



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA
DIRECÇÃO DOS SERVIÇOS ESTUDANTÍS E REGISTO ACADÉMICO
FACULDADE DE AGRICULTURA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Projecto final

**Eficiência de mudas de *Leucaena leucocephala* na
redução dos níveis de sais no solo em Xinavane**

**Monografia apresentada e defendida como requisito para obtenção do grau de
licenciatura em Engenharia Florestal**

Autor: Edmilson Rodrigues Nhautse

Tutor: Eleutério José Gomes Mapsanganhe, MSc

Lionde, Setembro de 2019



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

**Eficiência de mudas de *Leucaena leucocephala* na
redução dos níveis de sais no solo em Xinavane**

Tutor: Eleutério José Gomes Mapsanganhe, MSc



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Projecto de licenciatura sobre “Eficiência de mudas de *Leucaena leucocephala* na redução dos níveis de sais no solo em Xinavane”, apresentado ao curso de Engenharia Florestal na Faculdade de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de licenciatura em Engenharia Florestal.

Tutor: Eleutério José Gomes Mapsanganhe, MSc



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Declaração

Declaro por minha honra que este trabalho é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do(s) meu(s) tutor(es), o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, _____ de _____ de 2019

(Edmilson Rodrigues Nhautse)

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
LISTA DE ANEXOS.....	vi
DEDICATÓRIA.....	vii
AGRADECIMENTOS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1.0 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Problema de estudo e Justificação.....	3
1.2 Objectivos.....	4
1.2.1 Geral:.....	4
1.2.2 Específicos.....	4
1.3 Hipóteses.....	4
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Origem da <i>Leucaena</i>	5
2.2 Descrição Botânica de <i>Leucaena leucocephala</i>	5
2.2.1 Variáveis edáficas.....	7
2.2.2 Usos.....	7
2.2.3 Adaptação climática e do solo.....	8
2.2.3.1 Temperatura.....	8
2.2.3.2 Luz.....	8
2.2.3.3 Requisitos de precipitação e tolerância à seca.....	9
2.2.3.4 Tratamento de sementes.....	9
2.2.3.5 Plantio.....	9
2.2.3.6 Produtividade.....	9
2.3 Salinidade de solos.....	11

2.3.1 Classificação do solo quanto a presença de sais	12
2.3.2 Efeito da salinidade nas plantas e solo.....	12
2.3.3 Mecanismo de tolerância à salinidade	13
2.4 Emprego de plantas na recuperação de solos salinizados (Fitorremediação)	14
2.4.1 Aplicação da fitorremediação	15
2.4.2 Vantagens e desvantagens da fitorremediação	16
2.5 Potencial hidrogeniônico (pH).....	17
3.0 METODOLOGIA	19
3.1 Métodos.....	19
3.2 Descrição da área de estudo	20
3.2.1 Clima e Hidrografia	21
3.2.2 Relevo e solos	21
3.3 Coleta de amostras de solo.....	22
3.4 Análises de pH do solo	23
3.5 Layout do ensaio	23
3.6 Pré-germinação de mudas de Leucaena.....	24
3.7 Repicagem/transplante para solo salinizado	24
3.8 Rega	24
3.9 Coleta de solo a partir das bolsas para análise de pH	25
3.10 Análise de pH do solo.....	25
3.11 Análise de dados	25
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Análise do pH inicial	26
4.2 Variação do pH	28
4.3 Análise do pH aos 50 dias dos solos com muda e sem muda.....	29
4.4 Análise do pH aos 70 dias dos solos com muda e sem muda.....	32
4.5 Altura das plantas (mudas).....	35
4.6 Comprimento da raiz.....	37

5.0 CONCLUSÕES	39
6.0 RECOMENDAÇÕES	40
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
8.0 Apêndice	46
9.0 ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Espécies do género <i>Leucaena</i>	6
Tabela 2: Classificação dos solos afetados por sais.....	13
Tabela 3: Materiais.....	19
Tabela 4: Descrição dos tratamentos.....	23
Tabela 5: Resultados da análise de pH inicial no campo 7.11.....	26
Tabela 6: Dados do pH 50 dias.....	29
Tabela 7: Dados do pH 70 dias.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa do distrito da Manhiça.....	20
Figura 2: Local da colecta.....	22
Figura 3: Variação do pH.....	28
Figura 4: Teste de comparação de médias do solo aos 50 dias.....	30
Figura 5: Teste de comparação de médias do solo aos 70 dias.....	33
Figura 6: Altura das plantas.....	35
Figura 7: Comprimento da raiz.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – Análise de variância

cm – Centímetros

CEs – Condutividade elétrica

DCC – Delineamento completamente casualizado

EN1 – Estrada Nacional número 1

FAO – Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

Ha/ha – hectares

KCl – Cloreto de potássio

kg – Kilogramas

m – Metros

MAE – Ministério da administração estatal

ml – mililitros

mm – milímetros

pH – Potencial hidrogênico

PST – Percentagem de sódio trocável

t – toneladas

Lista de símbolos

Na⁺ - Catião de sódio

Ca⁺⁺ - Catião de cálcio

Mg⁺⁺ - Catião de Magnésio

Cl⁻ - Anião de cloro

SO₄⁻ - Anião sulfato

HCO₃⁻ - Anião bicarbonato

CO₃⁻ - Anião carbonato

°C – Graus centígrados

LISTA DE ANEXOS

8.1 Colecta de amostras de solo usando trado manual.....	48
8.2 Colecta de amostras do solo a partir das bolsas.....	49
8.3 Layout do ensaio.....	49

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,

Rodrigues Nhautse e Alice Nhautse pela luta e perseverança para que todos os seus filhos possam estudar.

As minhas irmãs,

Mércia, Eura, Lélia, Deucreciana e Célia, por dividirem comigo o incentivo dos nossos pais e por sempre ajudarem.

A Deus,

Que permitiu realizar este sonho.

AGRADECIMENTOS

Na conjugação do verbo agradecer, cabe mais do que uma palavra, ela é a expressão de gestos, momentos, ensinamentos, olhares, encontros, começos, recomeços, criações, recriações, compreensão, estender de mãos, coração aberto, mas sobretudo seu significado se traduz em pessoas.

Por isso agradeço a elas: as pessoas que me ofereceram conquistas diárias, aquelas que encheram de alegria o meu coração, aquelas que ocuparam o seu tempo para me levar diversas mensagens de encorajamento, aquelas que estiveram comigo em todos desafios da vida e a todas aquelas pessoas que acreditaram que o esforço será recompensado pela magnitude do resultado.

Agradeço a Deus, ao sacrifício que a minha família fez até aqui, ao ISPG instituição a qual tive o prazer de frequentar e aprender bastante.

Agradeço a todos meus colegas de curso (Engenharia Florestal) e a todos colegas de faculdade. A todos amigos de diversos cursos que me ajudaram a realizar o trabalho de laboratório em especial ao Keven Mutatiua do curso de Engenharia Agrícola.

Agradeço a empresa Açucareira de Xinavane por dar a oportunidade de poder fazer este trabalho, aos supervisores e funcionários desta empresa.

Agradeço ao meu tutor, Eleutério Mapsanganhe, e a todos docentes do curso de Engenharia Florestal, que durante esses anos transmitiram seus conhecimentos valiosos.

Desta forma, aos muitos de mim, endereço meu sincero agradecimento!

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o objectivo de avaliar o potencial da *Leucaena leucocephala* na redução dos níveis de sais, ou seja, na recuperação de solos salinizados, com enfoque no pH do solo. O experimento foi conduzido no Posto Administrativo de Xinavane, usando solo dos campos da empresa Açucareira de Xinavane SARL(Tongaat Hullet), num delineamento completamente casualizado (DCC) com 4 tratamentos divididos em dois períodos (50 e 70 dias) e 16 repetições. Os tratamentos foram denominados: Solo com muda aos 50 dias (SCP50), solo sem muda aos 50 dias (SSP50), solo com muda aos 70 dias (SCP70) e solo sem muda aos 70 dias (SSP70). As variáveis medidas foram pH do solo, altura das plantas e comprimento da raiz. Os resultados das análises de pH dos SCP50 e SSP50 revelaram que houve uma redução do pH do solo quando usado o teste de comparação de médias de Tukey a 95% de significância, comparando os valores de pH obtidos na análise inicial e os valores dos SCP50 e SSP50, tornando assim os solos não salinos, entretanto, não houve diferença significativa entre SCP50 e SSP50, tendo os SSP50 reduzido mais o pH em relação aos SCP50. Os resultados das análises de pH dos SCP70 e SSP70 revelaram que houve uma redução ainda mais acentuada do pH do solo, tendo sido usado também o teste de comparação de médias de Tukey a 95% de significância, onde foram também comparados os valores iniciais do pH e os valores do pH dos SCP70 e SSP70, onde observou-se o menor valor de pH do solo (6,34), provando assim que ao andar do tempo, a muda reduziu a salinidade do solo. A salinidade do solo não afectou o crescimento em altura da planta tendo alturas médias de 38,15 e 39,4 nos SCP50 e SCP70 respectivamente, tendo sido encontrada a planta com maior altura nos SCP70 com 48.3 cm. A média de comprimento da raiz dos SCP50 foi de 25,7 cm e dos SCP70 24,82 cm.

Palavras chave: *Leucaena leucocephala*, Recuperação de solos degradados, Fitorremediação, pH.

ABSTRACT

This study was developed to evaluate the potential of *Leucaena leucocephala* in reducing salt levels, focusing on soil pH. The experiment was carried out in Xinavane, using soils from the fields of Sugar Company of Xinavane (Tongaat Hullet), in a completely randomized design (CRD) with 4 treatments divided into two periods (50 and 70 days) and 16 replications. The treatments were named: Moulting soil at 50 days (SCP50), Soil without moulting at 50 days (SSP50), Moulting soil at 70 days and soil without moulting at 70 days (SSP70). The measured variables were soil pH, plant height and root length. The results of the pH analysis of SCP50 and SSP50 revealed that there was a reduction in soil pH when the Tukey mean comparison test was used at 95% of confidence, comparing the pH values obtained in the initial analysis and the values of SCP50 and SSP50, thus making non saline soils, however, there was no significant difference between SCP50 and SSP50, with SSP50 lowering pH more than SCP50. The results of pH analysis of SCP70 and SSP70 revealed that there was an even more marked reduction in soil pH. The Tukey mean comparison test at 95% of confidence was also used, where the initial pH values were also compared. And the pH values of SCP70 and SSP70, where the lowest soil pH value observed was (6,34), proving that over time, the seedling reduced the soil salinity. Soil salinity did not affect plant height growth with average heights of 38,15 and 39,4 in SCP50 and SCP70 respectively, and the highest plant with 48,3 cm was found at SCP70. The average root length of SCP50 was 25,7 cm and SCP70 24,82.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, Recovery of degraded soils, pH, Phytoremediation.

1.0 INTRODUÇÃO

A acção do homem sobre os ecossistemas de uma forma geral tem causado sérios danos, principalmente quando é realizado manejo inadequado do solo. A retirada da cobertura vegetal, para a agricultura, pecuária, exploração de minérios, construções de cidades e estradas tem deixado grandes áreas expostas a diversos tipos de degradação como a perda da fertilidade e compactação do solo, aceleração dos processos de erosão, contaminação dos recursos hídricos, salinização, entre outros. Isso tem levado a perdas consideráveis de parte dos ecossistemas e principalmente da camada superficial do solo tornando quase irrecuperável. Assim, as atividades de recuperação de áreas degradadas têm um papel fundamental tanto pela importância ambiental como para a sociedade como um todo. Nesse contexto, a *Leucaena* tem se mostrado uma espécie promissora e viável para esta finalidade (Aquino, 2010).

Araújo (2007) realizou uma pesquisa visando selecionar espécies leguminosas arbóreas simbiotes para a recuperação de áreas degradadas. O autor concluiu que para as condições estudadas as leguminosas *Albizia lebeck*, *Gliricidia sepium*, *Caesalpinia ferrea*, *Mimosa hostilis*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa caesalpinifolia* e *Parkinsonia aculeata* podem ser utilizadas em programas de recuperação florestal de áreas degradadas com sucesso.

Leucaena leucocephala tem uma grande variedade de usos e foi essa multiplicidade de papéis que levou para a reputação mundial da espécie como uma “árvore milagrosa”. *Leucaena* é capaz de produzir um grande volume de madeira leve média para combustível (gravidade específica de 0.5-0.75) com humidade baixa e um valor de aquecimento elevado, e faz excelente carvão, produzindo pouca cinza e fumaça (Sandoval, 2013).

A produtividade do solo em várias partes do globo é muito afetada pela alta concentração de sais no solo, que são prejudiciais ao crescimento das plantas (Dardanelli, et al 2009). A grande concentração de sais no ambiente desencadeia vários tipos de estresses físicos e químicos nas plantas, promovendo respostas complexas que envolvem mudanças na morfologia, fisiologia e no metabolismo (Musyimi, et al 2007). A salinidade traz vários problemas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, pode promover distúrbios fisiológicos.

O aumento dos níveis de sais nas camadas superficiais do solo pode afectar negativamente o crescimento das plantas e a produtividade ao ponto de causar morte da planta (Santos, 2016).

Ambientes salinos são caracterizados por elevadas concentrações de sais solúveis (Willadino, et al 2004). Podendo ser ambientes aquáticos, como os oceanos e lagos, ou terrestres, tanto em áreas húmidas e áridas costeiras ou continentais e podem ser de origem natural ou antropogênica (Larcher, 2000).

Entretanto, actividades vêm sendo feitas para que haja recuperação de solos salinizados. Para tal vem sendo usada a fitorremediação como uma das bases para recuperação de áreas salinizadas, por serem de baixo custo. A fitorremediação é a estratégia *in situ* que envolve o emprego de plantas e de microrganismos a elas associados com o fim de controlar ou reduzir os contaminantes do solo e água (Accyoly, et al 2000).

