-60 cm, com isso, pode-se dizer que na profundidade de 0-20 cm detinha maior humidade, seguida da profundidade de 20-40 cm e em diante em todas as amostragens, facto este que se pode explicar pelo facto da vegetação natural sob acção das raízes na absorção da água elevando deste modo a humidade na superfície do solo.

De acordo com os gráficos nota-se um aumento dos valores após a aplicação dos tratamentos em relação a primeira amostragem, com isso pode-se dizer que houve influência dos tratamentos na humidade do solo. Em suma, de acordo com a tendência dos gráficos das amostragens pode-se dizer que com a irrigação houve equilíbrio na humidade do solo em todos os tratamentos incluindo a vegetação natural.

4.4 Efeitos das colunas na humidade do solo



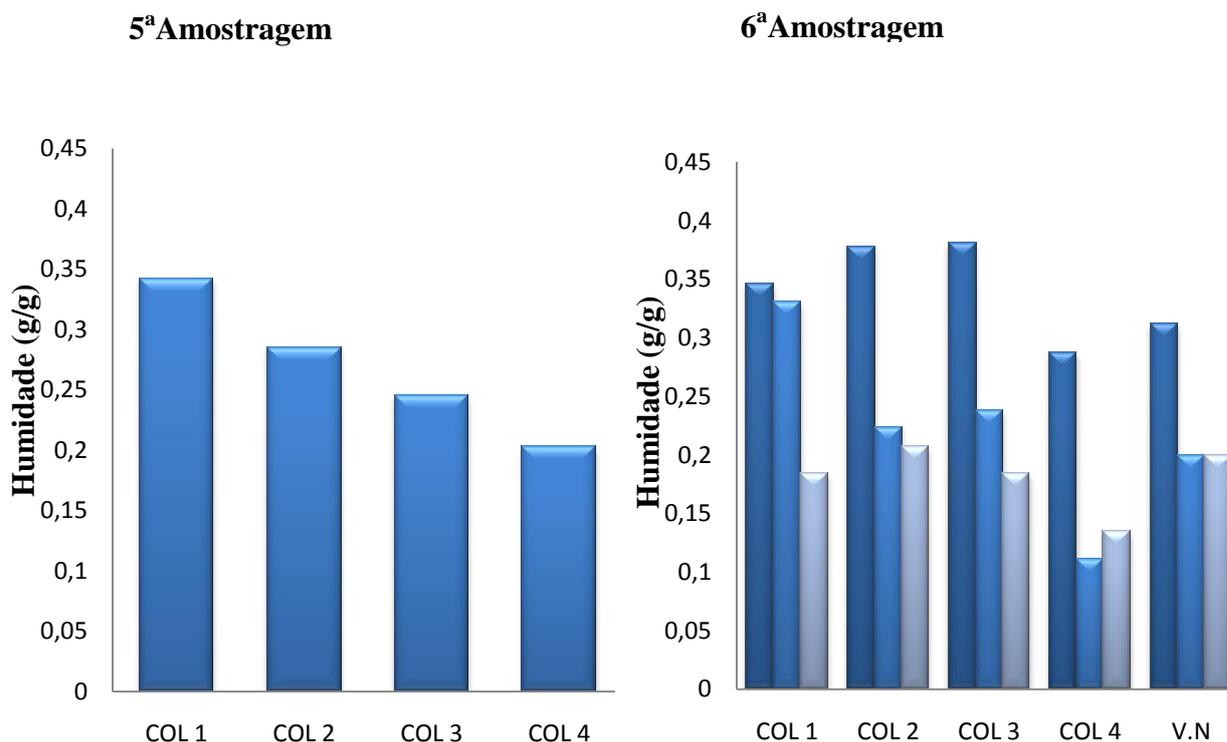


Figura 4.4: Efeitos das colunas na humidade do solo

Legenda:

X= (Col1;Col2;Col3;Col4)

Y= Humidade (g/g)

Col- Coluna;

V.N-vegetação natural

Exemplo: Col1

1º gráfico: Z= [0-20] cm; **2º gráfico:** Z= [20-40] cm; **3º gráfico:** Z= [40-60] cm

Mesma letra nos gráficos referentes a mesma profundidade indica semelhanças de significativa entre os tratamentos e diferentes letras indica diferenças significativas entre as colunas. Exemplo1:1ª amostragem Z= [0-20] cm: Col1 a, Col2 b – Indica diferenças significativas entre os tratamentos. Exemplo2: Col1 a e Col2 a – não há diferenças significativas entre as colunas.

Dos gráficos acima, pode-se notar que há uma ordem decrescente em quase todas amostragens na altura dos gráficos e ou dos valores numéricos partindo da primeira coluna até a quarta coluna excepto a vegetação natural. Isto significa que a humidade do solo era influenciada pelo lençol freático, isto é, as colunas próximas ao rio apresentam maior humidade devido a proximidade do lençol freático à superfície a medida que se afasta do rio a humidade diminui na coluna.

