



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**Projecto final**

**AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE ALGUMAS ESPÉCIES VEGETAIS  
NATIVAS NA FIXAÇÃO DO SOLO**

**Autor:** Pedro Venâncio Wate

**Supervisor:** Prof. Doutora Romana Rombe Bandeira

*Maputo, Maio de 2012*

### ***Dedicatória***

*À minha mãe Lúcia Benjamin Matingane pelo sacrifício dedicação, confiança e ensinamentos, para a minha formação, e memória do meu pai Venâncio Zucas Wate.*

*À minha filha Luciandra Pedro Wate com todo amor e carinho. Dedico também a minha amada avó, Neli Josua Matingane, aos meus irmãos, Feliz, Benjamin, Josué, aos meus tios José, Josua, Flora, Afonso, Elisa, aos primos Joel, Joãozinho, Casimiro, Mateus, Benjamin, Nelita, Gito, Silva e outros, pelo apoio.*

*A Etelvina Venâncio Niquice, com muito amor e carinho.*

*Ao meu companheiro, pelo apoio e paciência.*

*Armando Zacarias Mate, que sua luta pelo combate dos incêndios e conservação da biodiversidade no país seja espelho aos demais.*

*Sucesso é continuar fazendo o que se gosta na vida.*

### ***Agradecimentos***

A Deus, que sempre me guiou e me deu força para continuar.

Aos meus pais, Venâncio Zucas Wate e Lúcia Benjamin Matingane, e irmãos, pelo apoio e ajuda e especialmente ao Josué.

A minha Supervisora, Professora Doutora Romana Rombe Bandeira, por transpassar a função de Supervisora. Obrigada professora pela paciência, compreensão e ensinamentos.

Ao Eng. Nhamucho, Eng. Rosta Mate, Eng. Felicidade, Dr. Falcão, Dr. Sitoé, Eng. Bernard Guedes, Eng. Soto, Eng. Tarquino Mateus Magalhães, e ao Eng. Emílio Magaia pelo apoio em ideias durante o período do decurso do meu trabalho.

Aos colegas de profissão que auxiliaram no decorrer do projecto: Eng. Armando, Eng. Ercilio, Eng. Juvência, Eng. Serrote, Eng. Arménio, Eng. Micas, Eng. Norato, Zeca, Eng. Belmiro, Eng. Custodia, Eng. 5Reis, Eng. Nelson, Eng. Milton, Eng. Osvaldo, Eng. Robalo, Eng. Zaina, Ângelo, Alberto, Assuate, Bento, Celma, Célia, Sérgio, Jordão, Luterio, Malembe, Malema, Zélia, Pereira & Filhos pelo encorajamento e força.

A equipe de campo, cujo trabalho foi imprescindível para a realização deste trabalho: Sr. Inchope, Sr. Domingos Cossa e a Sra. Eulália João Macarrigue. A toda equipe de Departamento de Engenharia Florestal.

A toda comunidade estudantil, ao CTA e ao corpo de docentes que directa ou indirectamente estiveram comigo nesta longa caminhada.

À Universidade Eduardo Mondlane, Departamento de Engenharia Florestal, pela possibilidade de realizar o curso.

Ao Dr. Alberto Celestino Mahumane, pelo auxílio desde o início até a conclusão do curso o meu muito Kanimabo. A todos aqueles que se envolveram neste trabalho.

Muito obrigado.

## **TABELA DE CONTEÚDOS**

	<i>Página</i>
<i>Dedicatória</i> .....	ii
<i>Agradecimentos</i> .....	iii
<b>TABELA DE CONTEÚDOS</b> .....	iv
<b>Lista de Figuras</b> .....	vii
<b>Lista de Tabelas</b> .....	viii
<b>Lista de Anexos</b> .....	viii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Aspectos gerais .....	1
1.2 Problema de estudo e justificação .....	3
1.3 Objectivos .....	4
1.3.1 Objectivos específicos .....	4
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1 Áreas degradadas e sua reabilitação .....	5
2.2. Os factores que causam a degradação de ecossistemas .....	8
2.3 Tipos de erosão e sua influência no deslizamento do solo .....	9
2.4 Situação de erosão no país .....	11
2.5. Consequências da erosão .....	12
2.6. Técnicas de revegetação para reduzir a erosão de solo .....	12
2.7. Técnicas de medir a erosão de solo .....	14
2.8 Técnicas de medição de sistemas radiculares das plantas .....	15
2.9 Importância de plantar árvores .....	17
2.10 Atributos para a selecção de espécies vegetais nativas para a reabilitação de áreas degradadas usando técnica de revegetação .....	19
2.11 Breve descrição das espécies usadas .....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1. Descrição da área de estudo .....	24
3.2 A vegetação da área de estudo .....	25
3.3 Problemas de erosão na área de estudo .....	25

3.4 Critério de selecção das espécies .....	26
3.5 Material usado .....	28
3.6 Pré-plantio .....	28
3.6.1 Técnicas e cuidados no plantio .....	28
3.6.2 Sementeira .....	29
3.6.3 Enchimento dos vasos .....	30
3.6.4 Repicagem .....	30
3.7 Plantio.....	31
3.7.1 Delineamento usado .....	31
3.7.2 Plantio das mudas nas parcelas.....	31
3.7.3 Monitoria do experimento e medição da altura e diâmetro .....	31
3.8 Análise de dados.....	33
3.8.1 Taxa de sobrevivência .....	33
3.8.2 Crescimento em altura, diâmetro do colo e das raízes .....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
4.1 Taxa de sobrevivência.....	37
4.2 Crescimento em altura, diâmetro do colo e sistema radicular.....	38
4.2.1 Crescimento em altura e diâmetro do colo .....	38
4.2.2 Crescimento do diâmetro de colo .....	40
4.2.3 Crescimento da estrutura radicular .....	41
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>46</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

**Lista de Figuras:**

Figura 1: – Imagem de satélite da área experimental, localizada na zona de Costa de sol (Triunfo) viveiro Botânico do Conselho Municipal da Cidade de Maputo.

Figuras 2: – Desenho esquemático dos pontos para tomada de medidas de crescimento do diâmetro (mm) e altura (cm) aos 6 até 18 meses de experimento. Fonte: Silva (2007).

Figura 3: – Percentagem da massa produzida nos sistemas radiculares aos 30 cm de profundidade por cada espécie.

**Lista de Tabelas:**

**Tabela 1:** Matriz dos atributos das espécies seleccionadas

**Tabela 2:** Datas de monitoria do ensaio das espécies vegetais nativas.

**Tabela 3:** Quadro de análise de variância do delineamento usado.

**Tabela 4:** Valores médios de sobrevivência (SOB), do potencial do crescimento médio de altura (H) e crescimento médio do diâmetro do colo (DC).

**Tabela 5:** Valores médios de comprimento das estruturas radiculares (CER), diâmetro do crescimento das estruturas radiculares (*DCER*) e biomassa da estrutura radicular das muda numa profundidade de 0 – 0,3 m em gramas por mudas (*BMR 0,3 m P (g/mudas)*).

**Lista de Anexos:**

**Anexo 1:** Nomes científicos, vernáculo e a família das espécies utilizadas no experimento.

**Anexo 2:** Lista de espécies potenciais a usar

**Anexo 3:** - Mapa da área de estudo (Unidade Administrativa, Distrito Urbano de KaMavota) no sul do país, na margem ocidental da Baía de Maputo na zona de Costa de sol.

**Anexo 4:** - Ficha de medição no campo.

**Anexo 5:** Esquema do delineamento experimental em Blocos Completamente Casualizados.

**Anexo 6:** Variáveis básicas para a selecção de espécies para controlo de erosão e áreas degradada.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS**

*BMR 0,3 m P (g/mudas)* – Biomassa da estrutura radicular das mudas numa profundidade de 0 – 0,3 m em gramas.

CDS- ZC – Centro de Desenvolvimento Sustentável para as Zonas Costeiras

CDS - ZU – Centro de Desenvolvimento Sustentável para as Zonas Urbanas

DDC – Dryland Development Center

DNAC – Direcção Nacional de Conservação

DNFT – Direcção Nacional de Terras e Florestas

CONDES – Conselho Nacional de Desenvolvimento Sustentável

DEF – Departamento de Engenharia Florestal.

EDR – Estratégia de Desenvolvimento Rural

EUPS – Equação Universal de Perda de Solo.

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GEF – Global Environmental Facility

IIAM – Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

INE – Instituto Nacional de Estatística

INGC – Instituto Nacional de Gestão de Calamidades

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza

LFFBM – Lei de Floresta e Fauna Bravia, Lei Nº 10/99, de 07 de Julho

MINAG – Ministério da Agricultura.

MICOA – Ministério para a Coordenação de Acção Ambiental

MITUR – Ministério de Turismo

MOPH – Ministério das Obras Publicas e Habitação

SAF- Sistemas Agroflorestais

NAPA – Programa de Acção Nacional para a Adaptação às Mudanças Climáticas

UEM – Universidade Eduardo Mondlane.

UNCBD – Convenção das Nações Unidas sobre a Biodiversidade

USLE - Universal Soil Loss Equation

USA – United States of America

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objectivo descrever os diferentes aspectos da estrutura radicular de seis espécies vegetais nativas e sua dinâmica no crescimento em diâmetro, altura e o seu potencial de enraizamento de forma a serem usadas na fixação do solo, para reduzir o escoamento superficial de água e combater a erosão. Para tanto, foi instalado um experimento no viveiro do Conselho Municipal da Cidade de Maputo, na zona de Costa do Sol que está severamente afectada por erosão do tipo Laminar, causado por concentração e escoamento superficial das águas. Foi montado um ensaio em Dezembro de 2007 a Janeiro de 2008, o qual consistiu em seis tratamentos. Cada tratamento correspondia a cada uma das seis espécies vegetais nomeadamente *Annona senegalensis*, *Albizia versicolor*, *Mimusops caffra*, *Sclerocaria birrea*, *Syzygium cordatum* e *Trichilia emetica*. A escolha de espécies para a testagem teve como ponto de partida a observação da composição florista das matas remanescentes da região utilizando os atributos: rapidez de crescimento em (diâmetro do colo, altura e enraizamento), disponibilidade de sementes, árvores ou arbusto, usos múltiplos das espécies. Usou-se o Delineamento de Blocos Completamente Casualizado que compreendeu seis blocos, seis tratamentos e duas repetições em parcelas de 24 m<sup>2</sup>, tendo cada parcela 32 plantas usando um espaçamento de 1 X 1 m. Para cada espécie semeou-se 40 sementes que totalizaram 240 plantas, das quais 192 plantas foram repicadas nos vasos. Para estimar o crescimento das plantas, usou-se uma régua graduada em centímetros e um paquímetro para a análise do crescimento do diâmetro. Usando uma simples escavação das plantas em trincheiras, foi medido a extensão da estrutura radicular, comprimento e produção total da massa das raízes finas a 30 cm de profundidade. Os valores da altura das plantas, diâmetro e massa das estruturas radiculares foram submetidos a análise da variância para testar se os tratamentos diferiam. Combinando todos os atributos as espécies *Albizia versicolor*, *Trichilia emética* e *Syzygium cordatum* sobressaíram oferecendo mais potencial no uso em acções de redução de deslizamento de terra.