Vários fatores podem afetar o desempenho da fitorremediação, incluindo propriedades do solo, microrganismos da rizosfera, metabolismo da planta e características físico-químicas do contaminante.

Deste modo, o presente trabalho teve como objectivo avaliar a eficiência da *Leucaena leucocephala* na recuperação de solos salinizados, avaliando-se os parâmetros de pH do solo, altura da planta e comprimento da raiz.

1.1 Problema de estudo e Justificação

A salinidade dos solos é um dos estresses abióticos mais severos para diversas espécies e culturas. Actualmente 6% das áreas aráveis do planeta apresentam limitação devido aos níveis de salinidade presentes no solo. Estima-se que até o ano de 2050, 50% dos solos aráveis apresentem limitações devido a salinidade dos solos. Segundo (Danielowski, 2013) citado por (Menezes, 2017), a estimativa da FAO adverte que aproximadamente 50% dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo já apresentam problemas de salinização do solo e que 10 milhões de hectares são abandonados anualmente em virtude desses problemas. Segundo Medeiros *et al.*, (2010), em ambientes de alta concentração de sais as plantas podem sofrer o estresse de três formas: o osmótico, competição e tóxico.

Dentre as fontes de perdas de rendimento na agricultura, a salinidade corresponde a 40% juntamente com a escassez de recursos hídricos, e são considerados os estresses abióticos mais limitantes para a produção agrícola em regiões áridas e semiáridas, onde o conteúdo de sais no solo é naturalmente elevado e a precipitação insuficiente para sua lixiviação (ZHU, 2001).

Os efeitos negativos da salinidade estão directamente relacionados ao crescimento e rendimento das plantas e, em casos extremos, na perda total da cultura. Pode, inclusive, prejudicar a própria estrutura do solo, pois a adsorção 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 (Lima, et al 2010). A presença de solos salinizados em Moçambique esta relacionada com as práticas de manejo dos campos ou farmas agrícolas e a falta de planos de recuperação por parte das empresas que operam em Moçambique. A aplicação de pesticidas ou adubos químicos por um longo período, sem rotação, faz com que os solos estejam espostos a salinização.

Palate (citado por Montemor 2018) constatou que há uma grande parte da Província de Maputo onde ja não se esta a produzir absolutamente nada pois houve muita salinidade e os terrenos estão gravemente afectados. Não só na província de Maputo, em outras províncias também existe o mesmo problema.

Mathavele (tambem citado por Montemor 2018) constatou que a agricultura e outras actividades envolventes, estão a deixar de ter expressão na província de Gaza por causa da salinização de solos que destroe a matéria orgânica, e afectando assim a produção e a produtividade.

Em Xinavane (Local do estudo), existem solos salinizados que por falta de planos de recuperação estão em disfuncionamento, ou seja, são feitos estudos de análise de solos para apurar se o nível de salinidade de solos mas não há uma intervenção para que os solos voltem ao seu estado normal, ou seja, para que haja a redução dos níveis de salinidade no solo, por isso este foi realizado para apurar se a *Leucaena leucocephala* pode ser usada como meio de remediação de solos salinizados em Xinavane e possivelmente em outras partes de Moçambique com os mesmos problemas.

1.2 Objectivos

1.2.1 Geral:

- Avaliar a eficiência das mudas de *Leucaena leucocephala* na recuperação de solos salinizados;

1.2.2 Específicos:

- Identificar os níveis de concentração de sais através do pH do solo;
- Analisar o efeito da *Leucaena leucocephala* em solos salinizados;
- Comparar os níveis de sais antes e depois de colocar a espécie no solo;
- Identificar a altura e o comprimento da raiz da *Leucaena leucocephala*.

1.3 Hipóteses

Ha: Há efeitos das mudas de *Leucaena leucocephala* na redução da salinidade do solos.

Ho: Não há efeitos das mudas de *Leucaena leucocephala* na redução da salinidade do solos.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem da *Leucaena*

A *Leucaena* tem sua origem nas Américas, onde o seu valor forageiro foi reconhecido há mais de 400 anos pelos conquistadores espanhóis que carregavam-na, alimentavam e semeiavam para alimentar seu estoque. Ocorre naturalmente nos Estados Unidos (Texas), Equador e concentrando-se no México e na América central. De lá se espalhou para vários países de clima tropical onde a *Leucaena* era usada como uma planta de sombra para plantações. Foi introduzida nas Ilhas do Caribe, no Hawai, Austrália, Índia, Indonésia, Malásia, Papua Nova Guiné e outros países do sudoeste da Ásia, no Brasil e em países da África.

2.2 Descrição Botânica de *Leucaena leucocephala*

Leucaena leucocephala, é uma planta arbórea-arbustiva, com altura de 20 m e diâmetro à altura do peito (DAP) de até 30 cm. Possui folhas bipinadas de 15-20 cm de comprimento, com 4 a 10 rolamentos de pata, cada uma com 5 a 10 pares de folíolos. As flores brancas se agrupam em capítulo globular de 1,5-3 cm de diâmetro. Os frutos são vagens planas de 12-18 cm de comprimento e 1,5-2 cm de largura, contendo 15-30 sementes, elípticas, achatadas, de coloração castanha, com 6-8 mm de comprimento e 3-4 mm de largura (Drumond, et al 2010).

Leucaena leucocephala tem uma grande variedade de usos e foi essa multiplicidade de papéis que levou para a reputação mundial da espécie como uma “árvore milagrosa”. *Leucaena* é capaz de produzir um grande volume de madeira leve média para combustível (gravidade específica de 0.5-0.75) com humidade baixa e um valor de aquecimento elevado, e faz excelente carvão, produzindo pouca cinza e fumaça (Sandoval, 2013).

Tabela 1: Espécies do género *Leucaena*

Género	Nome
<i>Leucaena</i>	<i>L. collinsii</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. cuspidate</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. diversifolia</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. esculenta</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. greggii</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. lanceolata</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. macrophylla</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. multicapitula</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. retusa</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. pallida</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. pulverulenta</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. salvadorensis</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. shannoni</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. trichodes</i>
<i>Leucaena</i>	<i>L. leucocephala</i>

Na tabela acima verifica-se o número de espécies do género *Leucaena*. As espécies podem ser distinguidas com base no tamanho de suas árvores, cor da flor, tamanho do folheto e tamanho da vagem. Alguns autores consideram o género *Leucaena* como um complexo de cruzamento capaz de produzir muitos híbridos interespecíficos.

2.2.1 Variáveis edáficas

A *Leucaena* tolera parcialmente solos salinos, desenvolvendo-se bem em solos bem drenados com pH entre 5,5 e 8,5. Não apresenta bom desenvolvimento em solos que contêm altos teores de alumínio. Necessita de cálcio, fósforo, enxofre, zinco, boro e molibdênio para um bom desenvolvimento. É considerada uma espécie capaz de melhorar a qualidade de solos pobres em matéria orgânica, especialmente por apresentar um sistema radicular bem desenvolvido, com capacidade de fixar nitrogênio atmosférico por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e pela solubilização do fósforo por meio de associação com fungos endomicorrízicos vesículo-arbusculares dos gêneros *Glomus* e *Gigaspora*. Não é tolerante a solos mal drenados, especialmente durante o crescimento das mudas. O seu desenvolvimento pode ser reduzido substancialmente durante os períodos de alagamento. No entanto, uma vez estabelecida, pode sobreviver por curtos períodos de humidade excessiva (Drumond, et al 2010)

2.2.2 Usos

Leucaena leucocephala tem uma grande variedade de usos e foi essa multiplicidade de papéis que levou para a reputação mundial da espécie como uma “árvore milagrosa”. *Leucaena* é capaz de produzir um grande volume de madeira leve média para combustível (gravidade específica de 0.50.75) com humidade baixa e um valor de aquecimento elevado, e faz excelente carvão, produzindo pouca cinza e fumaça. Ele também pode ser usado para piso em parquet e pequenos móveis, bem como para pasta de papel (Drumond, et al 2010). Outros usos incluem a produção de colares a partir de sementes e o uso de folhas e sementes jovens como vegetais para consumo humano e animal. Vagens verdes jovens podem ser abertas e comidas cruas ou cozidas. É usada em diversos sistemas agrícolas: como melhoradora de solos, a espécie associa-se simbioticamente com bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam até 500 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, para as variedades K8 e K341, respectivamente. Pode também se associar com fungos micorrízicos, que promovem incrementos tanto no desenvolvimento da planta como na absorção de nutrientes, principalmente viabilizando a utilização do fósforo não disponível para a maioria das culturas. O poder calorífico da madeira está em torno de 4.200 a 4.600 Kcal kg⁻¹ e seu peso específico entre 0,55 e 0,70 g cm⁻³, podendo ser usada como lenha e carvão. A

conversão de carvão é de 34,7% sobre o peso básico, com 81% de carbono fixo e 1,5% de conteúdo de cinzas.

A madeira também pode ser usada em indústrias de transformação para produção de celulose e aglomerados. As fibras são mais curtas que as do gênero *Pinus* e o rendimento para polpa é de 50% a 52%.

Como recuperadora de áreas degradadas pela deposição de rejeitos da mineração de cobre, a leucena destaca-se, alcançando 2,9 m de altura, aos oito meses de idade, com 100% de sobrevivência. Também se constatou que a espécie depois de 15 anos favoreceu o crescimento de outras espécies nativas e o estabelecimento do capim búfel (*Cenchrus ciliaris*), recuperando integralmente a cobertura vegetal da área e constituindo um sistema agroflorestal produtivo (Drumond, et al 2010).

2.2.3 Adaptação climática e do solo

2.2.3.1 Temperatura

A *leucaena* é uma espécie tropical que requer temperaturas amenas (temperaturas entre 25 e 30°C) para crescimento ótimo (Sandoval, 2013). Em latitudes mais altas e em latitudes tropicais elevada o crescimento é reduzido.

A *leucaena* não tolera nem as geadas leves que causam a queda das folhas. Geadas pesadas matam todo o crescimento acima do solo, embora as coroas sobrevivam e regeneram vigorosamente no verão seguinte com múltiplos ramos. Existe alguma margem para tolerância à geada reprodutiva em leucena Híbridos de duas e três vias de *L. leucocephala* com *L. retusa* tolerante ao geada mostra-se promissora sugeriram que populações de *L. leucocephala* oriundas de sítios mais elevados o nordeste do México mostrou maior tolerância ao congelamento do que aqueles originários de terras baixas (Drumond, et al 2010).

2.2.3.2 Luz

O sombreamento reduz o crescimento de leucena, embora esta planta tenha tolerância moderada a luz quando comparado com outras leguminosas arbóreas. Sementes de *Leucaena* germinarão e irão se estabelecer satisfatoriamente sob cercas vivas ou sob a espécie *Lantana camara* como método de reabilitação de áreas infestadas, isto querendo dizer que a espécie tolera a sombra.

2.2.3.3 Requisitos de precipitação e tolerância à seca

A *Leucaena* pode ser encontrada com bom desempenho em uma ampla gama de ambientes de chuva de 600 a 1700 mm por ano. Entretanto, os rendimentos baixam em ambientes secos e acredita-se que aumentem linearmente de 800 a 1.500 mm, outros fatores sendo iguais (Sandoval, 2013).

A *Leucaena* é muito tolerante à seca, mesmo durante o estabelecimento. Mudas jovens sobreviveram períodos prolongados de clima seco e estudos de solo e plantas confirmaram que a leucena apresenta melhores características de seca que várias outras leguminosas arbóreas. *Leucaena* é uma espécie de raízes profundas que pode estender suas raízes 5 m para explorar água subterrânea. A *Leucaena* pode ser encontrada em regiões mais secas, com precipitações em torno de 250 mm e resiste a períodos de estiagem superiores a oito meses e um déficit hídrico anual de até 870 mm segundo o descrito por Drumond et al (2010).

2.2.3.4 Tratamento de sementes

A *Leucaena* se propaga facilmente por sementes, sendo que um quilo contém de 15 mil a 22 mil sementes. A *Leucaena* recém-colhida frequentemente tem um alto grau de semente dura devido a um caroço impermeável, caroço esse que deve ser quebrado antes da semente absorver água e germinar. A escarificação para quebrar essa dormência geralmente envolve tratamento com água quente (água fervente por 4 s) ou ácido sulfúrico concentrado durante 5-10 min).

2.2.3.5 Plantio

A *leucaena* pode ser plantada por sementes ou mudas 'nuas'. Grandes áreas são melhor plantadas por sementes em fileiras em leitos de sementes totalmente preparados ou em faixas cultivadas em pastagens existentes.

2.2.3.6 Produtividade

A fertilidade do solo e a precipitação influenciam na produtividade da matéria seca da *Leucaena*. Os rendimentos de forragem comestíveis variam de 3 a 30 t de matéria seca / ha / ano. Para os subtrópicos onde a taxa de crescimento baixa por conta das limitações da temperatura, o rendimento tende a reduzir chegando a apenas 1,5-1,0 t de forragem /ha / ano. Em experimentos de competição de variedades realizados no em Campo Grande (Brazil), usando-se espaçamento de 3 m entre linhas e 1 metro entre covas, foram obtidas produções de 5,6 a 9,0 t MS/ha na

fração utilizável para forragem, em regime de um corte anual, no início da estação seca (Embrapa, 2008).

Os intervalos de corte para promover altos rendimentos variam. Intervalos maiores entre a desfolha aumentaram o rendimento total, contudo a proporção de madeira também pode aumentar, levando ao declínio na qualidade da forragem.