V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusões

- O uso de *mulching* é uma melhor estratégia para conservação de água no solo, pois reduz significativamente a perda de água no solo por evaporação em relação a um solo nú, e condiciona o manejo de salinidade do solo.
- A eficiência da dessalinização e conservação da água no solo depende da quantidade de *mulching*. Sendo assim, o tratamento de maior nível de cobertura proporcionou maior eficiência na dessalinização na superfície do solo. Na última amostragem a um nível de irrigação aproximadamente igual a evapotranspiração de 12 t/ha de *mulching* diminuição significativa da salinidade do solo (0-20cm de profundidade) de 2,0dS/m (a 0t/ha *mulching*) a 0,8dS/m (a 12t/ha *mulching*).
- O tratamento A (solo nú) de acordo a análise comparativa apesar da irrigação, concluiu-se que não houve conservação da humidade e conseqüentemente o aumento da salinidade do solo.
- O tratamento D (Maior nível de cobertura do solo) de acordo análise comparativa, concluiu-se que houve maior eficiência na conservação da humidade e na redução da salinidade do solo em relação aos demais tratamentos aplicados.
- Diminuição da salinidade no solo a medida que se distancia do rio.
- Há uma tendência de diminuição da humidade a medida que afasta do rio.
- Diminuição gradual da salinidade e humidade com o aumento da profundidade para todos os tratamentos em todas distâncias do rio.
- A salinidade e humidade da área com vegetação natural tendeu a se assemelhar com as parcelas sem vegetação

5.2 Recomendações

O presente trabalho limitou-se a estudar no manejo de salinidade do solo sob a influência do *mulching* na ausência de culturas tolerantes a mesma. Para melhorar esta análise, recomenda-se que sejam considerados em estudos de pesquisa futuros os seguintes:

Para os agricultores:

- A prática de uma agricultura totalmente ecológica, isto é, livre de agroquímicos.
- Evitar a elevação do nível freático por meio da drenagem e culturas que gastam muita água e árvores.
- Rotação de culturas: culturas que suportam um solo encharcado, isto é, saturado com água e culturas que retiram muitos sais, como por exemplo, arroz-forrageira-algodão, ou arroz – girassol-forrageira ou cana rana grama-sogro-soja.
- Manter a superfície do solo protegida contra a insolação directa, seja por cobertura morta seja por capa vegetal, reduz se igualmente a evaporação.
- Cuidar que o nível freático não suba e fornecer regularmente matéria orgânica.
- É Importante fornecer periodicamente um excesso de água.

Para os próximos pesquisadores:

Considerar outras estratégias de manejo da salinidade do solo no local de forma a recomendar aos agricultores a melhor prática de manejo como:

- O manejo da salinidade com recurso a *mulching* consociado com culturas tolerantes a altos níveis de salinidade.
- Um estudo para avaliar o perigo de sodificação do solo pelo uso da água de irrigação.
- Uso de fonte de água de baixa condutividade eléctrica em relação a do rio Govuro.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, S. & VIEIRA D.E. (2004). Agra meteorologia, Temperatura do solo, Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Pilotas.

AYERS, R.S. & WESTCOT, D.W. (1999). A qualidade da água na agricultura. 2 ed. Campina Grande. UFPB. 153p. Estudos da FAO. Irrigação e Drenagem, 29.

BOHN, H.L. *et al.* (1985). Soil Chemistry. New York, JOHNWILEY & SONS. 341p.

CAMBA, M.O.M, (2007). Estratégias de conservação do solo e água no solo para a produção de milho em regime de sequeiro no regadio no Distrito de Chókwe.

COMUNIDADE EUROPEIA, (2009). Agricultura sustentável e conservação dos solos. Processos de degradação do solo. Ficha informativa nº 4

CRUCIANI, D.E. (1997). Drenagem agrícola para recuperação dos solos afectados por sais. in: simpósio “manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada”. Campina grande: ufpb.

DIAS, N.S & BLANCO, F (2010). Manejo de salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.

DIELEMAN, P.J. *et al.* (1980). Elementos para el proyecto de drenaje. Roma, FAO, 52p. (Estúdios FAO: Riego e Drenaje, 38).

DIELEMAN, P.J. & TRAFFORD, B.D. (1980). Ensayos de drainage. Roma, FAO, 52p. (Estúdios FAO: Riego e Drenaje, 28).

EVANS, E.R.V, (2000bs). Mulching trees and shru. NC State University.

FILGUEIRA, H.J.A. & SOUTO, J.S. (1995). Avaliação de quatro níveis de relação solo: água para a caracterização da condutividade eléctrica em solos da região de Patos, PB. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 22. Manaus, Anais, pp.282-283.

GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E., MEDEIROS, J. F, (1997). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Paraiba: UFPB.

GOVERNO DO DISTRITO DE VILANKULO, (2005). Plano de Desenvolvimento Distrital.