### **Palavras-chaves:**

Espécies arbóreas, atributos, crescimento, erosão e reabilitação de ecossistemas

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Aspectos gerais**

A supressão da vegetação e a retirada abrupta do substrato promove a degradação dos ecossistemas com graves consequências para a sociedade, constituindo a degradação ambiental a serem resgatados pelas gerações subsequentes. Para que esses problemas sejam minimizados, precisam de serem mitigados durante a exploração dos recursos, onde faz necessário desenvolver estratégias específicas e eficazes de reabilitação de áreas degradadas.

As áreas degradadas e erosões necessitam de obras de drenagem, geotécnica, terraplanagem e revestimento vegetal para garantir o sucesso dos trabalhos e melhoria do aspecto visual. É necessário estabelecer a vegetação, que permite maior infiltração, menor escoamento superficial e protecção contra erosão laminar.

A escolha adequada das espécies e respectivas quantidades é o factor decisivo no estabelecimento da vegetação e protecção contra os processos erosivos, sendo, portanto, necessários conhecimentos técnicos que abrangem aspectos climáticos, edáficos, fisiológicos e ambientais.

As poucas técnicas utilizadas em Moçambique utiliza pouco número de espécies, sem, contudo, pelo menos seleccionar tecnicamente as espécies, por isso os resultados obtidos não atingem os objectivos estabelecidos, para recuperação ambiental e controlo da erosão.

O objectivo deste trabalho é apresentar uma metodologia para seleccionar as espécies com potencial para a fixação do solo, abrangendo as necessidades técnicas de recuperação, tempo, aspectos edafoclimáticos e ambientais.

Segundo Duboc (2005), quando ocorre perturbação em uma área nativa, esta tende a se recompor naturalmente, porém em alguns casos a perturbação dessas áreas acontece de tal forma que a regeneração natural esperada ocorre de maneira muito lenta, podendo até não ocorrer. Nestes casos, uma das alternativas utilizada é o plantio de mudas para revegetação inicial.

Barbosa (2003) afirma que o carácter multidisciplinar das investigações científicas sobre recuperação de áreas degradadas, tem sido considerada como o ponto de partida do processo entendido como conjunto de acções idealizadas e executadas por especialistas das diferentes áreas do conhecimento, visando proporcionar o estabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes nos sistemas naturais.

## **1.2 Problema de estudo e justificação**

Um dos grandes problemas ambientais em Moçambique é a erosão de solos. A erosão de solos e o deslizamento de areias devido ao excessivo escoamento de águas das chuvas são influenciados principalmente pela remoção da cobertura vegetal do solo pelo homem, e são consequência de uso inadequado dos recursos naturais (Banco Mundial, 1990).

Na cidade de Maputo, particularmente nos arredores, vários são os bairros que enfrentam problemas de erosão, sendo a erosão laminar e ravinal as mais frequentes, tais são os casos dos bairros do Ferroviário (KaMavota), Hulene, Polana Caniço e Costa do sol (Triunfo) só para citar alguns exemplos. Verifica-se a remoção dos horizontes A e B das camadas superficiais do solo pelas acções do vento e da água, que envolve o processo de destacamento e transporte de partículas por estes agentes erosivos. Esses processos provocam a alteração da composição mineralógica e química, que tem influência na riqueza mineral do solo, destruição da textura e resistência mecânica que se relacionam com a velocidade do processo de formação.

O conhecimento sobre as propriedades das espécies nativas tem sido considerado como ponto de partida para proporcionar condições de equilíbrio e sustentabilidade de ecossistemas naturais. Este trabalho procura fornecer informações das espécies nativas que possam permitir uma efectiva recuperação e protecção das áreas afectadas pela erosão ou que reclamam pela reabilitação.

Desse modo estabeleceu-se um ensaio para avaliar a aplicabilidade de algumas espécies vegetais nativas que possam ser usadas na fixação do solo e redução do deslizamento de terra. Para tal é importante investigar os padrões das árvores e a dinâmica de crescimento das espécies que são importantes para acelerar os processos de restauração (regeneração natural), visando diminuir a erosão e implementar esforços relacionados ao processo de recuperação de áreas degradadas, principalmente aquelas relacionadas com as interacções flora e fauna.

### **1.3 Objectivos:**

O presente trabalho tem como objectivo geral avaliar o crescimento de algumas espécies arbóreas nativas para uso na fixação de solo e na reabilitação de ecossistemas.

Objectivos específicos são os seguintes:

- i. Avaliar a sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro do colo de seis espécies;
- ii. Comparar as espécies estudadas quanto ao desenvolvimento do sistema radicular;

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Áreas degradadas e sua reabilitação**

Qualquer alteração no meio natural pode ser considerada uma forma de degradação (Corrêa, 2005). Assim, a degradação de áreas naturais não é causa exclusiva das actividades antropogénicas, pois os ecossistemas estão sujeitos a algum tipo de alteração (Engel & Parrotta, 2003). Estes autores ressaltaram que as actividades antropológicas possuem grau de degradação mais crítico em relação a aquela causada por eventos naturais.

Uma área de vegetação nativa pode ser perturbada de modo a afectar a dinâmica natural e a estrutura da vegetação ali existente (Carpanezzi, 2005; Corrêa, 2005). A depender dessa perturbação, ocorrem danos que podem ter como consequências: assoreamento de corpos de água, poluição do solo e água, erosões, invasão por espécies exóticas (especialmente gramíneas), mudança de fito fisionomia, etc. (Carpanezzi, 2005).

Corrêa (2005), considera que uma área está degradada quando o grau de interferência impossibilita a capacidade de resiliência, ou seja, a capacidade de regeneração do meio, e a conseqüente recuperação sendo necessária a intervenção positiva do homem.

Ainda, pode-se entender por área degradada aquelas que não possuem mais a capacidade de se sustentar, através da reposição da matéria orgânica do solo, reposição de biomassa, nutrientes, estoque de propágulos, sendo, então, necessária a intervenção do homem (Brown & Lugo, 1994).

Daniels (1994) afirma que reabilitação é um termo abrangente referido a qualquer tentativa para restaurar elementos de estrutura ou função num sistema ecológico. No entanto não procura necessariamente a restauração completa. Temos como exemplo o plantio de árvores para prevenir a erosão.

A reabilitação é definida por Corrêa (2005) como sendo o retorno da função produtiva da terra e não do ecossistema. Ainda, pode ser definida como a recuperação de algumas das funções do ecossistema e de algumas espécies originais (Primack & Rodrigues, 2002). A reabilitação é considerada termo afim de recuperação por Ibama (1990).

Segundo Zobel & Talbret (1984) deve ser levada em conta a qualidade genética das sementes ou estacas, considerando o conceito do tamanho efectivo da população quando se pretende arborizar um dado sítio, uma vez que o plantio de uma população a partir de uma ou de poucas árvores é o principal exemplo da redução genética causado pelo homem, por exemplo: quando se planta sementes com fraco desenvolvimento radicular ou que dão frutos infectados ou produz sementes com baixo potencial de germinação. A razão principal para o questionamento sobre o uso de espécies exóticas ou nativas se relaciona com a possibilidade de uma destas espécies se tornar dominante, interferindo nas fases da sucessão natural, de forma a não permitir o aparecimento de outras plantas ou em casos extremos, até se tornar uma infestante.

Na verdade o uso de espécies locais, a princípio, se mostra como o mais desejável, contudo, ao se analisar as variáveis envolvidas, verifica-se que podem existir limitações como baixa disponibilidade de sementes, ausência de espécies seleccionadas e adaptadas, falta de conhecimento de características silviculturais e da contribuição ao ciclo biogeoquímico (Viana, 1990).

Ainda seguindo o mesma autora afirma que a sucessão primária, processo previsto para situações onde ocorre a degradação do solo, as espécies pioneiras de outras áreas contíguas, mas, anteriormente inexistentes ou com baixa densidade, podem ser introduzidas pelos agentes dispersores naturais. Desta maneira, direccionado a sucessão para formação de um ambiente diferente daquele que existia. As modificações podem atingir não somente a estrutura fitossociológica horizontal como também comprometer a função ecológica da vegetação.

Árvores nativas são aquelas cuja presença é natural em uma região, ou seja, árvores que a natureza gerou e fez evoluir em um determinado ambiente. O fato de as espécies nativas serem naturalmente adaptadas às regiões onde ocorrem é muito importante para o equilíbrio ambiental, pois existem complexas relações dos demais seres vivos com essas árvores. Importantes elementos da natureza, elas são vitais para o funcionamento dos ecossistemas onde estão inseridas (Rodrigues & Gandolfi, 1996).

Cada espécie de árvore nativa possui características próprias, e por isso, deve ser valorizada pelos diversos benefícios que pode proporcionar. Alguns tornam as paisagens diversificadas e exuberantes devido à multiplicidade de formas que apresentam e às épocas distintas de floração; Propiciam qualidade de vida, por meio do embelezamento e conforto para o ambientes, são importantes fontes de abrigo e alimentação para a fauna nativa; Contribuem para o equilíbrio ecológico dos ecossistemas, especialmente em centros urbanos; e fornecem madeiras de alta qualidade para as mais variadas aplicações e também auxiliam no desenvolvimento de actividades turísticas (Rodrigues & Gandolfi, 1996).

O processo de recomposição de um ecossistema natural, perturbado pela acção antropológica, passa pela restauração e dos processos de revegetação, denominados de recuperação e reabilitação (Souza e Silva, 1996).

Segundo as mesmas autoras as técnicas de revegetação baseiam-se em princípios naturais (sucessão) e diferem pelas espécies utilizadas no processo de regeneração do ecossistema. Na recuperação, são empregadas espécies preexistentes, de forma a dar condições para que o ecossistema adquira características próximas das originais. Já na reabilitação, as plantas constituem espécies exóticas ou originárias de outros ecossistemas locais, e como resultado desse processo, um novo ecossistema, com características distintas do original, será formado.

O comportamento de sistema radicular invasoras em terrenos cultiváveis são diferentes daqueles em terrenos impactados. Cada espécie arbórea pode desenvolver sistema radicular distinto, estando este condicionado à oferta de condições ambientais (Pritchett, 1979).

Neste trabalho utiliza-se o termo recuperação é restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”.

## **2.2. Os factores que causam a degradação de ecossistemas**

Segundo Oldeman (1994), citado por Dias & Griffith (1998), os factores de degradação de ecossistemas são antropogénicas (actividade Humana), que se resume em ordem decrescente de participação relativa nas áreas degradadas no mundo, são: Superpastagem da vegetação (34,5% das áreas mundiais degradadas), devastação ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização (29,4%), actividade agrícola, incluindo ampla variedade de práticas agrícolas, como uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas de conservação de solo (28,1%), exploração intensa da vegetação para fins domésticos, como combustível, cerca etc., expondo o solo à acção dos agentes de erosão (6,8%); e Actividades industriais ou bioindustriais que causam poluição do solo (1,2%), e conceituação de área degradada é bastante discutida nos meios técnicos e académicos, admitindo-se várias definições de acordo com o enfoque desejado. Assim, poderíamos dizer que a degradação ocorre quando a vegetação e fauna originais são destruídas, removidas ou expulsas, a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada e a qualidade de vazão do sistema hídrico for alterada (Teixeira & Silva Jr., 1994).