2.2.3.7 Toxicidade

Drumond et al (2010) constatou que Alguns estudos desenvolvidos na Austrália relatam que a folhagem da leucena é tóxica quando ministrada como alimento único por período prolongado, pela grande quantidade de mimosina existente na sua composição. Este aminoácido apresenta-se na proporção de 3% a 5% da proteína total e seu efeito manifesta-se por disfunções metabólicas com perda de pelos, salivação e perda de peso. Entretanto, nos animais ruminantes, a ocorrência de intoxicações é praticamente inexistente, devido à presença de bactérias que digerem, satisfatoriamente, a mimosina no rúmen dos animais.

2.2.3.8 Pragas e doenças

Em regiões mais húmidas, as sementes armazenadas são susceptíveis ao ataque de fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Para a desinfecção obtêm-se bons resultados com a aplicação de dissulfato de tetrametil tiuram e Captan. Estes produtos podem ser tóxicos ao homem e ao meio ambiente, devendo ser utilizados conforme as recomendações dos fabricantes.

Na Austrália, *Jthome lassula* Hodges (Lepidoptera: Cosmopterygidae) tem atacado a floração de *Leucaena leucocephala*, prejudicando a produção comercial de sementes (Drumond, et al 2010).

O parasitóide *Psyllaephagus yaseeni* aparenta ser, particularmente, um agente biológico de controle do psilídeo. Também existem registros da utilização do besouro *Curinus coeruleus* no controle biológico desse psilídeo.

Outra forma de controle para esta praga é o uso de material genético resistente. O gênero *Leucaena* é bastante variável em forma, crescimento e resistência ao psilídeo. Dentro da espécie, já existem materiais tolerantes selecionados que podem ser usados em locais de altas infestações.

2.3 Salinidade de solos

Segundo Toppa & Brambilla (2011) citado por Menezes (2017), salinização é o processo pelo qual sais solúveis se acumulam ao longo do perfil do solo. Os sais solúveis que contribuem efetivamente para salinizar o solo consistem, normalmente, das várias proporções de cátions de sódio (Na^+), cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) e dos aniões cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{--}), bicarbonato (HCO_3^-) e, às vezes, carbonato (CO_3^{--}). A salinidade dos solos é caracterizada por dois aspectos únicos: altos potenciais osmóticos e altas concentrações de Na e outros iões específicos (Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- , etc.), que podem ser tóxicos às plantas.

A área salina continua aumentando em função da utilização das práticas inadequadas de irrigação e drenagem. O efeito da salinidade sobre as plantas tem sido foco de um grande número de pesquisas, devido ao facto de o estresse salino ser um dos factores que limita o crescimento e a produtividade de culturas, bem como a qualidade de sua produção (Rodrigues, et al 2005).

O estresse salino inibe o crescimento das plantas, por aumentar o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade da água e/ou pela acumulação excessiva de iões nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos (Jha, et al 2010). O grau com que cada um desses componentes do estresse influencia o crescimento/desenvolvimento e a qualidade de produção das plantas, é dependente de muitos factores, dentre eles a espécie vegetal, o genótipo e o estágio fenológico, a composição salina do meio, intensidade e duração do estresse e das condições edafoclimáticas e o manejo de irrigação (Rodrigues, et al 2005).

Segundo ainda o mesmo autor a salinidade do solo varia no tempo e no espaço, sendo de importância fundamental o seu monitoramento. Através da capacidade de adaptação osmótica, alguns genótipos conseguem absorver suficiente quantidade de água, mesmo em condições de salinidade elevada. Esta capacidade de adaptação faz com que certas espécies que toleram essas condições sejam usadas na recuperação de solos salinizados, através de absorção de sais no solo.

A salinidade dos solos é uma das causas de estresse ambiental, que é responsável por grandes perdas nas plantas cultivadas ao redor do mundo. Esse problema é mais acentuado em regiões áridas e semiáridas, causada por chuva insuficiente para a lixiviação dos sais em excesso para fora da rizosfera ou mesmo em solos com intensa irrigação.

2.3.1 Classificação do solo quanto a presença de sais

Solos são considerados salinos quando contêm concentração de sais solúveis em quantidades elevadas para interferir no crescimento da maior parte das espécies cultivadas. De acordo com Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos a classificação dos solos salinos baseia-se nos efeitos da salinidade sobre as plantas e do sódio trocável sobre as propriedades do solo, expressos em termos de CEs e PST (Porcentagem de sódio trocável), respectivamente, classificando os solos em três categorias: salina, sódica e salina – sódica (Agroanalise, 2012).

Nesta classificação, o valor estabelecido da CEs para distinguir solos salinos dos não salinos, é fixado em 4 dS m⁻¹. Entretanto, pode-se encontrar plantas sensíveis aos sais que, por sua vez, são passíveis de serem afetados em solos que apresentam CEs entre 2 e 4 dS m⁻¹, razão por que o Comitê de Terminologia da Sociedade Americana de Ciência do Solo, baixou o limite da CEs de 4 dS m⁻¹ para 2 dS m⁻¹, fazendo a distinção entre solos salinos e não-salinos.

Embora sejam classificados como sódicos os solos com PST > 15, vários resultados de estudos, publicados na literatura, têm mostrado efeitos do sódio sobre a estrutura do solo, mesmo em níveis inferiores, sendo mais adequado considerar-se solódico os solos com PST > 7.

Tabela 2: Classificação dos solos afetados por sais de acordo com o laboratório de salinidade dos EUA

Classificação	CE _{es} (dS m ⁻¹ à 25 °C)	PST (%)	pH
Solos salinos	> 4	< 15	< 8,5
Solos salino-sódicos	> 4	> 15	≥ 8,5
Solos sódicos	< 4	> 15	≥ 8,5
Solos sem problemas de sais	< 4	< 15	≤ 7.01

Fonte: Agroanalise (2012)

2.3.2 Efeito da salinidade nas plantas e solo

A grande concentração de sais no ambiente desencadeia vários tipos de estresses físicos e químicos nas plantas, promovendo respostas complexas que envolvem mudanças na morfologia,

fisiologia e no metabolismo (Musyimi, et al 2007). Da mesma forma que a maioria das culturas agrícolas, as respostas das leguminosas forrageiras à salinidade variam muito e dependem de fatores como condições climáticas, propriedades do solo e estado de crescimento (Mnasri, et al 2006).

Dessa forma, é necessário que se utilizem espécies que tolerem essa condição e, se possível, que sejam capazes de melhorar as características físicas e químicas deste solo, o que pode ser conseguido através do plantio de leguminosas arbóreas de crescimento rápido, tolerantes à salinidade. No entanto, para que se obtenha sucesso, é necessário que se conheçam os efeitos da salinidade da espécie a ser empregada.

A redução no crescimento em resposta ao aumento da salinidade no meio de cultivo pode ser atribuída a um efeito direto dos íons Na^+ e Cl^- sobre processos fisiológicos importantes da planta (efeito tóxico), e a um efeito indireto, devido à redução do potencial osmótico da solução do solo, a qual pode induzir condições de estresse hídrico (Cruz, 2003). Essa salinidade interfere na nutrição mineral das plantas levando a deficiência de alguns nutrientes essenciais e também a toxidez de outros elementos. O estresse salino como muitos outros estresses abióticos, inibe o crescimento da planta. O crescimento mais lento é uma característica adaptativa de sobrevivência das plantas sob estresse, pois permite que as plantas contem com vários recursos para combater o estresse. Na natureza, o nível de tolerância ao sal ou a seca muitas vezes parece ser inversamente relacionado com a taxa de crescimento (Zhu, 2001).

Uma das causas da redução da taxa de crescimento sob estresse é devido ao fechamento inadequado dos estômatos e fotossíntese, conseqüentemente a absorção de dióxido de carbono fica limitada (Ghoulam, et al 2002). Para Rocha (2010) a separação entre os componentes do estresse salino não é fácil e, mesmo sendo óbvio que o excesso de determinados íões influenciam a aquisição de nutrientes pela planta, não se sabe, com certeza, se as alterações nos teores de nutrientes minerais contribuem para a redução no crescimento associada à salinidade, ou se são meras conseqüências da redução no crescimento.

2.3.3 Mecanismo de tolerância à salinidade

O efeito osmótico do estresse salino pode ser suportado pelo ajuste osmótico de células, favorecido pela redução da área foliar e pela concentração de osmorreguladores orgânicos e inorgânicos. Quando esse ajuste se dá pelo acúmulo de íões inorgânicos e a planta suporta ou

evita o efeito tóxico dos iões, a massa de matéria seca das folhas pouco é alterada, verificando-se crescimento em espessura. Por outro lado, caso a planta não tenha mecanismos para evitar a toxidez de iões específicos, poderá ocorrer expansão celular, devido ao ajuste osmótico, e incremento da área foliar (Araujo et al, 2010).

Mecanismos de tolerância à salinidade são, portanto, de dois principais tipos: (1) minimização da entrada de sal na planta, (2) minimização da concentração de sal no citoplasma (Munns, 2002). Plantas halófitas, são aquelas que desenvolvem naturalmente em ambientes com elevadas concentrações salinas (Larcher, 2000), possuem ambos os tipos de mecanismos, compartimentalizam o sal em vacúolos (Munns, 2002).

Muitas halófitas apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ e Cl^- em estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pêlos vesiculares. As glândulas secretoras eliminam ativamente os sais presentes nas folhas. Os pêlos vesiculares geralmente acumulam sais no protoplasto e morrem e, em seguida, são substituídos por novos pêlos. Ocorrendo a alternativa de abscisão das folhas velhas que acumulam consideráveis quantidades de sal (Willadino, et al 2005).

As glicófitas são plantas sensíveis a salinidade ou se adaptaram melhor a ambientes não salinos (Larcher, 2000). Segundo Munns (2002), algumas podem excluir o sal, porém são incapaz de compartimentalizar o sal residual de forma eficaz como plantas halófitas. A maioria das glicófitas apresenta pouca habilidade para excluir o sal, concentrando níveis tóxicos nas folhas. As respostas ao estresse salino variam amplamente dependendo do genótipo da planta. Enquanto algumas espécies apresentam elevada tolerância à salinidade, outras são altamente susceptíveis (Carillo et al, 2011).

2.4 Emprego de plantas na recuperação de solos salinizados (Fitorremediação)

Segundo (Santos, 2016) solos degradados podem apresentar condições ambientais estressantes para muitas espécies vegetais, e a recuperação de ambientes salinizados demanda altos investimentos, portanto, o emprego de plantas com potencial fitorremediador constitui-se uma alternativa interessante para atingir tal objectivo.

No decurso da evolução de plantas, algumas delas têm se desenvolvido em habitats de elevada concentração de sais. Essas espécies vegetais desenvolveram estratégias de adaptação para gerenciar a mudança de condições ambientais, particularmente com condições disponíveis (Lokhande, et al 2012).

Algumas plantas possuem naturalmente as características necessárias para crescer e se reproduzir em condições salinas, sendo denominadas halófitas (Flowers, et al 2008) citado por Santos. Esse grupo representa apenas 2% das espécies de plantas terrestres, mas abrange uma ampla diversidade de formas vegetais, em torno de 50% das famílias vegetais superiores (Aslam, et al 2011).

A fitorremediação é a estratégia *in situ* que envolve o emprego de plantas e de microrganismos a elas associados com o fim de degradar, controlar ou reduzir os contaminantes do solo e água (Accyoly, et al 2000).

O processo de fitorremediação envolve diferentes mecanismos como: o aumento da pressão parcial de dióxido de carbono na zona da raiz, liberação de protões na rizosfera de certas leguminosas e absorção de sais e transferência para a parte aérea da planta. Além disso, a fitorremediação é uma tecnologia de baixo custo, que aumenta a disponibilidade de nutrientes as plantas, e pode promover a estabilidade dos agregados e melhoria das propriedades hidráulicas do solo (Qadir, et al 2006).

2.4.1 Aplicação da fitorremediação

Segundo (Lambert, 2012) A fitorremediação surgiu recentemente com potencial para tratamento eficaz de uma larga escala de poluentes orgânicos e inorgânicos. A fitorremediação em solos degradados pode auxiliar na melhoria de características físicas e químicas do local, inclusive em solos poluídos por hidrocarbonetos de petróleo.

A remediação pode ser feita através de cinco maneiras. A primeira delas é a fitoextração, na qual as espécies são plantadas e posteriormente colhidas, com o intuito de deixar o local livre de substâncias tóxicas. De maneira geral, essa técnica é utilizada para remediação de metais com o uso de plantas que podem acumular mais metais em seus tecidos do que outras. Trata-se de plantas hiperacumuladoras, que podem acumular metais em níveis até cem vezes superiores a uma planta comum.

A fitotransformação ou fitodegradação é processo pelo qual o poluente é absorvido e metabolizado, sofrendo bioconversão no interior das plantas. Essa forma de fitorremediação é empregada, principalmente, na remediação de compostos orgânicos.

O processo de fitovolatilização é aquele em que as plantas e/ou organismos a elas associados ajudam a remover os poluentes do meio pela volatilização destes. Há o sequestro e remoção do

poluente, que passa para a atmosfera através do vapor de água volatilizado. No caso da absorção do poluente, este pode passar por diversos processos metabólicos internos, sendo liberado a partir da superfície das folhas. Os poluentes podem ser transformados em gases através do processo de respiração das plantas. A vantagem de tal técnica é que remove o contaminante do ecossistema, devendo ser utilizada com cuidado para que as plantas não liberem concentrações altas de poluentes na atmosfera.

A fitoestimulação é um mecanismo no qual os microorganismos associados e/ou beneficiados pela presença vegetal estão envolvidos, direta ou indiretamente, na degradação de contaminantes. A rizodegradação é quando essa estimulação ocorre nas raízes das plantas mudando as condições do solo e aumentando sua aeração, ajustando sua umidade e produzindo exsudatos que favorecem o crescimento de microorganismos e, por consequência, a biodegradação de contaminantes.