ILRI (1989). Effectiveness and Social/Environmental Impacts of Irrigation Projects: a Review, In: Annual Report 1988 of the International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, the Netherlands pp. 18–34.

INIA (1995). Manual para a descrição do solo e codificação para o banco de dados (SDB), pp28.

JOSE E. Q.*et al.*, (2010). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados 2010. Avaliação e monitoramento da salinidade dos solos p64.

JUNIOR, J. A. L.& SILVA, A. L. P.(2010).Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos.

LOURENÇO, R.S *et al.*, (2002). Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate, Brasil.

MEDEIROS, J. F. &GHEYI, H. R. (1994). A qualidade da água de irrigação. Campina Grande: UFPB, 60p.

MEDEIROS de, J. F. & DAMASCENO, F. V. A. (1991). Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, Campina Grande: UFPB, 218p. 29. Revisado 1.

MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL & DIREÇÃO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO LOCAL, (2005). Série: Perfis Distritais.

MUNICIPIO DE VILANKULO (2009).

PRIMAVESI, A, (2002). Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais. (9ª ed., São Paulo, Livraria Nobel, p, 444, 454,456.

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, Cap. 3. p. 69-111.

RHOADES, J.D. (1994). Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. *Advances in Agronomy*, v.49, p.201-51,

RHOADES, J. D. *et al.*, (2000). Uso das águas Salinas para produção agrícola. Capina Grande: UFPB.

RICHARDS, L.A. (1954). Diagnostico y rehabilitacion de suelos salinos y sodicos. México: Ed. Limusa. 172p.

SANTOS, R.V; HERNANDEZ, F.F.F. (1997). Recuperação dos solos afectados por sais. in: GHEYI, H. R. *et al.*, (eds.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina grande: ufpb-sbea. Cap. 10, p.319-361.

SHANNON, M.C. &GRIEVE. M.(1999). Tolerance of vegetable crop to salinity. Science Horticulture, v 78.5-38

SMEDEMA, L.K. & RYCROFT, D.W. (1983). Land drainage: Baltsford. Ltd, London, 376 pp.

SILVA, A.S. (1994). Sistemas pressurizados de irrigação: aspersão convencional localizada. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 257 p.

ULZURRUN, M.D.D. (2000). Salinidade e alcalinidade del suelo em relación com el riego de drenaje. In: MÁSTER INTERNACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE. Madrid: CENTERMAPYA, 161p.

VENÂNCIO L.S. (2004). Tese de licenciatura: Diagnóstico da salinidade dos solos no bloco irrigado pelo D11- caso da margem directa do sistema de regadio de Chókwè.

WIT, H.A. (1993). Apontamentos da disciplina de Fertilidade de solo, FAEF, Maputo. 116pp.

APÊNDICE I. Cálculo da variância para condutividade eléctrica.

1ª amostragem. (antes de alocação dos tratamentos).

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	1,5323 (A)	1,8687 (C)	2,4749 (B)	1,3414 (D)
Lin 2	1,7778 (B)	1,6535 (D)	1,2716 (A)	1,0200 (C)
Lin 3	2,2688 (D)	1,6445 (A)	1,0443 (C)	0,9655 (B)
Lin 4	3,8783 (C)	2,7174 (B)	1,1868 (D)	0,6139 (A)

C.V = 42,6%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	1,162709808	0,387569935	0,74	4,76	9,78
Coluna	3	4,271615003	1,423871668	2,70	4,76	9,78
Tratamento	3	1,363292888	0,454431295	0,86	4,76	9,78
Erro	6	3,161074671	0,526845778			
Total	15	9,95869337				

Z=[20-40]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,8382 (A)	0,6442 (C)	1,2201 (B)	0,7261 (D)
Lin 2	0,9473 (B)	0,8412 (D)	0,7897 (A)	0,7927 (C)
Lin 3	0,8321 (D)	0,4715 (A)	0,7382 (C)	0,7655 (B)
Lin 4	1,1898 (C)	0,7533 (B)	0,7230 (D)	0,6654 (A)

C.V = 20,29%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,062047147	0,020682382	0,77	4,76	9,78
Coluna	3	0,185037042	0,061679014	2,29	4,76	9,78
Tratamento	3	0,113555382	0,037851794	1,41	4,76	9,78
Erro	6	0,161520449	0,026920074			
Total	15	0,52216002				

Z=[40-60]cm

Conductividade eléctrica (mSc/m)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,4099 (A)	0,7624 (C)	0,7079 (B)	0,5866 (D)
Lin 2	1,0079 (B)	0,5442 (D)	0,8806 (A)	0,6836 (C)
Lin 3	0,7352 (D)	0,4169 (A)	0,5836 (C)	0,7988 (B)
Lin 4	0,7624 (C)	0,8140 (B)	0,8625 (D)	0,6473 (A)

C.V = 23,03%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,090866252	0,03028875	1,16	4,76	9,78
Coluna	3	0,036065602	0,012021887	0,46	4,76	9,78
Tratamento	3	0,403702557	0,040240224	1,55	4,76	9,78
Erro	6	0,156049971	0,026008328			
Total	15	0,403702557				