Carpanezzi *et al.*, (1990) apresentam uma definição mais precisa: ecossistema degradado é aquele que, após distúrbios, teve eliminado, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração bióticos como o banco de sementes, banco de plântulas, chuvas de

sementes e rebrota. Apresenta, portanto, baixa resiliência, isto é, seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento.

Já o ecossistema perturbado é aquele que sofreu distúrbios, mas manteve meios de regeneração bióticos. A acção humana não é obrigatória, mas auxilia na sua recuperação, pois a natureza pode se encarregar da tarefa (Carpanezzi *et al.*, 1990).

As actividades que provocam o deslizamento de terra causando erosão, que é o processo de separação, remoção, transporte e deposição de partículas de solo causado pela influência do sol, chuva, vento, água e pode ser acelerado pela actividade do Homem. Dentre as várias actividades humanas destacam-se: abate de árvores, queimadas descontroladas, práticas inadequadas na agricultura, uso e aproveitamento de terras em áreas propensas à erosão de solos.

### **2.3 Tipos de erosão e sua influência no deslizamento do solo**

**Erosão** é o processo de separação, remoção, transporte e deposição de partículas de solo causados pela influência do sol, chuva, água e pode ser acelerado pela actividade do homem. De entre as várias actividades Humanas destacam-se: abate de árvores, queimadas descontroladas, práticas inadequadas na agricultura, uso e aproveitamento de terra em áreas propensas à erosão de solos (MICOA, 2007).

Existem vários tipos de erosão mas neste trabalho são definidos apenas aqueles que são mais expressivos na área de estudo, segundo MICOA (2007), **Erosão Hídrica** – é erosão provocada pela água podendo ser classificada em:

**Erosão pluvial** – é erosão causada pela chuva. Quando o terreno está descoberto, ou sem vegetação, este fica desprovido e quando chove as enxurradas carregam a camada superficial do solo, que contém as substâncias necessárias para as plantas e subdivide-se em:

“**Splash**” – quando as gotas de chuva ao atingirem o solo nú separam as partículas do solo e estas vão ocupar o espaço entre os agregados de solo formando assim uma crosta na sua superfície que dificulta a infiltração da água.

**Erosão laminar** – devido a formação da crosta a água não consegue infiltrar, começa a escorrer das áreas mais altas para as mais baixas em zonas declivosas. Neste processo devido a turbulência, a água vai desprendendo e carregando consigo as partículas de solo. Nesse percurso a água segue um caminho preferencial podendo formar sulcos que por sua vez podem originar as ravinas.

**Ravinas** – São fissuras profundas (podem atingir muitos metros de profundidade e largura) que ocorrem no solo e que são causadas por enormes quantidades de água que são transportadas em pouco tempo. Geralmente este tipo de erosão é devido ao pastoreio de gado e aos caminhos que as pessoas vão abrindo ao passar em áreas declivosas.

**Sulcos** – são fissuras no solo que se assemelham a ravinas mas com cerca de 30 cm de profundidade, o sulco pode-se transformar em ravina se não forem tomadas medidas para o controlo.

**Erosão Costeira** – é a causada pelas águas do mar que se batem sobre as rochas e as praias através das suas ondas.

Limas *et al.*, (2006) afirmam que o processo erosivo depende tanto de factores externos, como o potencial de erosividade da chuva e escoamento superficial, como de factores internos, como desagregabilidade e erodibilidade do solo. Adicionalmente os referidos autores observaram que a evolução da erosão ao longo do tempo depende de factores como características geológicas e geomorfológicas do local e evolução mineralógica do solo.

Com relação às causas que levam à erosão laminar, Coelho Netto (1998), afirma que as ravinas são causadas por diversos factores que actuam em diferentes escalas temporais e

espaciais. Todos derivam de rotas tomadas pelos fluxos de água, que podem ocorrer superficialmente ou subsuperficialmente.

Ravinas e voçorocas são processos erosivos distintos. Guerra (1998), explica que a diferença entre esses processos refere-se ao carácter dimensional. “As ravinas são incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade. Acima desses valores, as incisões erosivas seriam denominadas de voçorocas.”

Lepsh (2002), afirma que devido à falta de vegetação natural, o solo fica exposto a uma série de factores que ocasionalmente o empobrecem. O autor ainda afirma que os processos de empobrecimento e lixiviação, erosão hídrica, erosão eólica, excesso de sais ou salinização, degradação física e degradação biológica, contribuem drasticamente para o empobrecimento e provável perda de solo.

Segundo MICOA (2007), erosão eólica – é provocada pelo vento. Quando o vento sopra, levanta areia do chão. Durante o seu trajecto, os grãos de areia agem como uma lixa sobre as rochas que se encontram pelo caminho, desgastando-as e alterando as suas formas e transportando-as para lugares distantes.

#### **2.4 Situação de erosão no país**

Grande parte do território nacional enfrenta problemas sérios de erosão em particular a zona costeira. As razões para a ocorrência de erosão de solos são diversas destacando-se a disposição do relevo (em forma de escadaria), actividade humana (maiores aglomerados populacionais que se localizam ao longo da faixa costeira), localização geográfica do país (susceptível aos eventos extremos), queimadas descontroladas, prática de agricultura e uso de terra para outros fins em locais susceptíveis à erosão, entre outras (MICOA, 2007).

Para MICOA (2007), tendo em conta que a erosão constitui processo dinâmico, a situação nacional em termos de tipos de erosão carece de actualização permanente dos dados com vista a definição de acções prioritárias para áreas de risco.

## **2.5. Consequências da erosão**

Segundo Lima *et al.*, (2006) afirmam que a remoção dos solos por erosão causa os seguintes problemas: Desabamento e perda de infra-estruturas e habitats; Perda de vidas Humanas; Derrube de árvores; Alteração e redução da biodiversidade; Transporte de grandes quantidades de solos para os rios nas épocas chuvosas tornando-os turvos o que periga os ecossistemas; Obstrução dos canais de irrigação tornando os custos de manutenção elevados; Assoreamento das represas e reservatórios de água diminuindo as suas capacidades de armazenamento; Perca da fertilidade dos solos devido a remoção das camadas superficiais ricas em nutrientes; Diminuição da capacidade de retenção de água dos solos reduzindo assim a disponibilidade para as culturas; Aumento do risco de cheias e assoreamento dos Campos Agrícolas.

## **2.6. Técnicas de revegetação para reduzir a erosão de solo**

Uma das técnicas usadas no combate a erosão em áreas degradadas é a utilização de princípios ecológicos e práticas silviculturais oriundos do conhecimento básico de ecossistemas.

Os métodos dependem das fases da intervenção na área visando a revegetação da área acima das ravinas, dos taludes e do fundo das ravinas, a fim de propiciar condições para a estabilização, com espécies de cobertura do solo e arbóreas, e a implantação de cordões de vegetação permanente e/ou paliçadas no caminho da entrada de águas e no leito das ravinas.

Essa questão muitas vezes não é analisada coerentemente, e a restauração da forma (composição e diversidade de espécies, estrutura trófica, fisionomia, dinâmica, etc.), torna se prioritária frente à recuperação dos serviços do ecossistema, ou seja, sua função ambiental (Viana, 1990).

Vários autores procuraram sistematizar as técnicas de recuperação de áreas degradadas (Willians, 1982; Griffith, 1992; Silveira *et al.*, 1992; Adeam, 1990; Daniels, 1994; Pompéia, 1994; Jesus, 1994; Griffith *et al.*, 1996), todavia os sistemas devem ser específicos para cada situação, contemplando, entre outros factores, a localização, clima, topografia, estabilidade do terreno, solo, vegetação e a natureza dos agentes causadores da degradação.

Os objectivos da recuperação de uma determinada área degradada devem atender a requisitos individuais e o plano estabelecido deve deixar claro, previamente, o nível desejado de recuperação. Existem diversos usos potenciais para os quais as áreas degradadas podem ser destinadas, como o cultivo/pastagens, reflorestamento, área residencial ou urbana, parques e áreas de recreação, ou simplesmente, abandoná-las à sucessão vegetal (Griffith, 1980).

É preciso ter em mente qual é o objectivo inicial da recuperação, pois as áreas degradadas podem tanto ser “restauradas” como “reabilitadas” (Cairns, 1988; Viana, 1990). Restauração refere-se à série de tratamentos que buscam recuperar a forma original do ecossistema, isto é, sua estrutura original, dinâmica e interacções biológicas.

De acordo com Cairns e Viana (1988), restauração é geralmente recomendada para ecossistemas raros e ameaçados, geralmente demanda mais tempo e resulta em maiores custos. Reabilitação refere-se à série de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema. Essas funções podem ser produção económica e/ou ambiental. Geralmente, as principais justificativas para os reflorestamentos de protecção ambiental envolvem a recuperação imediata, tanto quanto possível, dos benefícios ambientais.

A vegetação pode ser um elemento de actuação e utilização nos programas de recuperação de áreas degradadas, assumindo diferentes funções, de acordo com a situação encontrada (Fonseca, 1989). Ainda segundo o mesmo autor dentre as alternativas, o reflorestamento para fins múltiplos envolvem um maior número de

benefícios, tanto sociais como ecológicos. Todavia, e sempre de acordo com um plano estabelecido, o destino final da área deverá ser objecto de uma análise conjunta dos componentes sociais, ecológicos e económicos envolvidos.

As técnicas existentes para utilização da vegetação como um agente recuperador de áreas degradadas são relativamente recentes e envolvem a regeneração natural, o plantio de espécies arbóreas e arbustivas e a hidrossemeadura (Silva, 1993).

## **2.7. Técnicas de medir a erosão de solo**

Deacordo com Wittmus, H. D., *et al.*, (1978), a estimativa de perda de solo por erosão para uma determinada área é o princípio para planear medidas e acções correctivas. Segundo os mesmos autores as técnicas empíricas mais utilizadas em todo o mundo na actividade correspondem a equação universal de perda de solo – EUPS, também conhecida por USLE (Universal Solo Loss Equation). A EUPS foi desenvolvida em 1954 no Nactional Runoff and Solo Loss Data Center pela Agricultura reseach Service em colaboração com a Universidade de Perdue (USA).

Segundo De Ploey & Gabriels, (1980) afirmam que pode-se utilizar técnica volumétrica de pinos de erosão para medir a remoção do solo. Os pinos (vergalhões de ferro) são parcialmente enterrados no solo (15 cm) ficando uma parte exposta (5 cm) para realização da leitura.

Uma das técnicas de medir a erosão é o uso de sistemas fechados, que consiste na montagem de colectores ou equipamento convencional para quantificar a erosão nas condições de campo que retêm muita quantidade de solo (Gerlach, 1967).

Com a actual preocupação de recuperação de áreas degradadas, o sensoriamento remoto aparece como excelente ferramenta para subsidiar a identificação e avaliação destas áreas, na medida em que contribui para a discriminação de alvos com diferentes comportamentos espectrais presentes nas imagens. Técnicas de processamento e

tratamento de imagens são utilizadas para identificar áreas desmatadas e pastagens impactadas a partir de diferentes tipos de uso (Silva *et al.*, 2007; Moreira e Assad, 2000).