Por fim, a fitoestabilização pode ser entendida como um conjunto de mecanismos físicos, químicos ou físico-químicos.

No processo físico os vegetais protegem o solo da incidência direta dos ventos e da chuva, reduzindo o efeito da desagregação do solo e o seu transporte contaminado. Já o processo químico ocorre por meio da mudança química e/ou microbiológica da zona das raízes e, ainda, pela alteração química do contaminante. Baseia-se na mudança da solubilidade e da mobilidade do metal e na dissolução de compostos orgânicos, por intermédio do pH de solo pela exsudação de substâncias pelas raízes ou mediante produção de gás carbônico.

2.4.2 Vantagens e desvantagens da fitorremediação

A fitorremediação apresenta um elevado potencial de utilização devido às vantagens que apresenta em relação às outras técnicas de remediação de solo. A principal vantagem é o baixo custo, uma vez que o principal material para que ocorra a descontaminação da área são os próprios vegetais. Além disso, é aplicável *in situ* e o solo pode ser reutilizado, dependendo da situação, para a produção de madeira e de outros produtos vegetais. Com a colonização vegetal, pode-se observar a melhoria visual da paisagem e a criação de nichos ecológicos, o que é muito importante para as áreas urbanas (Lambert, 2012).

Outro fator que gera vantagem é que vários contaminantes podem ser remediados ao mesmo tempo, incluindo sais, metais, pesticidas e hidrocarbonetos de petróleo. E, insumos usados ou

máquinas podem ser os mesmo utilizados na agricultura e silvicultura, sendo assim, há facilidade no treinamento dos operadores das máquinas. É possível que haja a incorporação dos nutrientes das plantas no solo, deixando-o fértil.

Por ser uma tecnologia ainda em desenvolvimento a técnica apresenta também desvantagens. Os resultados observados podem ser lentos, quando se considera que o crescimento das espécies depende da estação, clima e solo, além do fornecimento de água. Deve-se observar a concentração do poluente e a presença de outras toxinas devem estar dentro dos limites de tolerância da planta, pois tais substâncias em excesso impedem o estabelecimento e desenvolvimento dos vegetais. Um fator que é considerado muito importante para se levar em conta é a questão de que as plantas que fazem a remediação podem entrar na cadeia alimentar de outros seres vivos, passando a contaminação para eles.

Cada um dos cinco tipos de fitorremediação também apresenta suas desvantagens. Na fitoextração deve ser observado que as plantas que acumulam uma quantidade grande poluente têm o crescimento lento. Em relação à fitotransformação ou fitodegradação, alguns produtos tóxicos intermediários podem ser formados, uma vez que o vegetal metaboliza o poluente. Na fitovolatilização, pode ser que os contaminantes a nível alto, sejam liberados na atmosfera, comprometendo a qualidade do ar. Para a fitoestimulação, e fitoestabilização a desvantagem é mesmo após a aplicação da técnica o contaminante permanece no local.

2.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é um importante indicador das condições químicas do solo, por possuir capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, favorecendo ou não suas liberações. Gomes, et al (2015) descrevem que o pH quando em condições muito ácidas, isto é abaixo de 4,5, pode resultar em dissolução de alguns elementos como ferro, alumínio e manganês, em proporções tais que, podem tornar-se tóxicos, dificultando o desenvolvimento de algumas plantas. Quando o pH se encontra muito elevado, isto é acima de 8,0 o ferro, o manganês e o zinco se tornam menos assimiláveis ao vegetal, também interferindo em seu desempenho.

O pH ou potencial hidrogeniônico é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, determinado pela concentração de íons hidrônio. Os valores

variam numa escala de 0 a 14, sendo ácido - pH abaixo de 7, básico - pH acima de 7 e neutro - pH igual a 7, podendo ser medidos com a utilização do pHmetro (Peruzzo e Canto, 2006).

O pH pode ser determinado usando um pHmetro que consiste em um eletrodo acoplado a um potenciômetro. A cor do indicador de pH varia conforme o pH da solução. Indicadores comuns são a fenolftaleína, alaranjado de metila e azul de bromofenol além do papel de tornassol (ácida quando ele fica vermelho, ou nitidamente básica quando ele fica azul).

3.0 METODOLOGIA

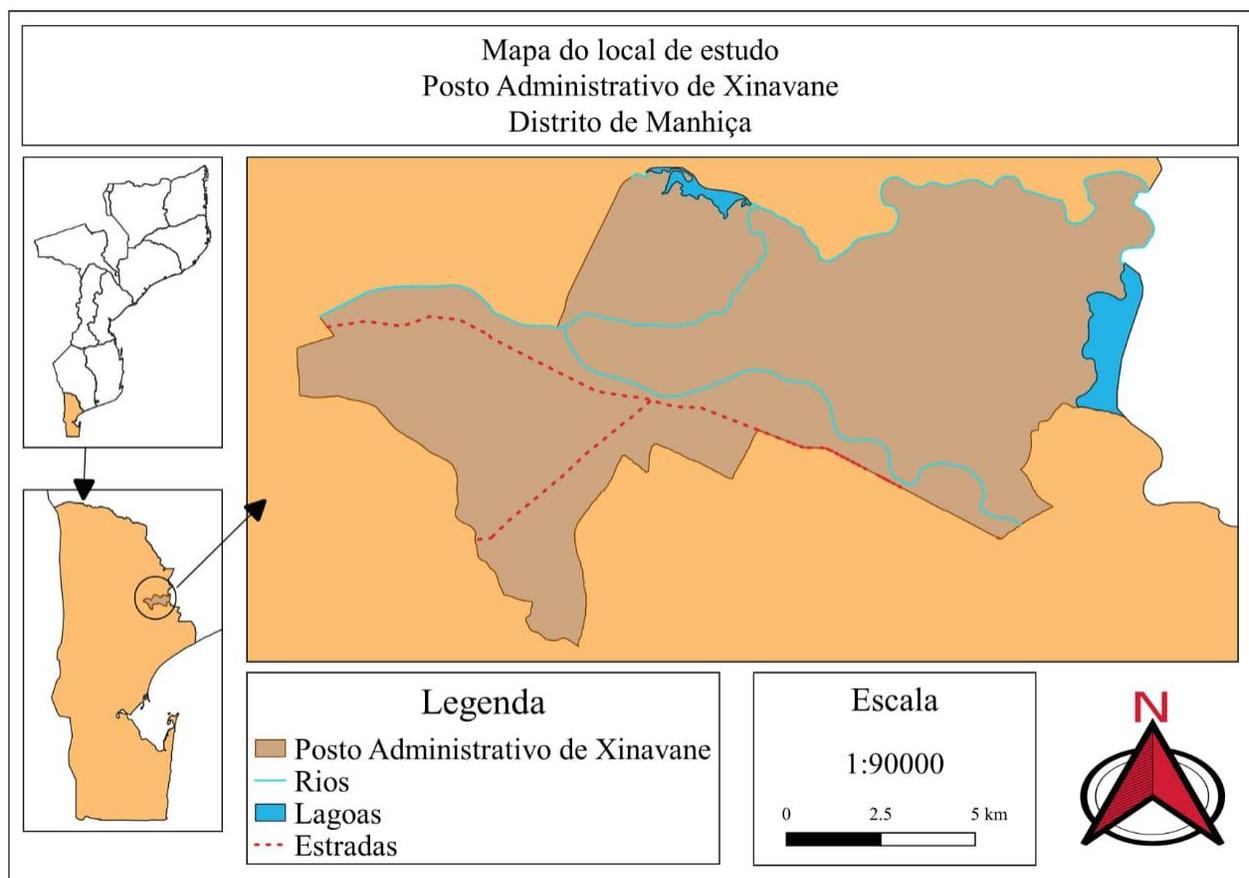
3.1 Métodos

Tabela 3: Materiais

Materiais	Uso
Bolsas	deposição de solo
Semente	Lançamento
Vaso	pre-germinação
PHmetro	Medir pH
Trado manual	Colecta de solo
Regua	Medir altura e comprimento da raiz da planta
Bloco de notas	Anotações
Câmara	registro de fotografias
Mesa Agitadora	agitar o solo para análises de pH
Elermayer	recipiente onde colocam-se amostras de solo
Balança de precisão	pesagem de amostras de solo

3.2 Descrição da área de estudo

O ensaio foi realizado no período de 1 de Fevereiro a 14 de Abril no distrito da Manhiça, no posto administrativo de Xinavane. O distrito da Manhiça está localizado na parte Norte da Província de Maputo, a 80 km da cidade de Maputo a que está ligado pela EN1, é limitado a Norte pelo distrito da Macia, a sul pelo distrito de Marracuene, a oeste pelos distritos de Moamba e, a Este, banhado pelo Oceano Índico (MAE, 2005). O posto administrativo de Xinavane está localizado na parte Norte do Distrito da Manhiça, conforme é ilustrado na figura abaixo:



Elaborado por: Autor

Fig.1: Mapa do distrito da Manhiça.

3.2.1 Clima e Hidrografia

Segundo a classificação de Köppen, o distrito da Manhiça possui um clima tropical húmido no litoral e tropical seco, à medida que se entra para o interior. Predominam 2 estações: a quente e de pluviosidade elevada – de Outubro Abril; e fresca seca de Abril a Setembro.

A precipitação média anual é de 807 mm, concentrada nos meses de Dezembro a Fevereiro. A temperatura média anual é de 23°C, sendo a máxima em Janeiro (cerca de 32 °C) e a mínima em Julho (13 °C). O distrito é atravessado pelo rio Incomáti, possui a lagoa Chuáli, e pequenas (Xapsana, Cotiça e Tsatsimba).

3.2.2 Relevo e solos

O distrito possui solos de fertilidade média, com uma zona alta, de sedimentos arenosos eólicos (a ocidente e ao longo da costa) e uma zona de dunas costeiras e uma planície aluvionar, com menos de 100 m, ao longo do Incomáti, com solos argilosos, de textura estratificada ou turfosos (MAE, 2005).

3.3 Coleta de amostras de solo

Foram colhidas amostra 40 gramas de solo salinizado na secção 7, no campo 7.11 da área CR2, na empresa Açucareira de Xinavane SARL(Tongaat Hullet). O solo foi coletado a 30 cm de profundidade, obedecendo as normas da empresa, que consistem em coletar amostrar de solo para análises laboratoriais a partir de 30 cm de profundidade. Foi usado o trado manual para a colecta. A colecta usando o trado manual consistiu em inserir o mesmo no solo fazendo uma perfuração através de torções horarias.

Após serem coletadas as amostras de solo foram armazenadas em estufa para secagem e para posterior análise de pH.

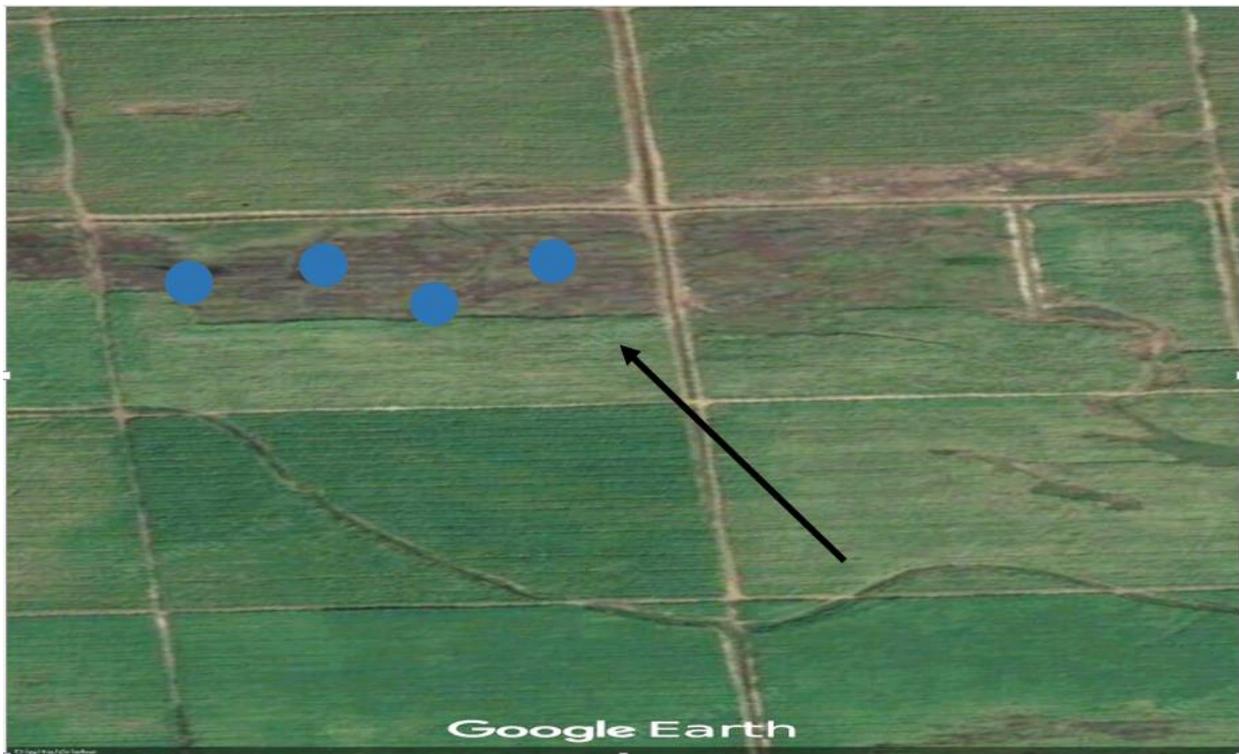


Fig.2: Local da colecta

Legenda:

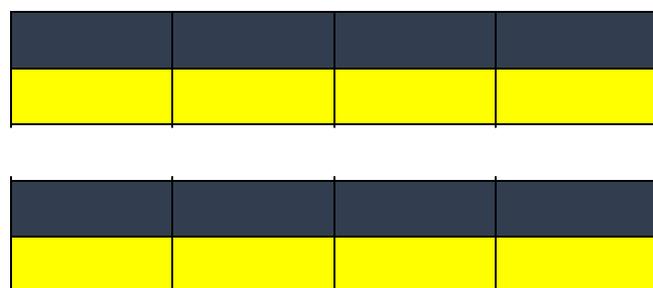
● - Pontos amostrais

3.4 Análises de pH do solo

Após a secagem, as amostras colhidas foram levadas ao laboratório para análises de pH. As análises de pH foram feitas usando os elermayers, a balança, a mesa agitadora, e o pHmetro de marca HANNA referência HI98100. Os 40 gramas de solo foram divididos em 4 amostras de 10 gramas cada. Depois de pesadas as amostras foram colocadas em 4 recipientes (elermayers), cada com 10 gramas de solo. Foram adicionados 25 ml de KCl em solução aquosa em cada recipiente, e foram levados a mesa agitadora onde as amostras foram agitadas durante 3 minutos. Após esse processo seguiu-se a medição do pH usando o pHmetro, tomando como extremidades o pH 4.0 e o pH 10.0.