2ª Amostagem. Cálculo da variância após 12 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	1,6505 (A)	1,7491 (C)	4,1164 (B)	0,9943 (D)
Lin 2	2,2885 (B)	1,4383 (D)	1,9835 (A)	1,2247 (C)
Lin 3	2,1749 (D)	2,6932 (A)	1,2747 (C)	1,1987 (B)
Lin 4	2,8569 (C)	2,0521 (B)	1,1686 (D)	1,0136 (A)
Veg. Nat.	0,7776	1,3171	2,0506	1,8294

C.V = 48,58%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,378377645	0,126125881	0,15	4,76	9,78
Coluna	3	3,209251915	1,069750638	1,3	4,76	9,78
Tratamento	3	1,945316375	0,648438791	0,79	4,76	9,78
Erro	6	4,938133976	0,823022329			
Total	15	10,47107991				

Z=[20-40]cm

Condutividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,7867 (A)	0,7746 (C)	0,8321 (B)	0,4715 (D)
Lin 2	0,8140 (B)	0,8352 (D)	0,8958 (A)	0,6715 (C)
Lin 3	1,0383 (D)	0,7291(A)	0,9987 (C)	1,2535 (B)
Lin 4	0,7291 (C)	0,8412 (B)	0,8079 (D)	0,5988 (A)
Veg. Nat.	0,3693	0,4775	0,4775	0,7533

C.V = 20,25%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,203754125	0,067918041	2,48	4,76	9,78
Coluna	3	0,04080775	0,013602583	0,5	4,76	9,78
Tratamento	3	0,077240185	0,025746728	0,79	4,76	9,78
Erro	6	0,16415612	0,027359353			
Total	15	0,48595818				

Z=[40-60]cm

Condutividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,5775 (A)	0,7624 (C)	0,6169 (B)	0,5351 (D)
Lin 2	0,5624 (B)	0,6836 (D)	1,0079 (A)	0,7291(C)
Lin 3	0,6260 (D)	0,7200 (A)	0,7382 (C)	0,7897 (B)
Lin 4	0,5866 (C)	0,7048 (B)	0,8079 (D)	0,6988 (A)
Veg. Nat.	0,3229	0,8594	1,0564	1.0534

C.V = 16,38%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,033293661	0,011097877	0,97	4,76	9,78
Coluna	3	0,086092021	0,02869734	2,51	4,76	9,78
Tratamento	3	0,019727906	0,006575968833	0,58	4,76	9,78
Erro	6	0,068467536	0,011411256			
Total	15	0,207581124				

3ª amostragem Cálculo da variância após 22 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	2,1991 (A)	2,1415 (C)	2,1567 (B)	1,1656 (D)
Lin 2	2,3476 (B)	1,9627 (D)	2,0445 (A)	1,0079 (C)
Lin 3	2,3598 (D)	1,9112 (A)	1,6475(C)	1,1383 (B)
Lin 4	2,2476(C)	1,3565 (B)	1,3080 (D)	1,1322 (A)
Veg. Nat.	2,2658	1,1959	1,5747	0,8958

C.V = 15,20%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,370890797	0,123630965	1,73	4,76	9,78
Coluna	3	2,833033518	0,944344505	13,23	4,76	9,78
Tratamento	3	0,030478004	0,010159335	0,14	4,76	9,78
Erro	6	0,428308858	0,071384809			
Total	15	3,66271118				

Z=[20-40]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,6169 (A)	0,8260 (C)	0,8261 (B)	0,5533 (D)
Lin 2	0,6473 (B)	0,8928 (D)	1,0049 (A)	0,3878 (C)
Lin 3	0,6594 (D)	0,6988 (A)	0,7109 (C)	0,5169 (B)
Lin 4	0,6382 (C)	0,6291(B)	0,4927 (D)	0,4866 (A)
Veg. Nat.	0,3681	0,4987	0,7382	0,7018

C.V = 21,29%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,069113216	0,203037738	1,16	4,76	9,78
Coluna	3	0,202654656	0,067551552	3,4	4,76	9,78
Tratamento	3	0,089700065	0,002990002167	0,15	4,76	9,78
Erro	6	0,119068975	0,019844829			
Total	15	0,399866854				

Z=[40-60]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,4987 (A)	0,4745 (C)	0,6715 (B)	0,4411 (D)
Lin 2	0,5563 (B)	0,7927 (D)	0,7473 (A)	0,7442 (C)
Lin 3	0,5806 (D)	0,5594 (A)	0,6048 (C)	0,6382 (B)
Lin 4	0,5594 (C)	0,7442 (B)	0,6473 (D)	0,5957 (A)
Veg. Nat.	0,5624	0,5412	0,9867	1,0170