O modelo linear de mistura espectral e a classificação supervisionada pixel a pixel são técnicas de processamento de imagens utilizadas na identificação de solo exposto. O modelo linear de mistura espectral visa estimar as proporções das componentes solo, vegetação e água, para cada pixel, a partir das respostas espectrais de cada banda, gerando assim imagens sintéticas (Servello *et al.*, 2007).

## **2.8 Técnicas de medição de sistemas radiculares das plantas**

A importância do estudo dos sistemas radiculares das espécies vegetais utilizadas nas pesquisas agrárias, com objectivo de conhecer e descrever, sua distribuição, extensão e actividade é indispensável e fundamental para o entendimento científico dos processos do seu potencial na fixação de solo. As raízes das plantas têm distribuição variável com as espécies e cultivares, idade da planta e as características químicas e físicas do solo, os tratos culturais e as condições fitossanitárias.

Segundo Mazza J. A., (1994) afirma que o conhecimento sobre a quantidade, qualidade e distribuição das raízes é útil nos estudos visando reduzir o deslizamento de terra, para fornecer informações sobre a distribuição das raízes a procura de nutrientes, espaçamentos adequando, cultura intercalares, manejo de solo e projectos de irrigação.

Trabalho realizado por Cintra & Neves (1996), relataram dificuldades inerentes aos métodos de amostragem para o pleno conhecimento de sistema radicular, principalmente de plantas perenes.

Segundo estudos feito por Chauvel A. *et al.*, (1992) realizaram a abertura de trincheira (2 m X 1 m) de 6,5 m de profundidade foi escavada e blocos de 15 dm<sup>3</sup> foram retiradas ao longo das paredes. Depois da pesagem das amostras, as raízes foram separadas do solo por peneiração sob jactos de água, usando peneiras de 2 e de 0,25 mm.

Uma separação manual, a olho nu e sob lupa microscópica, permitiu separar as raízes em classes de diâmetro (1-5 mm; 0,2-0,5 mm; menos de 0,2 mm. As raízes de diâmetros superiores a 5 mm não foram incluídas nos resultados apresentados). As raízes foram lavadas, secas a 70°C e pesadas. Antes da secagem, o comprimento das raízes foi medido em uma aliquota de amostra para cada classe de raiz separada. A relação entre o peso e o comprimento das raízes da aliquota foi utilizada para estimar o comprimento das raízes de cada amostra. As raízes foram observadas da superfície até o limite inferior da trincheira, estando a maior parte concentrada nos horizontes superficiais. Nos trinta primeiros centímetros, foram medidos perto de 70 km/m<sup>3</sup> de raízes, das quais 78% eram raízes finas, com diâmetro inferior a 0,2 m. A quantidade de raízes diminui muito rapidamente com a profundidade e a partir de 1 m de profundidade foram sempre medidos menos de 3 km/m<sup>3</sup> de raízes, com exceção das profundidades de 3 e 6 m, onde houve ligeiras acumulações de raízes (6 e 3,5 km/m<sup>3</sup> respectivamente). As raízes finas (< 0,2 mm), que já predominam nas camadas superficiais, contribuem com mais de 90% do total de raízes profundas no solo.

As raízes foram colectadas em 10 pontos aleatórios entre árvores no centro de cada parcela permanente de 350 m<sup>2</sup>, no dia 12 de Agosto de 2004. Utilizou-se anel volumétrico 140 cm<sup>3</sup> nas profundidades 0 – 10, 10 – 20 e 20 – 30 cm. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e guardadas em geladeira até a triagem (Hertel *et al.*, 2003).

Outros métodos usados para estudo e análise dos sistemas radiculares é o uso de rizotrons que possuem um plano de visão transparente para a monitoria e a quantificação do sistema radicular das plantas possuindo 1 m de altura e diâmetro com 0.25 m, em formato de semicírculo, contendo uma parede dupla na face recta. A parede interna é de vidro transparente com 4 mm de espessura para permitir a visualização do sistema radicular e a externa é de madeira que impede a passagem da luz. Essas paredes são facilmente removidas, pois podem correr em canais fixas à parede do tubo semicircular. Os rizotrons foram posicionados com 85 graus de inclinação em relação ao piso, possibilitando o crescimento das raízes junto da face transparente e facilitando a visualização das raízes e a obtenção das medidas. Os rizotrons foram preenchidos com terra corrigida para um P<sup>H</sup>

próximo a 6,0 com calcário, permitindo bom fornecimento de cálcio e ausência de alumínio tóxico solúvel (Magalhoes J. *et al.*, 2008).

Quarenta e cinco dias após a germinação das sementes, as mudas foram colhidas e, no sistema radicular de cada uma, foram feitas três leituras com o scanner ótico HP ScanJet 3c/T (Hewlett-Packard), com resolução 1.600 dpi. Dessas leituras, foi estimada uma média por muda, utilizada na análise. A avaliação das imagens foi realizada usando-se o programa WinRhizo, (Régen., 2001). Com esse programa, foram avaliados o comprimento total da raiz (cm), o volume de raízes (cm<sup>3</sup>), o diâmetro médio das raízes (mm) e do número de raízes finas, considerando-se, como raízes finas, aquelas com diâmetro menor que 0,5 mm. Esses dados foram submetidos à análise de variância, seguindo-se o procedimento de blocos casualizados com informação dentro de parcela, usando-se o programa GENES. Genética Quantitativa e Estatística Experimental V.5 (CRUZ, 2001).

Segundo o mesmo autor CRUZ (2001) afirma que as estruturas radiculares intactas são lavadas com água para minimizar a visibilidade numa folha A4 num botão de vidro transparente que esta acoplado no scanner. Seguidamente as estruturas radiculares são scannadas para produzir imagem digital.

## **2.9 Importância de plantar árvores**

Nas zonas peri-urbanas de grande aglomeração populacional está a tornar-se cada vez mais urgente plantar árvores, para fazer face aos problemas crescentes de degradação ambiental que são desflorestamento, a erosão e aluimento de solos, o sobrepastoreio, a perda de fertilidade de terra a diminuição das reservas de água freática, a perda de diversidade biológica e a escassez de árvores de frutas, de forragem para os animais, de lenha e de madeira para construção.

Algumas árvores nativas podem ser plantadas em conjunto com pastagens e agricultura, gerando benefícios a essas actividades. Exemplos: Fornecimento de alimento e sombra

para gado; Protecção contra geadas, abrigo para animais predadores de pragas; Podem auxiliar na recuperação e adubação do solo; São excelentes no controle da erosão dos solos, pois funcionam como um freio contra as águas pluviais, diminuindo o impacto das chuvas sobre a terra e impedindo a sua remoção. Algumas espécies arbóreas são utilizadas na medicina popular.

As árvores podem também actuar como “máquinas” complexas e silenciosas que auxiliam na despoluição do ar. Pesquisas realizadas ambientalistas comprovaram que o teor de partículas de poeira em ruas arborizadas é quatro vezes menor comparado às que não possuem vegetação. Fornecem corantes naturais e óleos, substâncias para curtimento de couro, elaboração de perfumes e insecticidas naturais.

Outras funções das árvores incluem a protecção servindo como barreiras contra ruídos. Por outro lado as árvores contribuem no valor cénico através do perfume exalado pelas flores, o efeito sonoro produzido pelas copas e ramos das árvores quando impulsionados pelo vento, o som dos insectos e demais animais silvestres a ela associados e o canto dos pássaros podem alegrar o dia-a-dia.

Em estudos realizados para medir o efeito de diferentes sistemas de cobertura vegetal do solo no controle de erosão e escoamento superficial de água, em relação a florestas tropicais húmidas, constatou-se que a maior eficiência foi obtida em sistemas com mais de um estrato de cobertura vegetal (Chen, 1993).

Muitas árvores nativas constam da lista das espécies ameaçadas de extinção, pois foram exploradas abusivamente no passado, principalmente aquelas que fornecem madeiras com múltiplas utilidades e de grande valor económico. Por questões naturais, algumas árvores ocorrem em ambientes mais restritos na natureza Ex.: (*Dalbergia melanoxylon*) e, tornaram-se ainda mais raras devido à destruição das formações florestais onde elas existiam naturalmente.

Qualquer árvore gera benefícios ambientais, seja ela nativa ou exótica (originária de outros países), mas algumas espécies se destacam, e por isso, são consideradas “árvores nobres”.

## **2.10 Atributos para a selecção de espécies vegetais nativas para a reabilitação de áreas degradadas usando técnica de revegetação**

Uma das questões objectivas no combate ou redução da erosão é a escolha das espécies adequadas a esse ambiente ecológico e a origem das espécies vegetais. O uso de espécies locais, a princípio, se mostra como o mais desejável, contudo, ao se analisar as variáveis envolvidas, se verifica que podem existir limitações para obtenção de reposta nos atributos básicos tais como disponibilidade de sementes, formas de propagação, rapidez de crescimento em (diâmetro do colo, altura e capacidade de enraizamento), espécies que permitam também quando adulto, o crescimento de uma camada arbustiva, produzir produtos úteis ou com usos múltiplos tais como: madeira, alimento (frutos, folhas, gomos e outros), medicinais (raízes, folhas, flores, frutos e outros) e outros usos como material de construção, ornamental, utensílios, combustível lenhoso e valor económico).

## **2.11 Breve descrição das espécies usadas**

**Espécies:** *Annona senegalensis* Pers.

**Família:** ANNONACEAE

**Nome vernacular:** Romphfa

*A. senegalensis* é um arbusto indígina ou pequena árvore decídua de copa larga, de 3 a 4 m de altura, mas em condições favoráveis pode atingir os 8 m. Os frutos são amarelo alaranjado, ovóides ou globosos, com numerosas sementes, crescimento rápido, facilidade de rebrotação e rápida propagação vegetativa, as sementes dispersam-se facilmente pelo vento e animais. Ocorre em savanas arbustivas e florestas abertas, geralmente em solos arenosos ou ao longo dos rios. Largamente disseminada na África tropical (Palgrave K., 1992).

**Uso/ Produtos:** o principal uso é alimentação, com inúmeras aplicações para o homem, e qualquer parte da planta tem uma única propriedade e uso. As folhas, flores e frutos são adicionados na culinária, a polpa branca da fruta muito suave como o sabor da maçã, as folhas são consumidas pelo homem como vegetais ou pode servir para alimentar animais, também as folhas são usadas como medicamento, como o tratamento de pneumonia, no fabrico de colchões e almofadas e são fervidas para o fabrico de perfumes (Bunderson *et al.*, 1995).

**Espécie:** *Albizia versicolor* Welw. ex Oliv.

**Família:** FABACEAE

**Nome comum:** Gowane

*A. versicolor* cresce rapidamente até uma altura de 18 metros, com uma copa larga. Fruto uma vagem grande, avermelhado, quando jovem, mas de coloração castanho pálida quando maduro, até 27 cm de comprimento, de textura fina, com margens espessadas. É comum em florestas de caducifólias, sertão e pastagens arborizadas de *A. versicolor*. Pode ser facilmente propagada por estacas e rebentos de raiz. As sementes geralmente exibem uma taxa de germinação de 80-90%, dentro de um período de cerca de 30 dias. As sementes frescas não requerem pré-tratamento, mas as sementes armazenadas devem ser embebidas em água quente, durante uma noite e na manhã seguinte semeadas em bandejas de mudas preenchidas com uma mistura de areia de rio e composto (4:1) (Katende *et al.*, 1995).