3.5 Layout do ensaio

4 bolsas com mudas foram colocadas em cada linha e 4 bolsas sem mudas em outra linha, para cada período mencionado fazendo o total de 16 vasos para o ensaio. Foi usada a mesma quantidade de água para rega, tanto nas bolsas com semente assim como nas bolsas sem semente, de modo que se avalie a quantidade de sais lavados pela água e a quantidade de sais extraídos pela muda depois dos períodos mencionados.



Legenda

■ Bolsas com mudas

■ Bolsas sem mudas

Para este estudo foi usado o delineamento completamente casualizado, onde houve 4 tratamentos, nomeadamente: Solo salinizado com muda aos 50 dias (SCP50), solo salinizado sem muda aos 50 dias (SSP50), solo salinizado com muda aos 70 dias (SCP70) e solo salinizado sem muda 70 dias (SSP70). O ensaio teve 16 repetições, onde 4 repetições foram de bolsas com mudas para o período de 50 dias, 4 repetições de bolsas sem mudas para 50 dias, 4 repetições de bolsas com mudas para 70 dias e 4 repetições de bolsas sem mudas para 70 dias, onde passa-se a mostrar no quadro a seguir:

Tabela 4: descrição dos tratamentos

Tratamentos	Descrição
T1	Solo com muda 50 dias
T2	Solo sem muda 50 dias
T3	Solo com muda 70 dias
T4	Solo sem muda 70 dias

Variáveis medidas

pH: a medição foi feita nas amostras colectadas no campo e nas bolsas.

Altura da planta: a medição foi feita a partir da base até a folha mais nova ao fim de 50 dias e 70 dias.

Comprimento da raiz: a medição foi feita a partir da base até a extremidade da raiz.

3.6 Pré-germinação de mudas de Leucaena

A semente de Leucaena foi lançada em um solo fértil para pré-germinação e depois de 3 semanas as plantas foram repicadas/transplantadas. Não houve nenhum tratamento para quebra de dormência, visto que a semente era fresca e estava em ótimas condições para ser lançada. Foram lançadas 25 sementes de Leucaena em dois vasos grandes.

3.7 Repicagem/transplante para solo salinizado

A repicagem/transplante foi efectuada 21 dias depois da semente ser lançada, isto no dia 1 de Fevereiro de 2019. É importante que se faça o transplante em dias com temperaturas amenas, ou seja, sem muito sol para que a planta não esteja submetida ao stress extremo, e também, não menos importante, é importante que se tenha cuidado com a planta ao se retirar do solo, ou seja, deve se garantir que haja menor dano possível às raízes.

3.8 Rega

A rega foi feita usando uma garrafa de 300 ml de água por bolsa. A mesma quantidade de água colocada nas bolsas de solo salinizado com mudas e as bolsas de solo salinizado sem mudas, foi

a mesma. Durante 25 dias a rega foi diária, podendo por algumas vezes ser feita em 2 ocasiões (de manhã e de tarde) por conta das temperaturas elevadas que se registaram naqueles dias. Depois dos 25 dias, as plantas já adaptadas, diminuiu-se a frequência de rega, podendo regar 2 a três vezes por semana.

3.9 Coleta de solo a partir das bolsas para análise de pH

A coleta de solo nas bolsas foi feita nos períodos já mencionados nos capítulos anteriores. Para tal, foi usado o método de destruição total, que consiste na retirada total da planta no solo. As amostras de solo foram coletadas na parte inferior da bolsa e foram coletadas amostras de solo juntas a raiz, de seguida foi medida a altura da planta e o comprimento da raiz.

3.10 Análise de pH do solo

O solo coletado nas bolsas foi levado ao laboratório para análises de pH. Em cada bolsa, tanto bolsas de solo com plantas assim como de solo sem plantas, foram retirados 10 gramas de solo cada, fazendo um total de 160 gramas divididos em 16 amostras. No laboratório as amostras foram pesadas e colocadas em recipientes, de seguida foram adicionados 25ml de solução de KCL (Cloreto de Potássio) em cada amostra de solo. De seguida as amostras foram colocadas na mesa agitadora e foram agitadas por 3 minutos, e repousadas por outros 3 minutos, seguindo a leitura do pH usando o pHmetro.

3.11 Análise de dados

Os dados foram analisados usando o pacote MiniTab versão 16.0, onde a 5% de significância foram feitas análises de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, por forma a avaliar o desempenho da *Leucaena* na redução dos níveis de sais no solo. O teste de Tukey foi usado para comparar as médias do parâmetro pH analisado antes de se colocar a *Leucaena* e depois de colocar a *Leucaena* no solo. Importa referir que foram feitos os testes de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk e de homogeneidade das variâncias a 5% de significância por forma a validar a ANOVA. Também usou-se o programa Microsoft Excel 2013 para a construção de tabelas e gráficos.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do pH inicial

Os níveis de potencial hidrogeniônico (pH) resultantes das análises das amostras de solo feitas no campo 7.11 da área CR2 foram: 7.5, 7.36, 7.65, 7.45. As análises de potencial hidrogeniônico (pH) feitas inicialmente em 4 amostras mostraram um pH menor que 8,5 e maior que 7.01, isto é, no intervalo de 7-8,5 de acordo com a tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Resultados da análise de pH inicial no campo 7.11

CR2 campo 7.11	Amostra	pH
	1	7.50
	2	7.36
	3	7.65
	4	7.45

De acordo com Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos solos salinos apresentam um $\text{pH} < 8,5$, $\text{CE}_{\text{es}} > 4$ e $\text{PST} < 15$.

Os valores obtidos mostraram que o solo tinha sim problemas de salinidade. A causa principal para que haja salinidade destes solos, é devido a aplicação de adubos químicos por um longo período, levando a contaminação do solo. Como consequência, verificou-se que o campo apresentou sintomas visíveis de salinidade, tais como: solo pálido, pouca de vegetação, uma disparidade em relação ao crescimento da cana-de-açúcar em solo não salinizado e solo salinizado, a disponibilidade de nutrientes foi fazendo com que o solo fosse pobre tornando-o improdutivo por conta do nível de salinidade encontrado.

Qadir, et al (2009) constataram que os solos salinizados são altamente erosivos devido a altos níveis de sódio trocável e eles permanecem nús devido a superutilização por via de adubos químicos e sem rotação.

Schossler, et al (2012) verificaram que os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, atribuído devido ao efeito osmótico, provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional em

função da elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto. A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado.

Conforme verificado por Cruz, et al (2012), a redução na concentração de K, sob estresse salino, é um complicador adicional para o crescimento das plantas visto que, em algumas situações, esse elemento é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, uma estratégia necessária à absorção de água nessas circunstâncias.

4.2 Variação do pH

O pH a partir do medido inicialmente e o medido ao fim de 50 dias e 70 dias mostrou que houve uma variação, conforme mostra o gráfico abaixo:

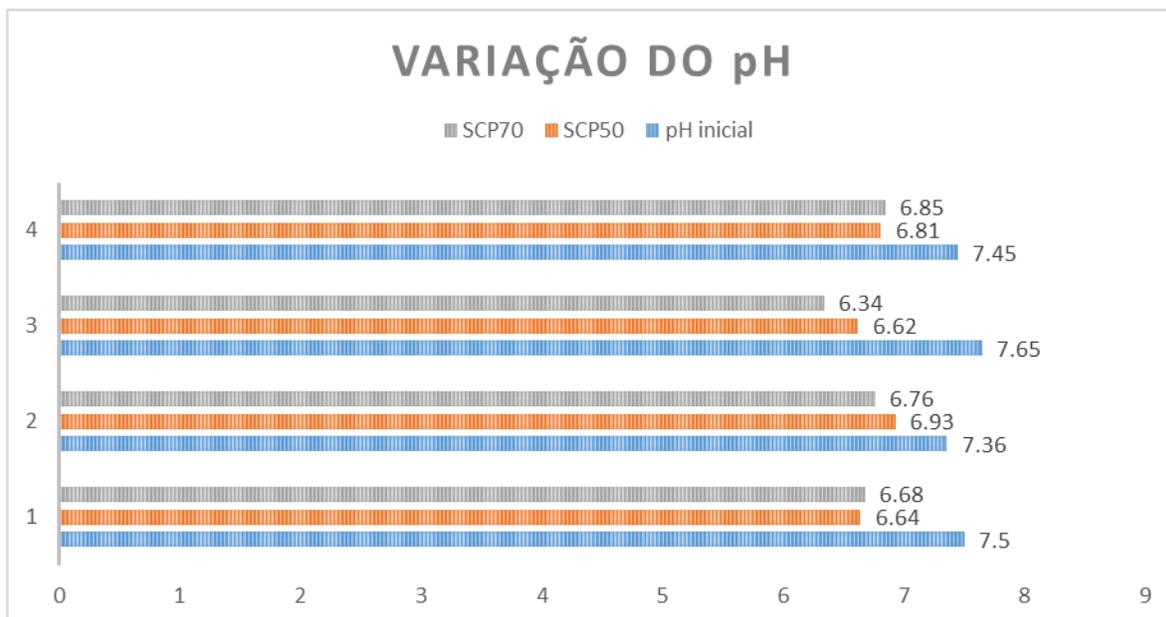


Fig.3: Variação do pH

Os valores do pH nos solos com mudas mostraram variação em relação aos valores do pH inicial conforme o tempo foi passando. Os valores baixaram a partir do maior valor encontrado no início do experimento (7,65) até o menor valor encontrado no final do experimento (6,34), assim mostrando que o uso de mudas de *Leucaena* teve um efeito positivo na redução dos sais presentes no solo, visto que houve redução dos valores do pH.

Segundo Aslam, et al (2009) para a restauração da produtividade de solos salinizados é necessária a escolha de espécies polivalentes, tolerantes a salinidade, e com a introdução delas há uma redução significativa da salinidade e a gradual restauração da produtividade.

De acordo com Dagar (2009) a utilização de plantas tolerantes a ambientes salinos para a recuperação dos mesmos, é uma abordagem não tradicional visto que é uma técnica recente e é uma alternativa para recuperação de solos salinizados.

É uma tecnologia com bons resultados e que é de baixo custo que pode ajudar em países com economia baixa (Aslam, et al 2009)

4.3 Análise do pH aos 50 dias dos solos com muda e sem muda

Os níveis do potencial hidrogeniônico encontrado nas amostras dos solos com muda e dos solos sem muda estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 6: Dados do pH 50 dias

Bolsa	pH SCP50	pH SSP50
1	6.64	6.61
2	6.93	6.69
3	6.62	6.70
4	6.81	6.73

Legenda:

pH SCP50 – pH de solo com muda aos 50 dias

pH SSP50 – pH de solo sem muda aos 50 dias

De acordo com os dados obtidos pela análise do pH do solo ao fim de 50 dias, houve uma redução significativa do pH, onde os valores saíram de uma média de 7.49 à 6.75 nos solos com muda (SCP50) e de uma média de 7.49 à 6.68 nos solos sem muda (SSP50).

A ANOVA a 5% de significância mostrou que existe diferença significativa nos tratamentos aos 50 dias assim como mostra o apêndice 8.4 na página 45.

Teste de comparação de médias do solo aos 50 dias

A figura abaixo ilustra os resultados do teste de comparação de médias do solo aos 50 dias pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.



Fig.4: Teste de comparação de médias do solo aos 50 dias

Nota: Pares de médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Fazendo o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de nível de significância, do pH inicial com os pH's de SCP e SSP aos 50 dias, notou-se que houve uma diferença significativa entre o pH inicial e os pH's de SCP e SSP, isto é, o facto de ter colocado a planta no solo e regado, e ter somente regado o solo, teve influência no solo de tal modo que os valores diferiram com o pH inicial. Mas entre os SCP e os SSP aos 50 dias estatisticamente não houve nenhuma diferença significativa. Entretanto entre os SCP e os SSP, os SSP tiveram o melhor desempenho pois tiveram o menor valor de pH, isto é reduziram mais do que os SCP.

Recentemente, Souza et al. (2012) enfatizaram o potencial de plantas halófitas como *Atriplex nummularia*, *Leucaena leucocephala* e outras na sobrevivência em ambientes com restrições hídricas e altas concentrações de sais.

O emprego de espécies vegetais na recuperação de solos salinizados também foi considerado por Akhter et al. (2003), e observaram que a salinidade e sodicidade do solo diminuíram exponencialmente com o desenvolvimento no solo da espécie *Leptochloa fusca* (L.), e atribuíram que a presença da planta ainda contribuiu para a lixiviação de sais a partir da superfície até as camadas mais profundas.