C.V = 14,53%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,074542812	0,024847604	0,02	4,76	9,78
Coluna	3	0,032145471	0,010715157	1,36	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0079783365	0,0026594455	0,34	4,76	9,78
Erro	6	0,047352669	0,007892111583			
Total	15	0,162019289				

4ª amostragem: Cálculo da variância após 34 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	2,2052 (A)	1,8081 (C)	1,6717 (B)	1,4262 (D)
Lin 2	1,6475 (B)	1,1565 (D)	2,7599 (A)	1,2535 (C)
Lin 3	2,3749 (D)	4,8725 (A)	1,2171 (C)	1,0201 (B)
Lin 4	2,0779 (C)	1,3654 (B)	1,2959 (D)	1,0655 (A)
Veg. Nat.	0,8837	0,8867	1,0443	1,3535

C.V = 48,72%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	1,819192485	0,606397495	0,77	4,76	9,78
Coluna	3	2,795417465	0,931805821	1,18	4,76	9,78
Tratamento	3	4,380586728	1,460195576	1,84	4,76	9,78
Erro	6	4,7498	0,791646187			
Total	15	13,745073877122				

Z=[20-40]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,6776 (A)	0,6412 (C)	0,7867 (B)	0,5412 (D)
Lin 2	0,6473 (B)	0,7382 (D)	1,0928 (A)	0,6018 (C)
Lin 3	0,6503 (D)	0,9019 (A)	0,6321 (C)	0,5472 (B)
Lin 4	0,6958 (C)	0,6018 (B)	0,6109 (D)	0,5624 (A)
Veg. Nat.	0,2775	0,3669	0,4027	0,5988

C.V = 16,07%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,0491557	0,016385233	1,36	4,76	9,78
Coluna	3	0,102216615	0,034072205	2,83	4,76	9,78
Tratamento	3	0,084373775	0,028124590	2,34	4,76	9,78
Erro	6	0,07226116	0,012043526			
Total	15	0,30800725				

Z=[40-60]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,4442 (A)	0,4442 (C)	0,4533 (B)	0,3987 (D)
Lin 2	0,5109 (B)	0,7503 (D)	1,2141 (A)	0,5381 (C)
Lin 3	0,5139 (D)	0,9473 (A)	0,5836 (C)	0,5169 (B)
Lin 4	0,5685(C)	0,6503 (B)	0,5260 (D)	0,4927 (A)
Veg. Nat.	0,4896	0,4472	0,7139	1,0473

C.V = 25,15%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,215833152	0,071944384	3,19	4,76	9,78
Coluna	3	0,158119592	0,0527653	2,34	4,76	9,78
Tratamento	3	0,168375709	0,506245236	2,5	4,76	9,78
Erro	6	0,135319364	0,0225553227			
Total	15	0,677647817				

5ª Amostragem: Cálculo da variância após 48 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	1,9082 (A)	1,7839 (C)	1,4232 (B)	0,9807 (D)
Lin 2	2,3416 (B)	1,5505 (D)	1,8778 (A)	1,3626 (C)
Lin 3	1,7414 (D)	2,7508 (A)	1,2535 (C)	1,3808 (B)
Lin 4	1,9809(C)	1,6990 (B)	1,1595 (D)	1,1292(A)
Veg. Nat.	1,0655	1,3626	1,7081	2,1506

C.V = 18,32%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,302995305	0,100998435	1,11	4,76	9,78
Coluna	3	1,779871425	0,593290475	6,53	4,76	9,78
Tratamento	3	0,651680285	0,217226761	2,39	4,76	9,78
Erro	6	0,545301955	0,090883659			
Total	15	3,27984897				

6ª Amostragem: Cálculo da variância após 60 dias de efeito dos tratamentos

Z=[0-20]cm

Conductividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	2,0688 (A)	1,7202 (C)	1,2141 (B)	0,8352 (D)
Lin 2	1,7778 (B)	1,2595 (D)	1,9445 (A)	1,0140 (C)
Lin 3	0,4080 (D)	2,5356 (A)	1,0534 (C)	1,1322 (B)
Lin 4	1,8021 (C)	1,4474 (B)	1,0504 (D)	1,3383 (A)
Veg. Nat.	0,9534	1,2777	2,0142	2,0930

C.V = 26,69%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,106601462	0,03553382	0,25	4,76	9,78
Coluna	3	0,952129367	0,317376455	2,23	4,76	9,78
Tratamento	3	2,3522962808	0,784320935	5,52	4,76	9,78
Erro	6	0,852555643	0,142092607			
Total	15	4,26424928				

Z=[20-40]cm

Condutividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,7564 (A)	0,7139 (C)	0,6806 (B)	0,4069 (D)
Lin 2	0,9928 (B)	0,6745 (D)	0,8867 (A)	0,6927 (C)
Lin 3	0,6442 (D)	0,8534 ()	0,5230 (C)	0,4745 (B)
Lin 4	0,7382 (C)	0,6867 (B)	0,6383 (D)	0,5048 (A)
Veg. Nat.	0,4502	0,7321	0,6382	0,9564