**Uso/ Produtos:** Folhas e frutos são ingeridas por elefantes. Na Apicultura *A. versicolor* é fonte de néctar para as abelhas. A madeira é usada para o fabrico de mobílias, parquetes e na construção. Fibras: A entrecasca produz uma forte corda de forma justa. Uma infusão feita a partir da casca é usada como uma lavagem para os olhos e para tratar doenças de pele. Outros produtos: Raízes fervidas com água podem ser usadas como um substituto do sabão. A casca contém 5% de taninos e é usada para curtimento de couro. As folhas e a casca são utilizadas para aliviar dores de cabeça. As vagens jovens podem causar intoxicação de bovinos e ovinos, resultando em uma condição denominada albiziosis. Os

animais envenenados podem ser tratados com altas doses de vitamina B6. Medicina: A casca da raiz é usada como um enema e purgativo. *A. versicolor* é uma leguminosa capaz de fixar nitrogénio no solo. Além disso apresenta raízes com arquitectura e profundidade que permitam estabilizar solos com pouca estabilidade. A fixação de nitrogénio é processo bioquímico em que o nitrogénio atmosférico é incorporado directamente nas plantas após serem transformados em amónia. Essa relação ocorre em estruturas especiais das raízes chamadas nódulos, formados por bactérias chamadas rizóbios. As leguminosas tem um papel importante na revegetação de área degradada, principalmente na consociação com outras árvores perenes, anuais, bienais e de longa duração, favorecendo o desenvolvimento da vegetação pela incorporação de nitrogénio (Katende A. *et al.*, 1995).

**Espécie:** *Trichilia emética* Vahl.

**Família:** MELIACEAE

**Nome comum:** Nkulhu

*T. emetica* é uma árvore indígena bonita sempre-verde, de médio a grande porte, com entre 8 e 20 m de altura copa redonda e densa com folhagem escura. Flores pouco vistosas, redondas castanhas, aveludadas, com 3 cm de diâmetro dividindo-se em 3 ou 4 valvas, com sementes negras, cobertas por um arilo cor-de-laranja brilhante. Com um crescimento extremamente rápido, esta espécie apresenta um sistema radicular muito denso. Esse sistema tem uma orientação pivotada e que apresenta muitas ramificações e nas extremidades formam pelo, mostrando alta capacidade de fixação do solo (Gomes e Sousa, 1966).

**Uso/ Produtos:** boa lenha; a madeira é boa de trabalhar mas precisa de tratamento; usa-se para móveis, utensílios domésticos, prateleiras e barcos escavados. Para usar como vomitório mergulha-se a casca em água quente. A semente cozida, depois de ter sido esmagado e pilado, produz um óleo que é um unguento corporal e capilar de grande qualidade; usa-se como medicamento, para esfregar cortes e feridas; também pode ser

ingerido para o reumatismo e a grande qualidade de gordura que as sementes contêm é aproveitada para cozinhar e para o fabrico de sabões. Semeia-se as sementes pouco depois de retirar o arilo cor-de-laraja, porque a sua viabilidade é curta (Bunderson *at al.*, 1995).

**Espécie:** *Mimusops caffra* E.Mey. ex A.DC

**Família:** SAPOTACEAE

**Nome comum:** Ndzole

*M. caffra*: Um arbusto que apresenta um crescimento rápido até 10-15 m, com facilidade de rebrotação e rápida propagação vegetativa. O tronco é cinzento-escuro, enrugado longitudinalmente, contorcido, com os ramos jovens e pecíolos densamente cobertos com pelos castanhos e com látex branco. As folhas são obovatas, rijas, verdes e sem pelos na parte superior, e densamente cobertas com pequenos pelos prateados ou amarelados na parte inferior. As flores são brancas com formato de estrela (Palgrave K., 1992).

**Uso/ Produtos:** Os frutos são comestíveis e muito saborosos procurados por crianças e em alguns lugares se fazem doces. A madeira é usada para construir barcos. Usados para consolidar as dunas costeiras de areia. Esta espécie de planta é delicadamente protegida como as outras espécies (Bunderson *at al.*, 1995).

**Espécie:** *Sclerocaria birrea* Hochst.

**Família:** ANACARDIACEAE

**Nome comum:** Ncanhu

*Sclerocaria birrea* é uma árvore bonita decídua e de tamanho médio até 15 m de altura com uma copa frondosa redonda e um tronco alto. As sementes são duras (skleros dura, karya noz - referência ao miolo dentro da casca). Esta espécie é originária do bioma das savanas e caracteriza-se por um tronco único acinzentado e uma copa de folhas verdes. A planta é dióica (possui flores masculinas e flores femininas separadas), perene e suas flores são pequenas, de cor vermelha, emitidas antes das folhas em Outubro. Por serem

dióicas, para que ocorra a frutificação, há necessidade do plantio de plantas femininas e masculinas no mesmo pomar. Os frutos podem ser ovóides ou globosos, e contém polpa succulenta, doce-acidulada e uma semente, bastante conhecida pelo seu uso no licor produzido através da fermentação de seu suco (Gomes e Sousa, 1966).

**Uso/ Produtos:** frutos comestíveis ricos em vitamina C, muito perfumados e que servem para fazer doces, sumos e uma bebida alcoólica. O caroço do fruto é constituído por 2 ou 3 amêndoas comestíveis que contêm um óleo rico em proteínas e que arde como uma vela. A madeira é usada para esculturas, móveis, soalhos e fósforos; a casca é usada como cordas ou fio; as estacas cortadas podem usar-se como poste de cercas vivas; dá boa comida para todo tipo de animais. A casca da árvore tem muitos usos medicinais e culturais, e é muito valorizada em muitas partes de África. Pega melhor de estaca (Bunderson *at al.*, 1995).

**Especie:** *Syzygium cordatum* Hochst.

**Família:** MYRTACEAE

**Nome comum:** Mulho

*Syzygium cordatum* cresce rapidamente até uma altura de 18 m mas tem uma forma desfavorável com uma copa larga, as flores têm uma cor rosada e produzem muito pólen muitos ramos cheios de frutos ovais com uma cor vermelha a roxo. A inflorescência ocorre nos meses de Agosto a Novembro (Palgrave K., 1992).

**Uso/ Produtos:** É largamente conhecido através do seu uso múltiplo, as frutas frescas são ácidas, bastante procurada por meninos, macacos e insectos. A fruta as vezes é usada para o fabrico de bebida alcoólica. Na África central a fruta é usada como remédio do estômago para tratar diarreias. Esta também é usada para tratar tuberculose (Bunderson *at al.*, 1995).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área de estudo

A área de estudo localiza-se no sul do país, na margem ocidental da Baía de Maputo na zona de Costa de sol, Distrito Urbano de KaMavota. Situa-se a uma altitude média de 10 m com um clima tropical seco. O período mais quente do ano compreende os meses de Novembro a Abril e o mais frio aos meses de Maio à Outubro. O período de maior precipitação ocorre nos meses mais quentes, nas regiões mais baixas. O Distrito Urbano de KaMavota caracteriza-se por ter uma precipitação média anual 800-1200 mm, com uma temperatura média anual de 22-24 °C. Predomina na região declives, solos vermelhos e brancos com uma textura arenosa fina sem presença de afloramento rochoso (Langa & Gomes, 2005).

A área do experimento situa-se dentro dos limites do Viveiro Botânico do Conselho Municipal da Cidade de Maputo sito na zona de Costa do Sol (Figura 1). Encontra-se limitada por novas edificações habitacionais, área de reserva do Conselho Municipal, um campo experimental de plantio de árvores para arborizar a Cidade, e uma estrada de uso.



Figura 1: Imagem de satélite da área experimental, localizada na zona de Costa de sol (Triunfo) no viveiro Botânico do Conselho Municipal da Cidade de Maputo. Fonte: Google Earth. 2010.

### **3.2 A vegetação da área de estudo**

A vegetação da área de estudo é caracterizada por árvores grandes e numerosas de *Ficus sycamorus*, *Trichilia emetica* (mafurra), *Acacia albida*, *Annona senegalensis* e *Sclerocaria birrea* (canho). Estas áreas estão quase todas perturbadas sendo usadas pelo sector familiar como machambas de sequeiro devido a alta fertilidade do solo e fácil cultivo. Outras espécies encontradas incluem *Terminalia sericea*, *Combretum molle*, *Albizia versicolor*, *Garcinia livingstonei*, *Strychnos spinosa* e *Strychnos madagascariensis*, as duas últimas são muitas vezes encontradas na forma arbustiva. Foram encontrados também espécies como *Tabernaemontana elegans*, *Cassia petersiana* e *Hyphaene natalensis*, como arbustos. Os cajueiros e mangueiras encontram-se frequentemente em zonas habitadas, juntamente com arbustos de *Dichrostachys cinerea* e *Ozora obovata*. As principais gramíneas são *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon* e *Digitaria eriantha*. Em áreas perturbadas ou cultivadas encontram-se frequentemente *Pogonathria sauarrosa*, *Perotis patens*, *Rhyncheltrum repens* e *Aristida barbicollis*, (Bunderson *at al.*, 1995).

### **3.3 Problemas de erosão na área de estudo**

Segundo Langa J., (2007), à semelhança do que acontece noutros trechos da costa moçambicana, a Zona Costeira da Cidade de Maputo, com uma extensão de aproximadamente 20 km, estendendo-se do Distrito de Matutuíne (Baía de Maputo) ao Distrito de Marracuene (Praia da Macaneta), a Sul e Norte respectivamente, tem evidenciado desde há alguns anos elevados índices de erosão. Na linha costeira verificam-se recuos significativos com implicações nas faixas marginais: perdas de areias, destruição de dunas e vegetação, aumento dos riscos de galgamento dos arruamentos marginais, danos nas obras de defesa existentes e aumento do risco de algumas construções virem a ser afectadas.

Por outro lado, esta zona, pela sua grande apetência balnear e paisagística, está submetida a uma crescente ocupação humana, traduzida por novas edificações, arruamentos e

parques de estacionamento, que a tornam particularmente vulnerável à acção dos fenómenos costeiros (Langa, 2007).

A alteração da morfologia costeira tem como principais consequências a médio e longo prazo. A redução significativa da largura das praias em consequência da perda contínua de material sólido, a redução da zona de praias entre marés, com perdas de habitats, a diminuição da altura das dunas e a perda da sua vegetação (Langa, 2007).

### **3.4 Critério de selecção das espécies**

Para seleccionar as espécies prioritárias que foram testadas fez-se uma avaliação com base na literatura sobre as propriedades, observando as exigências de cada espécie vegetal, incluindo origem sua aplicabilidade na reabilitação de ecossistemas degradados. O processo consistiu em escolher espécies arbóreas que segundo a literatura apresentassem um bom crescimento em (altura e diâmetro), enraizamento rápido e que permitissem também, quando adultas, o crescimento de uma camada arbustiva, inferior, para fechar as brechas; Devem ser resistentes a seca e ao vento; apresentar uma boa arquitectura das estruturas radiculares com contrafortes; Fornecer um ou mais produtos úteis (fruto, medicamentos, etc.); apresentar um bom potencial para a fixação, recuperação e conservação do solo, e a sobrevivência da vegetação em terrenos encharcados, sítios mesicos (encostas e topos das dunas e montanhas), resistentes á ambiente com temperatura, precipitação e solo extremos, resistentes ao ataque de pragas e doenças; facilidade de transplantação e pouca competição com infra-estruturas, tolerantes a baixa humidade não devem hospedar pragas ou vectores de pragas. Para a comparação de atributos usou-se uma matriz ou diagrama de atributos indicada na tabela 1.