Conforme Qadir et al. (2007) o mecanismo mais eficiente que as plantas têm em liberar, através do Sistema radicular, H^+ e CO_2^- ao solo, contribui para a dissolução da calcite, aumentando assim o teor de cálcio no solo, com a consequente redução do pH do solo.

Essa influência foi efetiva pois notou-se a redução do pH do solo tendo como auxílio também a água de irrigação. Em relação aos solos com tratamento (solo sem muda), houve uma diferença notada nos 50 e 70 dias, pois houve redução significativa dos valores do pH. Porém, comparando os valores de pH dos tratamentos Solo com muda aos 50 dias x solo sem mudas aos 50 dias não houve muita diferença entre ambos.

Estudos como esses podem ajudar a aumentar a cobertura vegetal em áreas degradadas em Moçambique, especialmente em um período de alerta para as questões de sustentabilidade, e em um ambiente tão susceptível à degradação.

4.4 Análise do pH aos 70 dias dos solos com muda e sem muda

Os níveis do potencial hidrogeniônico encontrado nas amostras dos solos com muda e dos solos sem muda estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 7: Dados do pH 70 dias

Bolsa	pH SCP 70	pH SSP 70
1	6.68	6.75
2	6.76	6.78
3	6.34	6.64
4	6.85	6.68

Legenda:

pH SCP70 – pH de solo com muda aos 70 dias

pH SSP70 – pH de solo sem muda aos 70 dias

De acordo com os dados obtidos pela análise do pH do solo ao fim de 70 dias, houve uma redução ainda mais significativa do pH, onde os valores saíram de uma média de 7.49 à 6.65 nos solos com muda (SCP) e de uma média de 7.49 à 6.71 nos solos sem muda (SSP).

A ANOVA a 5% de significância mostrou que existe diferença significativa nos tratamentos aos 70 dias assim como mostra o apêndice 8.7 na página 47.

Teste de comparação de médias no solo aos 50 dias

A figura abaixo ilustra os resultados do teste de comparação de médias do solo aos 70 dias pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

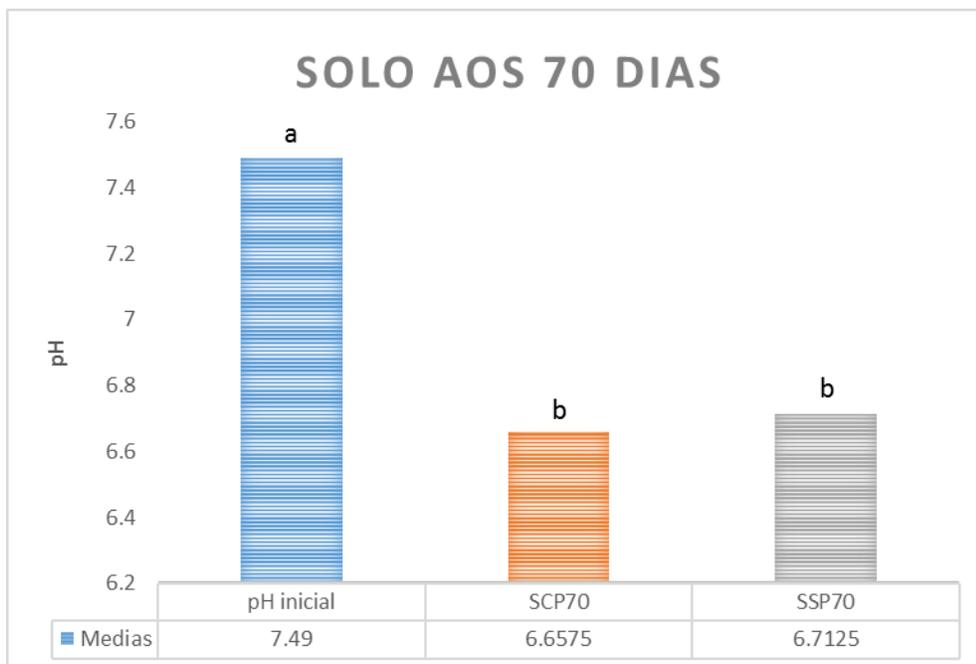


Fig.5: teste de comparação de médias do solo aos 70 dias

Nota: Pares de médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

Fazendo o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de nível de significância, do pH inicial com os pH's de SCP e SSP aos 70 dias, notou-se que houve uma diferença significativa entre o pH inicial e os pH's de SCP e SSP, isto é, o facto de ter colocado a planta no solo e regado, e ter regado o solo, teve influência no solo de tal modo que os valores diferiram com o pH inicial. Entretanto houve maior influência no pH dos SCP, onde houve menor valor de pH.

A recuperação de solos pelo emprego de espécies vegetais vem sendo muito abordada na literatura com referência a eficácia técnica, baixo custo, melhores incrementos na qualidade do solo em relação à aplicação de produtos químicos e segurança ambiental (Jesus et al. 2015) (citados por Santos, 2016).

Estudando o efeitos da biorremediação, Han et al. (citados por Santos, 2016) comprovaram a eficácia de halófitas sobre a salinidade do solo, sendo observadas reduções nas concentrações de sais em torno de 26,5% para a espécie *Heliotropium cuassavicum* e 71,4% para *Suaeda marítima*.

O emprego de plantas fitoextratoras de sais também foi avaliado por Nassir (2009), que realizou um estudo de campo analisando a capacidade de recuperação de solos salinos sodicos com o emprego de três espécies halófitas acumuladoras de sais e observaram diminuição da salinidade do solo no final do período experimental.

Santos (2016) estudou a adaptabilidade e potencial fitorremediador de espécies vegetais como a *Mimosa caesalpinifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Azadirachta indica* e *Atriplex nummularia* em solo salino e constatou que a *Leucaena leucocephala* é uma das espécies que teve melhor desempenho e concluiu assim que ela pode ser usada como fitorremediadora de solos salinos. No estudo já mencionado, a salinidade não influenciou no crescimento da *Azadirachta*, *Atriplex* e *Leucaena*, as espécies responderam de forma diferente quanto às variáveis fisiológicas, bioquímicas e hídricas. A implantação das espécies no solo, gerou melhorias nas qualidades químicas e físicas do solo, deste modo a fitorremediação influenciou na redução de Na^+ e Cl^- no solo.

O mesmo verificou-se com a *Leucaena leucocephala* neste estudo. Notou-se que a medida que o tempo foi andando o solo apresentou redução dos valores do pH, sendo um resultado positivo, uma vez que os valores elevados de pH podem promover a indisponibilidade de alguns nutrientes no solo, comum em solos afectados por sais.

A aplicação deste tipo de manejo pode ser indicada para a remediação do solo e, ao mesmo tempo, oferece outra fonte de produção de biomassa, assim como, aumenta a diversidade de espécies vegetais no ambiente, sendo de maior significância ambiental.

A introdução da espécie no solo salinizado teve efeitos na redução da salinidade do solo, a qual foi suficiente para o solo passar a ser classificado como não salino de acordo com a classificação proposta pelo laboratório de salinidade dos EUA sendo assim possível que esta espécie possa promover a melhoria das propriedades produtivas dos solos degradados por salinidade

4.5 Altura das plantas (mudas)

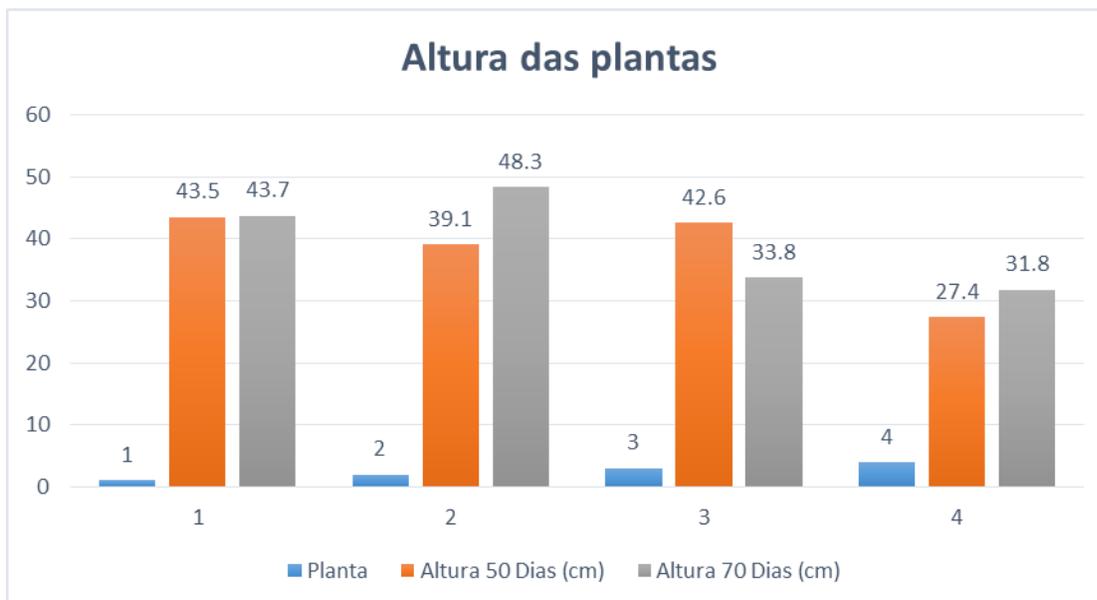


Fig.6: representação da altura das plantas

Notou-se que as mudas aos 70 dias tiveram uma média (39.4) de altura superior as mudas aos 50 dias (38.15), onde o pico foi de 48.3 cm.

Nas plantas também foi observado o crescimento em altura ao longo do tempo de observação. O acréscimo de altura dos 50 aos 70 dias foi de 0,89% chegando a uma altura de 48,7 cm no final do experimento. Isso mostra que a salinidade do solo não teve maior influência no crescimento das plantas, porém, na terceira bolsa com planta observou-se um decréscimo da altura aos 70 dias. Contudo, a análise de variância mostrou que não houve diferença significativa em altura entre os 50 e 70 dias da planta no solo salinizado assim como mostra o apêndice 8.10. Isso provavelmente deveu-se ao facto das plantas terem sofrido estresse por conta das altas temperaturas e cada planta ter apresentado sua própria velocidade de adaptação as condições apresentadas. Outro factor pode ter sido o facto da planta ter dado mais atenção as ramificações assim desenvolvendo mas não crescendo em altura. O desenvolvimento observado no estudo mostra a apropriação do emprego de plantas de *Leucaena* em programas de remediação de solos salinizados.

Silva (2008), ao estudar o crescimento de *Leucaena* em campo, verificou que plantas aos 18 meses de idade apresentavam uma altura média de 4 metros, fato que quando fazem-se os

cálculos, aos 50 dias as plantas apresentavam uma altura média de 37,03 e aos 70 dias as plantas apresentavam uma média de altura de 51,85, o que não foge muito dos resultados obtidos no presente estudo.

Discordando com os resultados obtidos neste experimento, Freire et al (2009) ao estudar os efeitos da salinidade de solos no crescimento, nodulação e teores de nitrogênio, potássio e sódio em plantas jovens de *Leucaena*, verificaram que até aos 20 dias dias, a salinidade de solos reduziu o crescimento e a nodulação das plantas.

Lima et al (2017) verificaram que as espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Mimosa caesalpinifolia*, *Tabebuia impetiginosa*, tiveram crescimentos na altura com média de 33,75 cm, 41,5 cm e 33,25 respectivamente quando cultivadas em solos salinizados.

Conforme Nery et al. (2009), o decréscimo no diâmetro do colo, em relação ao crescimento, é mais sensível que o crescimento em altura.

Vários fatores podem reduzir o crescimento das plantas sob estresse salino, como a diminuição na absorção de água, a redução na taxa fotossintética e a toxicidade de íons, isso deu-se no estudo conduzido por Freire et al (2009).

4.6 Comprimento da raiz

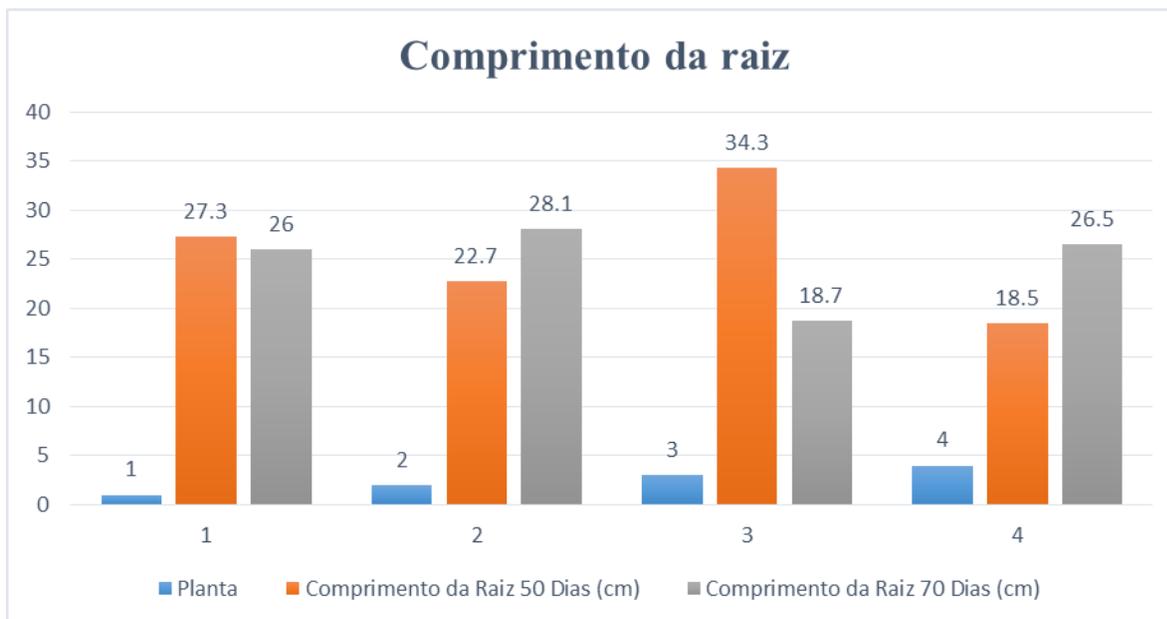


Fig.7: representação do comprimento da raiz

O comprimento da raiz diminuiu em função do tempo no solo. Isto observou-se porque a raiz mais longa foi encontrada em uma muda de 50 dias, com 34.3 cm, fazendo assim com que a média do comprimento da raiz aos 50 dias (25.7), seja maior que aos 70 dias (24.82).