C.V = 13,53%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,094341825	0,031447275	3,73	4,76	9,78
Coluna	3	0,155982885	0,051994295	6,16	4,76	9,78
Tratamento	3	0,055439115	0,018479705	2,19	4,76	9,78
Erro	6	0,050649127	0,00844152125			
Total	15	0,35641531				

Z=[40-60]cm

Condutividade eléctrica (mS/cm)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,8140 (A)	0,5685 (C)	0,3996 (B)	0,3020 (D)
Lin 2	0,6988 (B)	0,4957 (D)	0,5412 (A)	0,4624 (C)
Lin 3	0,7200 (D)	0,6533 (A)	0,4502(C)	0,3805 (B)
Lin 4	0,7200 (C)	0,5018 (B)	0,3808 (D)	0,4381 (A)
Veg. Nat.	0,6473	0,6776	0,8018	0,8564

C.V = 4,97%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,005052912	0,001684304	2,4	4,76	9,78
Coluna	3	0,278176676	0,092724557	132	4,76	9,78
Tratamento	3	0,045610154	0,01503384	21,40	4,76	9,78
Erro	6	0,0042146958	0,0007024493			
Total	15	0,333056817				

APÊNDICE II. Cálculo da variância para humidade.

1ª Amostragem: Antes de alocação dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,4031 (A)	0,4205 (C)	0,3590 (B)	0,3082 (D)
Lin 2	0,4301 (B)	0,4066 (D)	0,4501 (A)	0,3284 (C)
Lin 3	0,3358 (D)	0,3612 (A)	0,3787 (C)	0,3163 (B)
Lin 4	0,4231 (C)	0,3670 (B)	0,3387 (D)	0,3643 (A)

C.V = 7,94%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,006261872	0,002087290667	2,36	4,76	9,78
Coluna	3	0,011409697	0,00380323233	4,30	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0054401565	0,0018133855	2,05	4,76	9,78
Erro	6	0,005308135	0,0008839689167			
Total	15	0,028415539				

Z=[20-40]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2551 (A)	0,2037 (C)	0,2526 (B)	0,1922 (D)
Lin 2	0,2435 (B)	0,2113 (D)	0,2439 (A)	0,1572 (C)
Lin 3	0,2245 (D)	0,2039 (A)	0,2053 (C)	0,1699 (B)
Lin 4	0,2556 (C)	0,1886 (B)	0,1983 (D)	0,1963 (A)

C.V = 8,58%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,001296903	0,000432301	1,3	4,76	9,78
Coluna	3	0,009737753	0,003245917667	10,72	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0009079405	0,0003026468333	0,91	4,76	9,78
Erro	6	0,0019959515	0,00033265833			
Total	15	0,013938548				

Z=[40-60]cm

Humidade (g/g)					
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	
Lin 1	0,2155 (A)	0,2023 (C)	0,1866 (B)	0,1836 (D)	
Lin 2	0,2251 (B)	0,1932 (D)	0,2039 (A)	0,1681 (C)	
Lin 3	0,2191 (D)	0,1943 (A)	0,1922 (C)	0,1848 (B)	
Lin 4	0,2177 (C)	0,2092 (B)	0,1868 (D)	0,1819 (A)	

C.V = 5,07%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,0000077475	0,0000025825	0,26	4,76	9,78
Coluna	3	0,0033154875	0,0011051625	11,04	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0001051525	0,00003505083333	0,35	4,76	9,78
Erro	6	0,0006007171	0,0001001195167			
Total	15	0,0040029105				

2ª Amostragem: Cálculo da variância após 12 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)					
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	
Lin 1	0,4030 (A)	0,3539 (C)	0,3577 (B)	0,3283 (D)	
Lin 2	0,3906 (B)	0,4008 (D)	0,4245 (A)	0,3185 (C)	
Lin 3	0,3454 (D)	0,3771 (A)	0,3753 (C)	0,3266 (B)	
Lin 4	0,3716 (C)	0,4329 (B)	0,4031 (D)	0,3840 (A)	
Veg. Nat.	0,2904	0,3542	0,3813	0,3543	

C.V = 5,2%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,0046346165	0,001544872167	4,07	4,76	9,78
Coluna	3	0,0070735865	0,002357862167	6,21	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0037284565	0,001242818833	3,27	4,76	9,78
Erro	6	0,0022792345	0,0003798724167			
Total	15	0,017715884				

Z=[20-40]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2551 (A)	0,1949(C)	0,2030 (B)	0,1548(D)
Lin 2	0,2073 (B)	0,2127 (D)	0,2271 (A)	0,1813(C)
Lin 3	0,2108 (D)	0,2061 (A)	0,2522(C)	0,1800 (B)
Lin 4	0,2036 (C)	0,2190 (B)	0,3395 (D)	0,1680 (A)
Veg. Nat.	0,1471	0,1797	0,1957	0,2075