Tabela 1. Matriz de atributos sobre as espécies seleccionadas.

<b>Espécies</b>	<b>RCD</b>	<b>RCH</b>	<b>RE</b>	<b>UM</b>	<b>PDS/ PVE</b>
<i>A. senegalensis</i>	+	+	++	F/M	PS/PV
<i>A. versicolor</i>	+++	+++	+++	M/C	PS/PV
<i>M. caffra</i>	+++	++	++	F/M/C	PS
<i>S. birrea</i>	+++	++	++	F/M/O	PS
<i>S. cordatum</i>	+++	+++	+++	F/M/O	PS
<i>T. emética</i>	+++	+++	+++	F/M/O	PS/PV

RCD – rapidez de crescimento em diâmetro, RCH – rapidez de crescimento em altura, RE – rapidez em profundidade de enraizamento, UM – uso múltiplo, PDS – produção e disponibilidade de sementes, PVE – propagação vegetativa por estacas.

Usar: S = para classificar a produção e disponibilidade de sementes; PS = para classificar propagação por sementes; PV = para classificar a propagação vegetativa ou por estaca; +++ para classificar crescimento muito rápido das espécies; ++ para classificar crescimento rápido; + para classificar Crescimento moderadamente rápido; U = Sem informação ou sem usos conhecidos e – para classificar o crescimento lento; R – resistente seca; Resistentes ao ataque de pragas e doenças; +CO<sub>2</sub> = grande capacidade de sequestro de dióxido de carbono; F = alimentos (frutos, folhas, gomos, sementes e outros); M = Medicinais (raízes, flores, frutos, folhas, casca e outros); O = para outros usos (material de construção, ornamental, utensílios, cerimônias tradicionais), D – apresenta bom potencial para a fixadora de dunas, N – para classificar fixadora de nitrogénio e C = combustível lenhoso, adaptado do (Sitoé, 1999).

### **3.5 Material usado**

Para o presente trabalho usou-se sementes das seguintes espécies: *Annona senegalensis*, *Albizia versicolor*, *Trichilia emetica*, *Mimusops caffra*, *Sclerocaria birrea* e *Sysygium cordatum*, vasos de polietileno com substrato (areia com restos orgânicos de plantas), para melhorar a fertilidade do substrato. Para a delimitação das parcelas usou-se estacas preparadas com facas e catanas. A poda radicular foi feita com recurso a tesoura, uma pá que foi usada na abertura das trincheiras para a remoção e estudo da distribuição do sistema radicular numa profundidade de 0.3 m. A rega foi feita mediante o uso de regador. Para medir a altura e o comprimento das estruturas radiculares das plantas usou-se uma régua graduada em centímetros e para medir o crescimento do diâmetro do colo usou-se um paquímetro. A medição da biomassa das estruturas radiculares foi feita através da pesagem usando uma balança digital.

### **3.6 Pré-plantio**

#### **3.6.1 Técnicas e cuidados no plantio**

Neste processo optou-se por usar as técnicas, práticas e cuidados simples de multiplicação com materiais locais que requerem menos mão-de-obra e menos cuidados. Para este trabalho optou-se por reproduzir as plantas usando sementes (reprodução sexuada), colhidas localmente. Foram feitas observações sobre a incidência de pragas, doenças e infestantes. Para evitar a dormência das sementes usou-se sementes frescas e maduras e fez-se a cobertura dos alfofres com palha após a sementeira na perspectiva de aumentar a velocidade de germinação das sementes.

### **3.6.2 Sementeira**

Com a adopção generalizada dos viveiros e para garantir altos índices de germinação e de sobrevivência das mudas, adoptou-se técnicas de sementeira a lanço nos alfobres com solo fértil para se criar mudas saudáveis. A mistura foi preparada perto de local dos alfobres com a finalidade de manter um equilíbrio de uma boa drenagem, misturou-se duas carrinhas de solo fino da camada superficial para uma carrinha de estrume de matéria orgânica proveniente da poda de árvores na cidade e no meio urbano.

Seguidamente com uma espátula, fez-se sulcos com mais ou menos 10 cm de distância no sentido Norte à Sul, deixando um espaço de 5 cm entre a armação de canteiro e do primeiro sulco. Esticou-se um fio de um lado ao outro do canteiro para se guiar na abertura dos sulcos e ao semear como forma de garantir um espaçamento regular e reduzir a competição bem como para tornar o cultivo e a extracção mais fácil. Os sulcos tinham uma profundidade de 1 cm para permitir a rápida germinação das sementes.

Depois da sementeira regou-se delicadamente com um regador munido com chuveiro fino, de manhã e ao cair da tarde até as sementes germinarem.

A medida que as plantulas germinaram fez-se um desbaste de modo a ficarem 5 cm entre elas deixando só as melhores plantas para reduzir a competição e a aglomeração em espaço de canteiro com espaço de 1 X 1 m produziu-se 40 mudas para cada espécie das quais 32 mudas foram repicadas nos vasos, e posteriormente fez-se a estimativa do desenvolvimento dos parâmetros em análise nomeadamente: rapidez do crescimento em (altura, diâmetro e desenvolvimento das estruturas dos sistemas radiculares das mudas) e de modo a obter melhores resultados experimentais.

### **3.6.3 Enchimento dos vasos**

Foram usados vasos ou tubos de polietileno com uma altura de 20 cm e largura de 15 cm para os recipientes usados, por serem suficientemente resistentes para resistirem 6 meses, o tempo necessário para as plantulas estarem prontas para serem transplantadas para o campo. Os tubos de polietileno tinham furos no fundo e nas paredes laterais que permitiam a drenagem e a circulação de oxigênio sem dar origem a apodrecimento.

Encheu-se os recipientes com solo preparado, colocando duas carrinhas de solo fino a superfície e uma carrinha de estrume de matéria orgânica, acamando-se ao de leve a medida que se enchia. O solo ficou a 0.5 cm do topo depois de serem regados. A medida que o tempo fosse passando devido a rega as paredes do recipiente foram cedendo para dentro o que impedia uma rega adequada, e a medida que a muda fosse emergindo e crescendo, adicionou-se mais solo nos vasos a medida que o colo da raiz afundava até 1.5 cm.

### **3.6.4 Repicagem**

Fez-se a repicagem num dia pouco nublado e sem vento numa sombra, depois de o canteiro e os recipientes terem sido bem regados e amolecidos. Arrancou-se cada plantula segurando-a pelas folhas de cima, depois de ter remexido o solo com uma espátula. As mudas arrancadas desta forma tinham um conjunto de 4 a 5 folhas acima dos cotilédones. As mudas das espécies, *A. versicolor* e *S. cordatum* que apresentavam umas raízes principais muito profundas, podou-se com a tensora, para evitar que se dobrasse ao ser transplantada para o centro de um recipiente e protegeu-se contra vento e sol usando estacas e capim.

## **3.7 Plantio**

### **3.7.1 Delineamento usado**

O ensaio foi montado no viveiro do conselho municipal da cidade de Maputo, e compreendeu seis tratamentos: *A. senegalensis*, *A. versicolor*, *T. emetica*, *M. caffra*, *S. birrea* e *S. cordatum*. O esquema experimental obedeceu o Delineamento Bloco Completo Casualizado (DBCC) com 6 blocos, 6 tratamentos e duas repetições. A escolha deste delineamento deveu-se ao facto de que o ensaio foi feito no terreno com uma inclinação e as condições não se apresentavam ser uniforme tais como a humidade, fertilidade, insolação. Por cada parcela foram alocadas 32 plantas de cada espécie, com um espaçamento de 1 X 1 m totalizando 192 plantas.

### **3.7.2 Plantio das mudas nas parcelas**

Para proceder ao plantio, realizou-se uma limpeza do terreno usando enxada para retirar o capim o que resultou em benefício para o processo de plantio. A área passou por um processo de pré-preparação que compreendeu a actividade de demarcação das parcelas de 24m<sup>2</sup>, usando uma corda para a marcação de 8 m de comprimento e 3 m de largura, e com enxada fez-se abertura de covas com o espaçamento de 1 X 1 m entre as plantas para um total de 32 plantas por cada parcela. O processo de plantio iniciou em Dezembro de 2007, com a primeira tomada de medidas (diâmetro do colo e altura do solo à gema apical) juntamente com a capina das parcelas, de 4 a 16 de Junho de 2008.

### **3.7.3 Monitoria do experimento e medição da altura e diâmetro**

A monitoria do experimento começou com o levantamento e registos de dados de crescimento em altura e diâmetro de colo, após 30 dias depois de transplante. Em seguida fez-se as escavações das trincheiras para medir o aprofundamento e massa das estruturas radiculares das seis espécies ver (ficha de medição no anexo 4).

As tomadas de crescimento foram realizadas aos 6 até aos 18 meses após o plantio. Na ocasião do plantio, 4 de Junho de 2008, foram realizadas as primeiras medidas de diâmetro e altura, sendo este o marco zero (*i0*), a partir desta, foram realizadas 6 tomadas de dados. As medições foram tomadas em todas plantas para análise de crescimento do diâmetro do colo e altura, e para estudo da análise das estruturas dos sistemas radiculares, fez-se uma escolha aleatória escolhendo aquelas que se revelaram com um bom desenvolvimento de crescimento em altura e diâmetro do colo entre 6 e 18 meses após o plantio (Tabela 2).

Tabela 2. Datas de monitoria do ensaio das espécies vegetais nativas.

<b>Monitoramento</b>	<b>Data</b>		<b>Tempo de experimento</b>
Ponto zero	04.06.2008	16.06.2008	0
1°	02.07.2008	17.07.2008	02 Meses
2°	02.08.2008	16.08.2008	03 Meses
3°	06.12.2008	27.12.2008	06 Meses
4°	02.02.2009	20.02.2009	08 Meses
5°	01.04.2009	23.04.2009	10 Meses
6°	03.06.2009	18.06.2009	12 Meses

As tomadas da medida de altura foram realizadas com régua graduada em centímetros a partir do solo até a gema apical e o diâmetro do colo foram tomadas com paquímetro no colo da muda (Figura 2).

Os pontos usados para a tomada de medidas de crescimento são apresentados na figura 2.

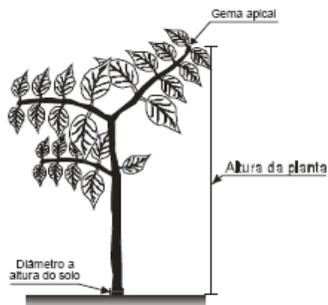


Figura 2: – Desenho esquemático dos pontos para tomada de medidas de crescimento do diâmetro (cm) e altura (cm) entre 06 a 18 meses de experimento. Fonte: Silva (2007).