Os valores encontrados do comprimento da raiz das plantas demonstram redução dos 50 aos 70 dias. Isso mostra que a planta com a redução do nível de salinidade absteu-se da necessidade de ter uma raiz mais longa, visto que esse era o mecanismo dela para procura de nutrientes, entretanto na segunda e terceira plantas observou-se um comportamento diferente da raiz das plantas aos 50 dias onde houve decréscimo do comprimento da raiz. A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa do comprimento da raiz aos 50 e 70 dias assim como mostra o apêndice 8.12. Isto provavelmente deveu-se ao facto da raiz principal das plantas ter sofrido podridão reduzindo assim o comprimento da mesma.

Holanda (2010) analisando o impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de *Copernicia prunifera* constatou que à medida que aumentava o teor de NaCl, o comprimento da raiz aumentava, chegando aos 35,77 cm com aplicação de 100 mM de NaCl comparativamente aos 29,07 cm com aplicação de 75 mM de NaCl.

Costa (2014) discorda com os resultados obtidos neste experimento, pois, ao avaliar a germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* submetidas ao estresse hídrico e salino constatou que o aumento do estresse salino reduziu o potencial osmótico da planta, resultando na redução do comprimento da raiz.

5.0 CONCLUSÕES

- Há efeitos da *Leucaena* na redução da salinidade de solos;
- O uso de mudas de *Leucaena* em solos salinizados promoveu a redução do pH;
- Quanto maior for o tempo da *Leucaena leucocephala* em solo salinizado, maior é a probabilidade da redução dos sais fazendo assim com que o solo volte a ser produtivo, visto que se observou valores médios de pH na ordem dos 7,49 iniciais e aos 50 dias observou-se uma média de 6,75 nos solos com mudas, tendo sido encontrado como valor médio mais baixo do pH nos solos com muda aos 70 dias (6,65);
- A salinidade não influenciou no crescimento em altura das mudas, pois verificaram-se Alturas normais de acordo com o período da planta no solo, tendo sido encontrada uma média de 38,15 cm aos 50 dias e uma média de 39,4 aos 70 dias;
- Com o tempo o comprimento da raiz diminui; Isso verificou-se também pela redução do comprimento da raiz de uma média de 25,7 aos 50 dias à uma média de 24,8 aos 70 dias;

6.0 RECOMENDAÇÕES

Na base nos aspectos analisados, recomendaria:

- Realização de estudos sobre o tema, usando esta espécie em locais com problemas de solos salinizados no nosso país;
- Realização de estudos sobre recuperação de solos degradados por salinidade em campo para se saber a área que a planta actua;
- Realização de estudos com plantas com as mesmas propriedades que a *Leucaena leucocephala* de modo que hajam opções para que se façam planos de recuperação de áreas degradadas por salinidade no país;

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V.; V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 299-352 p. 2000.

AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; AHMED, S.; MURRAY, R. Ameloration of a saline sodic soil through cultivation of a salt tolerant grass *Leptochloa fusca*. Environmental Conservation, v, 30. P. 168-174, 2003;

ARAÚJO FILHO, J.A. de. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.2, 2007.

AGROANALISE, 2012, classificação dos solos quanto à presença de sais, Outubro;

AQUINO, R. N. A, VIEIRA, A. F. G e MAGALHÃES, R. C, (2010), *Monitoramento da Leucaena Leucocephala (Lamp.) De Wit.* em solo degradado no bairro vila buriti, manausam/brasil.

AMARAL, A. J, HERNANI, L. C, NETO, M. B. O, CUNHA, T. J. F e MELO, A. S, 2013, "*Avaliação de parâmetros relacionados à salinidade do solo em área de fruticultura irrigada no Bioma Caatinga*" I Reuniao Nordestina de ciencia de solo, Paraiba, Setembro.

ARAÚJO FILHO, J.A. de. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.2, 2007.

AQUINO, R. N. A, VIEIRA, A. F. G e MAGALHÃES, R. C, (2010), *Monitoramento da Leucaena Leucocephala (Lamp.) De Wit.* em solo degradado no bairro vila buriti, manausam/brasil.

AMARAL, A. J, HERNANI, L. C, NETO, M. B. O, CUNHA, T. J. F e MELO, A. S, 2013, "*Avaliação de parâmetros relacionados à salinidade do solo em área de fruticultura irrigada no Bioma Caatinga*" I Reuniao Nordestina de ciencia de solo, Paraiba, Setembro.

Aslam, Z., A.R. Awan, M. Rizwan, A. Gulnaz and M. I. Chaghtai. 2009. Saline Agriculture Farmer Participatory Development Project in Pakistan: Punjab Component (Technical Report, 2002-2008). Publicado por Nuclear Institute for Agriculture and Biology (NIAB), Paquistão.

CRUZ, JL, PELACANI, CE, COELHO, EF, CALDAS RC, ALMEIDA, AQ, QUEIROZ, JR, 2006, “Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo”, vol 65, n.2.

COSTA, P.G, 2014, “Germinação de sementes de *Clitoria fairchildiana* howard submetidas ao estresse hídrico e salino”, Tese de licenciatura em Engenharia Florestal, Universidade do Espírito Santo;

DANIELOWSKI, R. 2013. Estresse salino em genótipos de arroz: correlação entre dois sistemas de cultivo. Pelotas. Brasil. Dissertação de Mestrado. 68p.

Dagar J.C. 2009, Opportunities for alternative land uses in salty and water scarcity areas. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*.

DARDANELLI, M. S. Effects of peanut rhizobia on the growth and symbiotic performance of *Arachis hypogaea* under abiotic stress. *Symbiosis*, v. 47, n. 3, p. 175-180, 2009.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J 2010, Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro, Dezembro, Petrolina;

EMBRAPA, 2008, legumineira - cultura forrageira para produção de proteína, Junho, Campo Grande.

FOWLER, J. A. P e MARTINS, E. G 2001, Manejo de Sementes de Espécies Florestais, Embrapa Florestas, Colombo PR.

FREIRE, A. L. O, RODRIGUES, T. J. D e MIRANDA, J. R. P, 2010, Fixação biológica do nitrogênio e crescimento de plantas de *Leucaena (leucaena leucocephala (lam.) de wit.)* sob salinidade, Revista Caatinga, Vol. 23, No 1.

GHARAIBEH, M. A.; ELTAIF, N. I.; ALBALASMEH, A. A. Reclamation of highly calcareous saline sodic soil using *Atriplex halimus* and by product *Gypsum*. *Journal International Phytoremediation*, v.9, p.873-883, 2011.

GOMES, R, SANTOS, D, TEIXEIRA, A. C. F., MARTENDAL, A, Análise Do Potencial Hidrogeniônico Das Águas Subterrâneas Do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, Novembro, 2015;

HANSTED, A. L. S, NAKASHIMA, G. T, MARTINS, M. P e YAMAJI, F. M, 2016, Caracterização Físico-Química da Biomassa de *Leucaena leucocephala* para Produção de Combustível Sólido, Revista Virtual de Química, Vol. 8, No 5.

HASEGAWA, P.M. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology, v. 51, p. 463-499, 2000.

HOLANDA, JR, ARAUJO, FS, GALLÃO, MI, FILHO, MS 2010, “Impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E.Moore)”, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol 15, nº 1;

JESUS, J. M.; DANKO, A. S.; FIÚZA, A.; BORGES, M. T. Phytoremediation of salt-affected soils: a review of processes, applicability, and the impact of climate change. Environmental Science Pollut Resheart International, v.22, p.6511-6525, 2015.

JUNIOR, J. A. L e SILVA, A. L. P, 2010, “Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos”, ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Vol. 6, No 11.

LAMBERT, L. F. M, 2012, “O uso da fitorremediação para recuperação de solos contaminados por petróleo”, III Congresso de gestão ambiental, IBEAS, Novembro.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: Rima, 531p. 2000.

LIMA, AD, BEZERRA, FMS, NEVES, ALR, SOUSA, CHC, LACERDA, CF, BEZERRA, AME 2017, “tolerância e crescimento inicial de quatro espécies lenhosas sob condições de salinidade e déficit hídrico”, Simpósio Brasileiro de salinidade, Fortaleza;

MAE, 2005, Perfil do Distrito da Manhiça.

MEDEIROS, J. F, 2010. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo ‘GAT’ nos estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB, Dissertação de Mestrado. Pp91-115.

MELO, R. F, 2006, Potencial de espécies vegetais para fitorremediação de um solo contaminado por arsênio”, Tese de Pós-Graduação em Solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MENESES, J. L, 2017, “Avaliação de linhas de arroz na tolerância a salinidade do solo”, Tese de Mestrado em Gestão de solos e água, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

NERY, AR, RODRIGUES, LN, SILVA, MBR, FERNANDES, PD, CHAVES, LHG, NETO, JD, GHEYI, HR, “Crescimento do pinhão manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido”, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG – v.13, n.5, p.551–558, 2009;

OLIVEIRA, A. B, 2008, “Germinação de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.), var. K-72”, Revista de Biologia e Ciências Da Terra, Vol. 8, No 2.

OLIVEIRA, L. M, 2012, “Potencial de Samambaias para fitorremediação de arsênio”, Tese de Pós-graduação em Ciência de solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, S. S. H, CARVALHO, A. G e BALIEIRO, F. C, 2008, “Desenvolvimento da *Leucaena leucocephala* (fabaceae) em três Diferentes Amostras”, Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais, Agosto, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, A. C. C, BALDOTTO, M. A, GIUDICE, M. P e BALDOTTO L. E. B, 2013, “Germinação de sementes de *leucaena leucocephala* escarificadas ou não com ácido sulfúrico em resposta ao tratamento com ácidos húmicos”, IV Congresso de gestão ambiental, IBEAS, Novembro.

QADIR, M.; OSTER, J. D.; NOBLE, A. D.; SAHRAWAT, K. L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advances in Agronomy*, v. 96, p.197-247, 2007.

ROSA, G. S, 2006, “Avaliação do potencial de espécies vegetais na fitorremediação de solos contaminados por petróleo”, Tese de Mestrado em Engenharia ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, M. A, 2016, “Adaptabilidade e potencial fitorremediador de espécies vegetais em solo salino”, Tese de Pós-graduação em ciência do solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

SANDOVAL, J. R, *Leucaena leucocephala*, Setembro, Washington DC, 2013;.

SHELEF, O.; GROSS, A.; RACHMILEVITCH, S. The use of *Bassia indica* for salt phytoremediation in constructed wetlands. *Water Research*, v.46, p.3967-3976, 2012.

SILVA, J. A. 2008, “Estimativa de crescimento de *Leucaena* [*Leucaena leucocephala* (lam). De Wit] por meio do modelo ARIMA”, Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 64p.

SOUZA, R. S, 2013, "Potencial de espécies florestais nativas na fitoextração de sais", Tese de Pós-Graduação em ciências florestais e ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso.

SOUZA, E. R. DE; FREIRE, M. B. G. DOS S.; CUNHA, K. P. V; NASCIMENTO, C. W. A.; LINS, C. T. Biomass, anatomical changes and osmotic potential in *Atriplex nummularia* Lindl. Cultivated sodic saline soil under watter stress. Environmental and Experimental Botany, v.82, p.20-17, 2012.

SOUZA, E. R.; FREIRE, M. B. G. S.; MELO, D. V. M.; MONTNEGRO, A. A. A. Management of *Atriplex nummularia* Lindl. in a salt affected soil in a Semi Arid Region of Brazil. International Journal of Phytoremediation, v.16, p. 73-85, 2014.

SCHOSSLER, TR, MACHADO, DM, ZUFFO, AM, ANDRADE FR, PIAUILINO, AC 2012, "Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas", Enciclopedia Biosfera, Vol 8, n.15.

TELES, M. M, ALVES, A. A, OLIVEIRA, J. C. G e BEZERRA, A. M. E, 2000, Métodos para Quebra da Dormência em Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, Revista Brasileira de Zootecnia, Vol. 29, No 2.

WILLADINO, L.; CAMARA, T.R. Compreendendo o estresse abiótico in vitro. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L.; CAVALCANTE, U.M.T.(eds). Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife. MXM Gráfica e Editora. 2005. Parte.V, cap.29, p.325-335.