C. V = 18,5%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,002151233	0,0007170776667	0,46	4,76	9,78
Coluna	3	0,014499073	0,004833024333	3,1	4,76	9,78
Tratamento	3	0,001639433	0,0005464776667	0,35	4,76	9,78
Erro	6	0,0093600479	0,001560013167			
Total	15	0,027649818				

Z=[40-60]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,1951 (A)	0,1935 (C)	0,1782 (B)	0,1548 (D)
Lin 2	0,2011 (B)	0,1862 (D)	0,1820 (A)	0,1557 (C)
Lin 3	0,2061 (D)	0,1922 (A)	0,4286 (C)	0,1833 (B)
Lin 4	0,1943 (C)	0,1864 (B)	0,1883 (D)	0,1631 (A)
Veg. Nat.	0,3230	0,6998	0,1796	0,1804

C. V = 29,43

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,015133802	0,005044600833	1,47	4,76	9,78
Coluna	3	0,01390417	0,0044634725	1,3	4,76	9,78
Tratamento	3	0,010232882	0,00341096833	0,99	4,76	9,78
Erro	6	0,0206648729	0,003441413833			
Total	15	0,05940583				

3ª amostragem: Cálculo da variância após 22 dias de efeito dos tratamentos

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 1	Col 1	Col 1
Lin 1	0,3850 (A)	0,4074 (C)	0,3293 (B)	0,3081 (D)
Lin 2	0,4097 (B)	0,4447 (D)	0,4105 (A)	0,3411 (C)
Lin 3	0,4082 (D)	0,4050 (A)	0,3482 (C)	0,3299 (B)
Lin 4	0,3850 (A)	0,4074 (C)	0,3293 (B)	0,3081 (D)
Veg. Nat.	0,2766	0,3314	0,4579	0,3270

C. V = 6, 28%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,0042656255	0,001421875418	2,51	4,76	9,78
Coluna	3	0,0134475	0,004482500167	7,9	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0032983105	0,001099436833	1,94	4,76	9,78
Erro	6	0,003404177	0,0005673628333			
Total	15	0,024415613				

Z=[20-40]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2063 (A)	0,2160 (C)	0,1971 (B)	0,1336 (D)
Lin 2	0,2230 (B)	0,2067 (D)	0,1962 (A)	0,1687 (C)
Lin 3	0,1909 (D)	0,1874 (A)	0,1959 (C)	0,1517 (B)
Lin 4	0,2195 (C)	0,1984 (B)	0,1996 (D)	0,1682 (A)
Veg. Nat.	0,2049	0,2456	0,2143	0,1800

C. V = 5, 02%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,000744325	0,0002481083333	2,69	4,76	9,78
Coluna	3	0,007107615	0,002369205	25,69	4,76	9,78
Tratamento	3	0,000619035	0,000206345	2,24	4,76	9,78
Erro	6	0,0002151975	0,00009223779167			
Total	15	0,00902752				

Z=[40-60]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2000 (A)	0,1958 (C)	0,1787 (B)	0,1590 (D)
Lin 2	0,2093 (B)	0,1948 (D)	0,1781 (A)	0,1658 (C)
Lin 3	0,2013 (D)	0,1896 (A)	0,1853 (C)	0,1637 (B)
Lin 4	0,1950 (C)	0,1959 (B)	0,1601 (D)	0,1558 (A)
Veg. Nat.	0,1499	0,1700	0,1937	0,1939

C.V = 2,44%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,000238923	0,000079641	3,5	4,76	9,78
Coluna	3	0,003985273	0,001328424333	60,92	4,76	9,78
Tratamento	3	0,000173963	0,00005798766667	2,66	4,76	9,78
Erro	6	0,000130839	0,0000218065			
Total	15	0,004528990				

4ª Amostragem Cálculo da variância após 34 dias, de feito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 2	0,4018 (A)	0,4230 (C)	0,3347 (B)	0,2970 (D)
Lin 3	0,4276 (B)	0,3778 (D)	0,4004 (A)	0,3658 (C)
Lin 4	0,4075 (D)	0,4169 (A)	0,3697 (C)	0,3194 (B)
Lin 1	0,4513 (C)	0,4020 (B)	0,4250 (D)	0,3180 (A)
Veg. Nat.	0,2522	0,3910	0,3701	0,4680

C.V = 7,25%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,0029301615	0,0009767205	1,26	4,76	9,78
Coluna	3	0,021450326	0,007150108833	9,23	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0022493315	0,00075971667	0,97	4,76	9,78
Erro	6	0,004647385	0,00077456475			
Total	15	0,031277204				

Z=[20-40]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2124 (A)	0,1995 (C)	0,2436 (B)	0,1918 (D)
Lin 2	0,2008 (B)	0,1953 (D)	0,5673 (A)	0,2121 (C)
Lin 3	0,1966 (D)	0,1886 (A)	0,1905 (C)	0,1619 (B)
Lin 4	0,2078 (C)	0,1889 (B)	0,2024 (D)	0,1446 (A)
Veg. Nat.	0,1982	0,1971	0,2160	0,1804