Para analisar a variação do potencial de enraizamento entre as unidades experimentais (espécies), fez-se a escavação das trincheiras nas seguintes profundidades 0-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,3m. Quanto ao potencial de enraizamento usou-se uma balança electrónica para medir a biomassa das raízes com base no peso fresco e fez-se observações directas da estrutura das raízes.

### 3.8 Análise de dados

#### 3.8.1 Taxa de sobrevivência

A análise de taxa de sobrevivência calculou-se para cada espécie e depois tomou-se a média usando a seguinte fórmula:

$$TSobrev\% = \frac{NSobrev}{Ni} \times 100$$

Onde:

$TSobrev\%$  = taxa de sobrevivência (percentual)

$N_i$  = número de indivíduos no início do período avaliado

$NSobrev$  = número de indivíduos sobreviventes durante o período avaliado

### **3.8.2 Crescimento em altura, diâmetro do colo e das raízes**

Fez-se análise da variância para os dados de crescimento da altura, diâmetro do colo e das raízes baseou-se no modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ijk}$

Onde:

$Y_{ijk}$  – É o valor do crescimento da planta em (altura, diâmetro do colo e produção de massa das estruturas radiculares) na unidade experimental  $j$  à uma profundidade  $i$ .

$\mu$  – Média geral,  $\tau_i$  – Efeito do tratamento  $i$ .  $\beta_j$  = Efeito do bloco  $j$  ( $j=1,2,\dots$ ),  $\varepsilon_{ijk}$  – é o termo erro correspondente a profundidade  $i$  na repetição  $j \sim idN(0, \sigma^2)$ .

#### **Hipótese do modelo**

Ho:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_6 = 0$  não há diferenças entre as medias dos tratamentos;

Há: Pelo menos existe uma média que é diferente das restantes;

A avaliação do experimento consistiu na análise estatística dos dados relativos a rapidez de crescimento em diâmetro do colo, altura e percentagem da biomassa das raízes, e para a comparação de médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### **Pressupostos do modelo estatístico**

Para que as análises feitas neste caso tivessem validade foram observados os seguintes pressupostos:

Antes de fazer a análise de variância fez-se o teste de homogeneidade das variâncias para verificar se as variâncias das seis espécies são homogêneas, usando o teste de Hartley.

$$Ho: S_1^2 = S_2^2 = S_3^2 \dots = S_6^2$$

Ha: Pelo menos uma das variâncias das espécies é diferente das restantes.

A tabela 3 apresenta quadro de análise de variância do delineamento usado

F.V	GL	SQ	QM	Fcal
<b>Bloco</b>	(r-1)	SQB	$\frac{SQB}{r-1}$	$\frac{SQB}{SQE}$
<b>Tratamentos</b>	(t-1)	SQTrat	$\frac{SQTrat}{t-1}$	$\frac{SQTrat}{SQE}$
<b>Erro</b>	(r-t)(t-1)	SQE	$\frac{SQE}{(r-t)(t-1)}$	
<b>Total</b>	n-1	SQT	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 + FC$	

Onde:

$F.V$  = Fonte de variação,

$n$  = número total de observações;

$r$  = número de repetições do tratamento  $i$ ;  $t$  = número de tratamentos;

$Y_{ij}$  = Valores observados;

$FC$  = factor de correcção;

$SQE$  = soma dos quadrados do erro;

$SQT$  = soma dos quadrados totais;

$SQB$  = soma dos quadrados dos blocos;

$SQtrat$  = soma dos quadrados dos tratamentos;

### ***Coefficiente de variação (CV)***

Indica o grau de precisão do experimento e é considerado baixo (CV) quando estiver no intervalo de  $0 < CV < 10\%$ , médio de  $10\% < CV < 20\%$ , alto de  $20\% < CV < 30\%$  e muito alto acima de 30% em experimentos agrícolas. Quanto mais baixo for o CV, maior é a precisão do experimento.

$$CV = \frac{\sqrt{QME}}{\bar{y}} \times 100$$

### ***Teste de Tukey***

$$W_{\alpha} = \frac{q_{\alpha}(vt)}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2QME}{r}} = q_{\alpha}(vt) \sqrt{\frac{QME}{r}}$$

Onde:

$q_{\alpha}(v,t)$  é o valor da amplitude total estudentizada ao nível de significância de  $\alpha$ ;

$QME$  = é o quadrado médio do erro

$W_{\alpha}$  = valor considerado por Tukey para comparar com a diferença entre duas médias

## **Análise da biomassa**

Para a análise dos dados das estruturas radiculares, fez-se a análise de variância e usou-se a estatística descritiva, que permitiu gerar valores médios de comprimento das estruturas radiculares, diâmetro das estruturas radiculares das plantas numa profundidade de 0 – 0.3 m em gramas por muda que permitiu gerar gráficos relativos a rapidez, comprimento de enraizamento, e a produção da biomassa percentual, e para a comparação de médias usou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Taxa de sobrevivência**

Na descrição dos dados sobre a taxa de sobrevivência as espécies que apresentaram taxa de sobrevivência mais elevada são *A. versicolor* e *S. cordatum* com 95%, seguida da *S. birrea* e a *M. caffre* que apresentaram uma taxa de sobrevivência de 75% e *A. Senegalensis* a taxa de sobrevivência mais baixa de 70%. O teste de sobrevivência mostrou, que quase todas as sementes das espécies utilizadas, não apresentam taxas elevadas de mortalidade, apresentando percentagem elevadas de sobrevivência revelando que foram colocadas em condições adequadas de temperatura, comparando com estudos feitos por Akinefesi *et al.*, (2006) em que sugere que a época de sementeira influi de maneira significativa na percentagem de sobrevivência das espécies em estudo.

A maior percentagem de germinação verificada nas sementes de *A. versicolor* e *S. cordatum*, pode ter como causas as variações geográficas uma vez que as condições ambientais durante o crescimento das plantas definem as épocas de colheita e o grau de maturação das sementes (Corvello V., 1992).

Para as espécies *A. senegalensis* e *S. birrea* que apresentaram uma taxa de sobrevivência (70 e 75) % relativamente baixa, em relação as outras espécies, segundo IPEF., (1999) pode se afirmar que o lote onde se colheu a amostra, para a realização do ensaio apresentava maior proporção de sementes com tegumento duro, e assim necessitando de tratamentos mais severos para a quebra da dormência.

Entretanto, os resultados obtidos neste são concordantes com os encontrados por Macia (2011), que estudando a taxa de sobrevivência da *S. birrea* (sem indicar os valores), constatou que a semente desta espécie apresentou máos resultados sendo necessário submeter a alguns tratamentos.

Contudo, a mortalidade verificada nas plantas das espécies *A. senegalensis* e *S. birrea* pode ter origem no facto de as plantas terem sofrido o efeito de competição pela luz dentro dos blocos.

## 4.2 Crescimento em altura, diâmetro do colo e sistema radicular

### 4.2.1 Crescimento em altura e diâmetro do colo

Os resultados das variáveis altura e diâmetro estão resumidos na tabela 4, para permitir a comparação entre os tratamentos aos 6 meses e 18 meses após o plantio.

Tabela 4. Valores médios de sobrevivência (SOB), do potencial do crescimento médio de altura (H), e crescimento médio do diâmetro do colo (DC).

Tratamento	SBO (%)	H (cm)	DC(cm)
<i>Annona senegalensis</i>	70	20,80c	0,45d
<i>Albizia versicolor</i>	95	36,19a	0,47d
<i>Trichilia emetica</i>	80	25,08b	0,53a
<i>Mimusops caffra</i>	75	19,83c	0,46
<i>Sclerocaria birrea</i>	75	21,83c	0,52b
<i>Syzygium cordatum</i>	95	35,68a	0,50c
<i>F. Experimental</i>		74.01	29.57
CV%		16.69	0.14

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A julgar pelos valores de F, a análise da variância para a altura detectou diferenças significativas entre as espécies a partir dos seis meses de idade e tendo aumentado as diferenças aos 18 meses de idade. Os coeficientes de variação experimental observados nas diferentes espécies são médios para a variável altura e baixo para o diâmetro.

Das seis espécies estudadas duas apresentam um comportamento diferenciado com melhores resultados em crescimento médio de altura em relação as outras espécies nomeadamente *S. cordatum* e *A. versicolor*. A média no crescimento em altura situa-se em 36.19 e 35.68 cm/ano respectivamente, seguidas pela *Trichilia emetica* com um crescimento médio de altura de 25.08 cm/ano e as restantes espécies apresentaram um incremento médio de altura relativamente mais baixa.

O menor crescimento verificado nas plantas das espécies *Annona senegalensis* e *Mimusops caffra* pode ter como possíveis causas as diferenças genéticas associadas as condições ambientais uma vez que na região de Costa de Sol, estas espécies raramente ocorrem sob a forma de árvores, apresentando maior parte dos indivíduos observados a forma de arbusto o que não acontece com as outras espécies estudadas.

Com o pouco material disponível na área, proveniente de caules, ramos e folhas rebentos das plantas fornecendo matéria orgânica que afecta directamente as características biológicas do solo, pós actua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (Bayer; Milniczuk, 1999). Durante o processo de erosão da área, o solo sofre profundas modificações quanto a sua composição química, biológica e estrutural, sendo a perda de matéria orgânica a principal consequência da degradação, retardando o processo sucessional (Reis *et al.*, 2003b).

O emprego de vegetação nativa para fins de protecção do solo contra a erosão, comparado ao uso de vegetação exótica, tende a reduzir os impactos ambientais, embora a compactação, dos solos e a construção de estradas gradativamente gere alterações na sucessão natural. A intensidade da destruição da vegetação para edificar novas habitações também produz efeitos diferenciados, podendo expor os solos a processos erosivos tanto mais facilmente quanto mais levem sua textura.

De uma forma geral, as zonas que reclamam pela reabilitação, sejam eles de origem natural ou de origem antropogénica, estão sujeitos com relativa frequência a problemas associados a instabilidade de massas solos (Manhago, 2008). Esses locais se constituem de superfícies mais frágeis, devido ora à exposição do solo, ora às deficiências comumente resultantes da construção. Estes aspectos associados geralmente à falta de protecção superficial e à inexistência ou ineficácia de sistema de drenagem podem desencadear processos erosivos (Carvalho, 1991).

#### **4.2.2 Crescimento do diâmetro de colo**

As espécies com crescimento significativamente maior quanto ao diâmetro do colo foram a *T. emetica* com 0.53 cm/ano, seguida por *S. birrea* com um aumento do diâmetro de colo de 0.50 cm/ano.

Oliveira (1995), estudando a dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária, constatou que as espécies intolerantes apresentaram crescimento em diâmetro significativamente superior aos demais grupos de espécies, com média de 0.60 cm/ano, e nos demais grupos o crescimento médio variou de 0.30 a 0.40 cm/ano.

Em Moçambique existem poucos estudos feitos de estimação de crescimento das árvores baseada em dados de campo das florestas naturais do país. Clément (1982) mencionado por FAO (2000) desenvolveu modelos de estimação do crescimento da floresta natural de África ocidental com base na precipitação.

A comparação das taxas de crescimento de diferentes florestas tropicais é dificultada por factores intrínsecos e extrínsecos que afectam o crescimento individual das árvores, resultando em elevadas variações, tais como: a competição de espécies; o grau de perturbação e o período de tempo desde a época em que ocorreu a perturbação (SILVA, 1989).