8.0 Apêndice

8.1 Dados pH

pH	SCP50	SSP50	SCP70	SSP70
7.5	6.64	6.61	6.68	6.75
7.36	6.93	6.69	6.76	6.78
7.65	6.62	6.7	6.34	6.64
7.45	6.81	6.73	6.85	6.68

8.2 Dados de altura de plantas

Planta	Altura 50 Dias (cm)	Altura 70 Dias (cm)
1	43.5	43.7
2	39.1	48.3
3	42.6	33.8
4	27.4	31.8

8.3 Dados de comprimento da raiz

Planta	Comprimento da Raiz 50 Dias (cm)	Comprimento da Raiz 70 Dias (cm)
1	27.3	26
2	22.7	28.1
3	34.3	18.7
4	18.5	26.5
	25.7	24.825

8.4 Análise de variância aos 50 dias

Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	2	1.60562	1.60562	0.80281	61.71	0.000
Error	9	0.11707	0.11707	0.01301		
Total	11	1.72269				

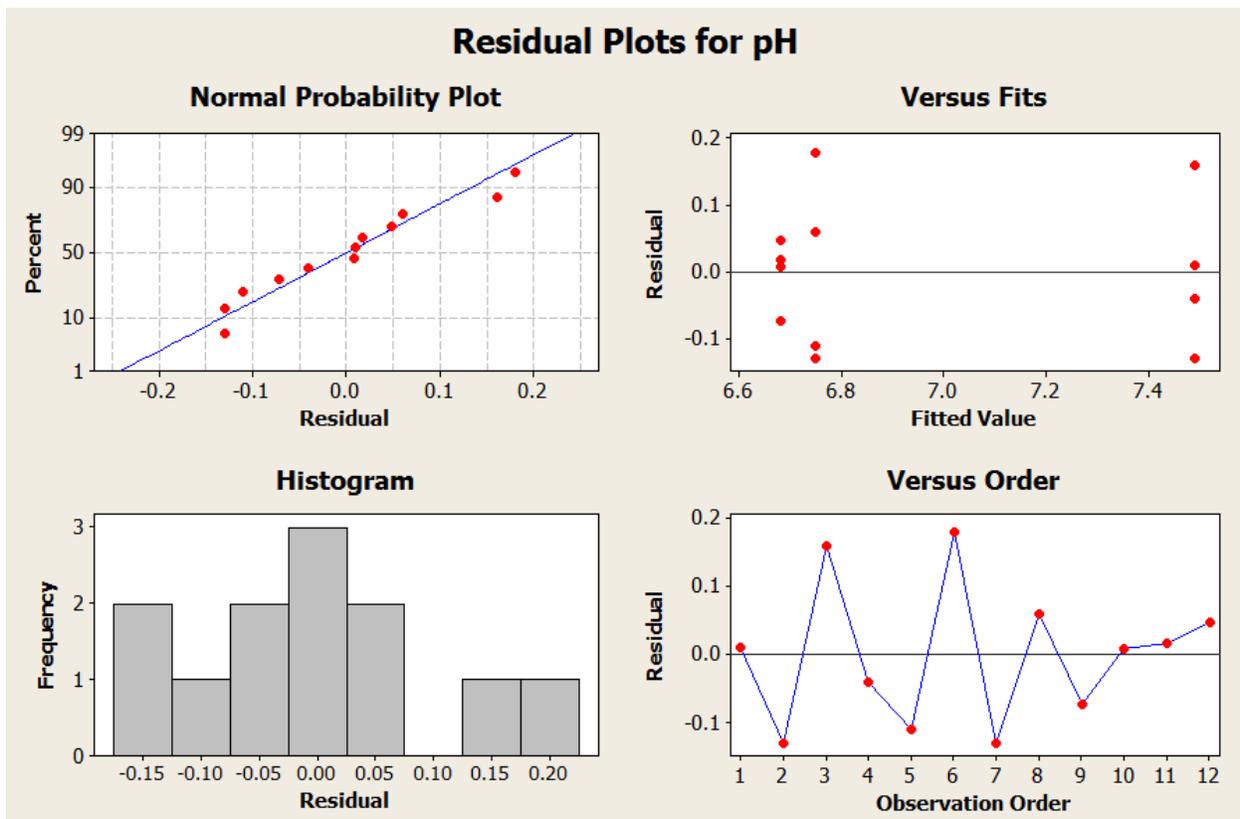
S = 0.114054 R-Sq = 93.20% R-Sq(adj) = 91.69%

8.5 Teste Tukey de comparação de médias aos 50 dias

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Trat	N	Mean	Grouping
pHinicial	4	7.490	A
SCP50	4	6.750	B
SSP50	4	6.683	B

8.6 Gráficos de resíduos para pH aos 50 dias



8.7 Análise de variância aos 70 dias

Analysis of Variance for pH, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	2	1.73412	1.73412	0.86706	38.00	0.000
Error	9	0.20535	0.20535	0.02282		
Total	11	1.93947				

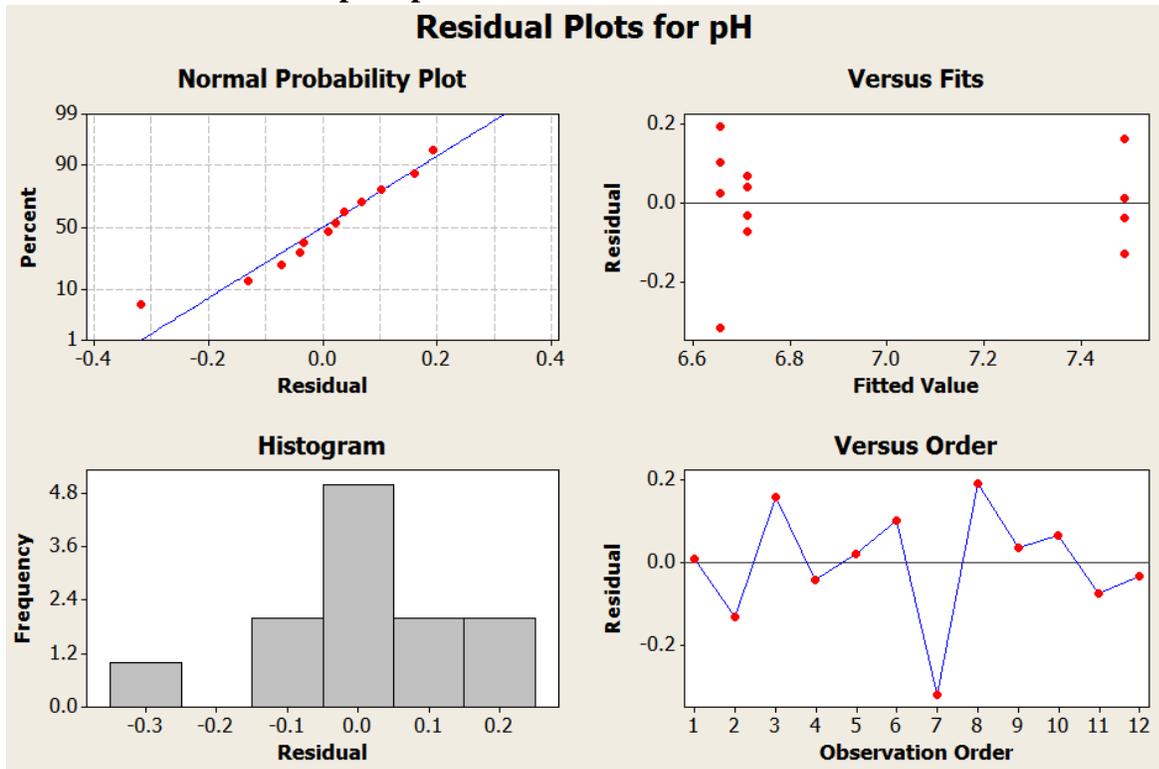
S = 0.151052 R-Sq = 89.41% R-Sq(adj) = 87.06%

8.8 Teste Tukey de comparação de médias aos 70 dias

Grouping Information Using Tukey Method and 95.0% Confidence

Trat	N	Mean	Grouping
pHinicial	4	7.490	A
SCP50	4	6.750	B
SSP50	4	6.683	B

8.9 Gráficos de resíduos para pH aos 70

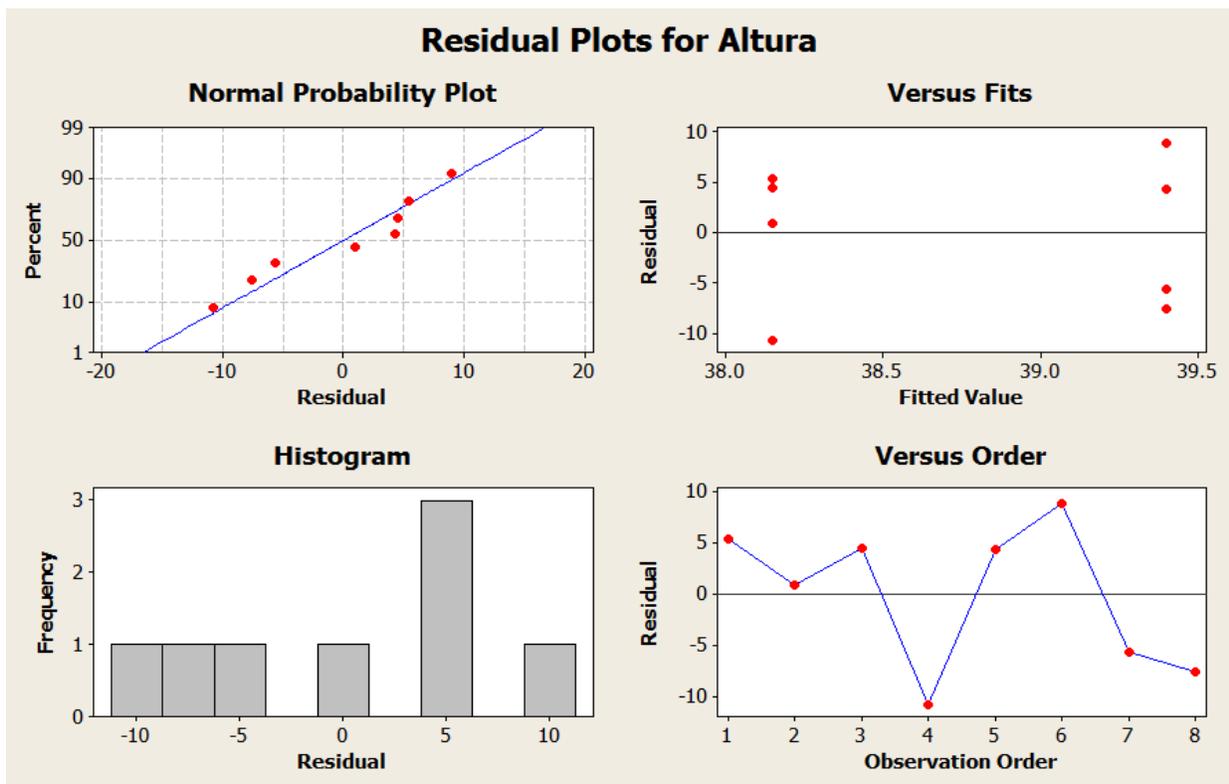


8.10 Análise de variância da altura

Analysis of Variance for Altura, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	1	3.12	3.12	3.12	0.05	0.825
Error	6	351.71	351.71	58.62		
Total	7	354.84				

8.11 Gráficos de resíduos da Altura

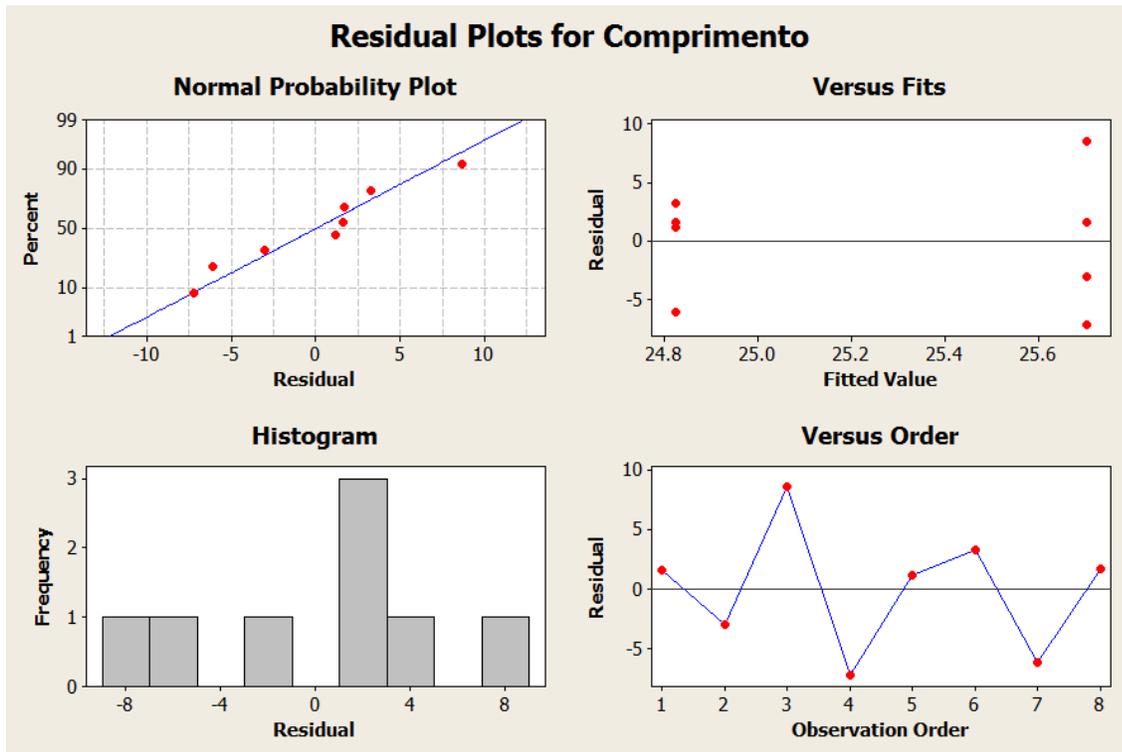


8.12 Análise de variância do comprimento da raiz

Analysis of Variance for Comprimento, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trat	1	1.53	1.53	1.53	0.05	0.833
Error	6	189.79	189.79	31.63		
Total	7	191.32				

8.13 Gráficos de resíduos do comprimento da raiz



9.0 ANEXOS



8.1 Colecta de muestras de solo usando trado manual



8.2 Colecta de amostras do solo a partir das bolsas



8.3 Layout do ensaio