C. V = 41,07%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,031795447	0,010598482	1,31	4,76	9,78
Coluna	3	0,037260112	0,012420037	1,54	4,76	9,78
Tratamento	3	0,018775367	0,006258455833	0,77	4,76	9,78
Erro	6	0,048532264	0,008088710667			
Total	15	0,13636319				

Z=[40-60]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2075 (A)	0,1914 (C)	0,1954 (B)	0,1344 (D)
Lin 2	0,1969 (B)	0,2581 (D)	0,1701 (A)	0,1550 (C)
Lin 3	0,2031(D)	0,1980 (A)	0,1727 (C)	0,1545 (B)
Lin 4	0,2024 (C)	0,1964 (B)	0,1713 (D)	0,1527 (A)
Veg. Nat.	0,1556	0,1532	0,1670	0,1878

C. V = 11,94%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,000541065	0,0001807025	0,37	4,76	9,78
Coluna	3	0,0092237575	0,003097919167	6,35	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0003032475	0,0001010825	0,21	4,76	9,78
Erro	6	0,00292673	0,0004877883333			
Total	15	0,01305481				

5ª amostragem. Cálculo da variância após 48 dias de efeito dos tratamentos

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,3893 (A)	0,2970 (C)	0,1849 (B)	0,1916 (D)
Lin 2	0,3834 (B)	0,2761 (D)	0,2340 (A)	0,2037 (C)
Lin 3	0,2516 (D)	0,2667 (A)	0,2897 (C)	0,2050 (B)
Lin 4	0,3436 (C)	0,3016 (B)	0,2729 (D)	0,2102 (A)
Veg. Nat.	0,4323	0,3735	0,3690	0,3829

C.V = 18,65%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,001831537	0,0006105123333	0,24	4,76	9,78
Coluna	3	0,042225361	0,01407512	5,6	4,76	9,78
Tratamento	3	0,0027428665	0,0009142888333	0,36	4,76	9,78
Erro	6	0,0150070409	0,002513234917			
Total	15	0,061879174				

6ª amostragem: Cálculo da variância após 60 dias de efeito dos tratamentos.

Z=[0-20]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,3437 (A)	0,3427 (C)	0,3942 (B)	0 3064 (D)
Lin 2	0,4079 (B)	0,3798 (D)	0,3228 (A)	0,3471 (C)
Lin 3	0,2229 (D)	0,3672 (A)	0,3750 (C)	0,3231 (B)
Lin 4	0,4069 (C)	0,4219 (B)	0,4304 (D)	0,1719 (A)
Veg. Nat.	0,2777	0,3788	0,4025	0,1893

C.V = 20,14%

ANOVA

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,004156815	0,001385617167	0,28	4,76	9,78
Coluna	3	0,022677181	0,0075590605	1,54	4,76	9,78
Tratamento	3	0,016976276	0,005658758837	1,15	4,76	9,78
Erro	6	0,029434407	0,0049057345			
Total	15	0,073244679				

Z=[20-40]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,2322 (A)	0,2205 (C)	0,2440 (B)	0,1381 (D)
Lin 2	0,7041 (B)	0,1922 (D)	0,2891 (A)	0,1184 (C)
Lin 3	0,1962 (D)	0,1706 (A)	0,2334 (C)	0,0906 (B)
Lin 4	0,1903 (C)	0,3094 (B)	0,1685 (D)	0,0983 (A)
Veg. Nat.	0,1393	0,1702	0,2710	0,2175

C.V = 51,9%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Mdia quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,057211042	0,019074014	1,41	4,76	9,78
Coluna	3	0,096673772	0,03222459	2,38	4,76	9,78
Tratamento	3	0,068437302	0,022812434	1,69	4,76	9,78
Erro	6	0,081230864	0,013538477			
Total	15	0,30356398				

Z=[40-60]cm

Humidade (g/g)				
	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4
Lin 1	0,1766 (A)	0,2684 (C)	0,2354 (B)	0,1608 (D)
Lin 2	0,1789 (B)	0,2128 (D)	0,2159 (A)	0,1759 (C)
Lin 3	0,1943 (D)	0,1527 (A)	0,1790 (C)	0,1307 (B)
Lin 4	0,1856 (C)	0,1355 (B)	0,1656 (D)	0,0720 (A)
Veg. Nat.	0,1170	0,1539	0,3203	0,2053

C.V = 16,34%**ANOVA**

Origem de variação	Graus de liberdade	Soma quadrática	Média quadrática	Fcal	Ftab $\alpha=0,05$	Ftab $\alpha=0,01$
Linha	3	0,012087067	0,0040290225	4,79	4,76	9,78
Coluna	3	0,011145922	0,0037153075	4,42	4,76	9,78
Tratamento	3	0,00253188	0,0008439608333	1,00	4,76	9,78
Erro	6	0,0050464585	0,0008410764167			
Total	15	0,03081133				