Segundo Seganfredo *et al.* (1997), entre as diversas variáveis que interferem no processo de erosão, a cobertura vegetal é, reconhecida como, o factor isolado que exerce maior influência. Entretanto, a extensão dessa protecção depende do tipo de planta, de folhas, caule e raízes. Vários são os trabalhos que evidenciam a eficiência da vegetação nativa e dos restos culturais no controle da erosão (Melo Filho & Silva, 1993; Seganfredo *et al.*, 1997; Shick *et al.*, 2000a).

### 4.2.3 Crescimento da estrutura radicular

Tabela 5: Valores médios de comprimento das estruturas radiculares (*CER*), diâmetro do crescimento das estruturas radiculares (*DCER*) e biomassa das estruturas radiculares das muda numa profundidade de 0 – 0.3 m em gramas por mudas (*BMR 0,3 m P (g/mudas)*).

<i>Tratamento</i>	<i>CER (cm)</i>	<i>DCER(mm)</i>	<i>BMR 0,3 m P (g/mudas)</i>
<i>Annona senegalensis</i>	10.4	0.43	8.93c
<i>Albizia versicolor</i>	20.7	0.53	13.63a
<i>Trichilia emética</i>	15.9	0.57	13.32a
<i>Mimops affra</i>	11.6	0.47	11.03ab
<i>Sclerocaria birrea</i>	9.7	0.51	8.84c
<i>Syzygium cordatum</i>	22.8	0.52	11.50ab
Media geral	13.73	0.49	10.5
F-Tratamento			18.51*
CV(%) Exp.			6.57
$W_{\alpha}$			1.69

Onde o F-Tratamento é o valor de teste F para os tratamentos, CV% é o coeficiente de variação experimental em percentagem e média geral do experimento,  $W_{\alpha}$  é valor da diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \* efeito significativo a 5% de probabilidade, ns efeito não significativa pelo teste de F. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As espécies que apresentaram diferenças significativas a se destacar como as melhores são *S. cordatum* e *A. versicolor* com 12.8 e 10.7 cm respectivamente, em relação ao crescimento das estruturas radiculares ver resultados na tabela 5.

A espécie com maior comprimento das estruturas radiculares é *S. cordatum* com 22.8 cm/ano, seguida da *A. versicolor* com 20.7 cm/ano, a profundidade média do crescimento radicular, foi geralmente baixa com média geral 13.73 cm/ano, quando comparada ao comprimento observada por Almeida (2009), ao observar uma média de 15.2 cm/ano, no primeiro ano de idade. Este resultado deveu-se a uma fraca capacidade das espécies em desenvolver-se a baixas altitudes. A melhor média do diâmetro das estruturas radiculares foi para *T. emetica* 0.57 mm/ano, seguida por *A. versicolor* 0.53 mm/ano.

As espécies que geraram a massa média significativa das estruturas radiculares a profundidade de 0 – 0.3 m em gramas por mudas foi a *A. versicolor* (13.63 g/muda/ano), seguida pela *T. emética* com (13.32 g/muda/ano) e as restantes espécies tiveram uma produção relativamente baixa.

Segundo Neves *et al.*, (1998) afirma que o crescimento radicular pode se dar de uma forma compensatória, com maior ocorrência de raízes em regiões do solo mais propícias ao seu crescimento em relação a locais que apresentam restrições. Na literatura verificase que a espécie *A. versicolor* faz uma sombra maravilhosa e que pode ser plantada nas cidades e zonas suburbanas para vários fins, fixar Nitrogénio e não tem um sistemas radiculares invasoras o que seria uma vantagem adicional a referir.

De maneira inversa, *A. senegalensis* apresentou o pior desenvolvimento geral entre as espécies testadas segundo os resultados encontrados. Este desempenho reflectiu-se no menor peso da biomassa das estruturas radiculares, associado ao menor diâmetro do colo e altas taxas de mortalidade das mudas dentro das parcelas amostrais.

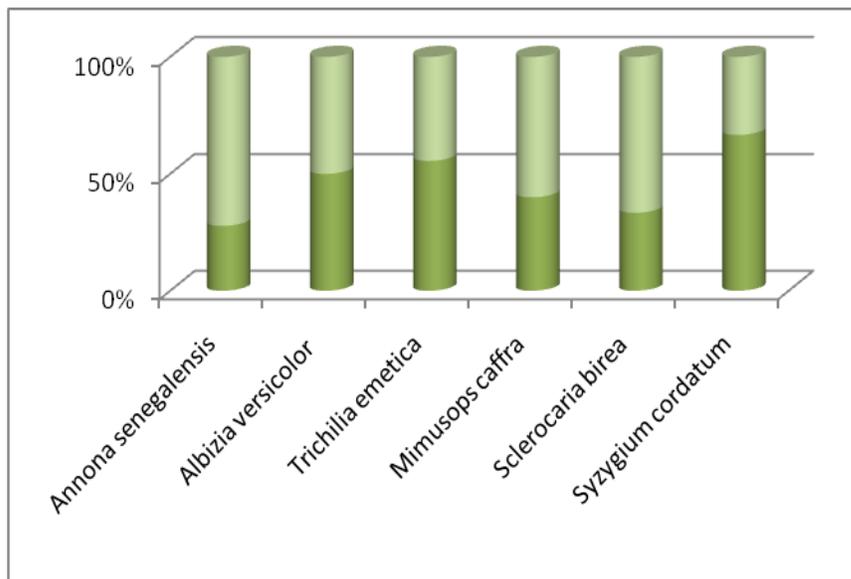
Notou-se ainda que as raízes de diâmetro superior a 4 mm tenderam a se concentrar a distâncias próximas ou inferiores a 0.3 m do tronco, a profundidades entre 0 e 0.4 m. Com base no fato de as raízes de menor diâmetro serem as mais activas quanto à absorção de água e nutrientes, pode-se considerar a região de maior actividade das raízes. Embora as maiores percentagens de raízes desses diâmetros tenham sido verificadas, principalmente, acima de 0.5 m de distância do tronco e a profundidades entre 0 e 0.5 m. De modo geral, as raízes de maior diâmetro tenderam a se concentrar a menores distâncias horizontais do tronco (Klepper, 1987).

Estudos feitos por Mazza *et al.*, (1994) relatam que ao analisar a estruturas radiculares deve-se ter em conta o seguinte: numa boa estrutura radicular a raiz principal apresenta-se direita e as ramificações finas devem mostrar uma boa conformação para a absorção da água e nutrientes; não deve apresentar um sistema radicular deformada por má repicagem (raízes torcidas e muito junto da superfície ou sistema radicular tortuoso com uma raiz

principal enrolada no fundo); As plântulas estão sãs, com crescimento vigoroso e sem sinais de doenças;

As espécies *T. emetica* e *M. caffra* possuem um sistema radicular fasciculado com raízes de finas a muito finas, o que proporcionou os altos valores na massa e comprimento total das raízes, ver (Figura 3), o comportamento de cada espécie na produção da massa das raízes a uma profundidade de 30 cm. Isso vem confirmar estudos feitos por Andrade (1997) que a alta capacidade de exploração das camadas mais superficiais retêm o solo, em busca de água e nutrientes. Andrade (1997) destaca que a presença e abundância das raízes finas de árvores e gramíneas se dá principalmente até a profundidade de 0.30 m.

Figura 3: Percentagem da massa produzida nos sistemas radiculares aos 0.30 m de profundidade por cada espécie.



O efeito oriundo da produção da percentagem total da biomassa das raízes foi duas vezes maior nas espécies *S. cordatum* com 60%, *T. emetica* com 50% e *A. versicolor* com 43% respectivamente, apresentando uma biomassa percentual das estruturas radiculares provavelmente suficientes para provocar diferenças nos sistemas radiculares nos 30 cm

de profundidade no decurso do experimento. A produção da biomassa percentual das estruturas radiculares das espécies *A. senegalensis* 20%, *M. caffra* 35% e *S. birrea* 25%, foi relativamente baixa sendo suficientes para mostrar a diferenças das estruturas radiculares aos 0.30 m de profundidade.

Em florestas com árvores que podem chegar a 20 m de altura, um sistema radicular superficial como o observado neste estudo, com mais de 56% de raízes na camada de 0 a 25 cm para os seis tratamentos pode comprometer a produtividade do povoamento, pois as árvores podem ter dificuldades em absorver água se ocorrer estresse hídrico e há risco de a árvore cair em caso de ventos fortes, por não haver boa sustentabilidade da planta (Chauvel A. *et al.*, 1992).

Entre as espécies, houve diferenças significativas quando analisados suas estruturas radiculares a 0,3 m de profundidade. O declínio na quantidade de raízes produzidas com o aumento de profundidade apresentou formato diferente em todas as espécies. Os efeitos das medidas biológicas, como agentes construtores dos ecossistemas foram evidenciados nos primeiros 10 cm de profundidade no perfil do substrato.

No entanto, para determinadas espécies, os resultados de enraizamento nem sempre têm sido satisfatórios, necessitando assim desenvolver técnicas mais ousadas para incrementar os resultados já obtidos (Tofanelli *et al.*, 2004).

Porém, o sucesso no enraizamento é dependente da espécie, pois em experimentos com *Annona glabra*, *Annona senegalesis*, *Rollinia emarginata* e *Rollinia mucosa*, o enraizamento verificado foi de 50; 36.5; 6.5 e 1%, respectivamente (Scaloppi Junior, 2003).

Combinando todos os atributos constatou-se que as espécies que se destacaram para serem usadas em programas de revegetação e combate de erosão, são *A. versicolor*, *S. cordatun* e *Trichilia emetica* porque mostraram bom desenvolvimento dos parâmetros medidos, um sistema radicular que não apresenta deformações e as raízes estão bem

distribuídas apresentando uma boa relação com a altura do tronco e a distribuição da copa, revelaram um potencial a serem usadas em áreas degradadas, com condições edafoclimáticas similares as da área de estudo.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados da sobrevivência das espécies usadas neste trabalho pode-se concluir que as espécies *A.versicolor*, *S. cordatum* e *T. ematica* revelaram uma boa sobrevivência e podem ser usadas em programas de revegetação em áreas severamente afectadas pela erosão do tipo laminar ou que reclamam pela reabilitação na área de estudo.

Entre as espécies estudadas, *Albizia versicolor* foi a espécie que apresentou maior crescimento em altura e diâmetro durante o período experimental.

O crescimento médio em diâmetro indicou que, com excepção da *Annona senegalensis*, pode-se esperar valores superiores a 0.5 cm/ano de crescimento para as espécies mediante a adopção de espaçamento e programas de desbastes adequados.

*Syzigum cordatum*, *Albiza versicolor* e *Trichilia emética*, revelaram melhores atributos com potencialidade de uso em processos auto-sustentáveis de construção do solo, reabilitação de áreas degradadas e na redução do deslizamento de terra, porque mostraram-se vigorosamente bem sucedida, ao facto de apresentar valores expressivos de crescimento médio em altura (35.68, 36.19 e 25.08) cm/ano, diâmetro (0.50, 0.47 e 0.53) mm/ano e a biomassa das estruturas radiculares (60, 45, 50) %.

Conclui-se que o sucesso no enraizamento e a retenção de quantidade significativa de volume de solo é dependente da espécie, pois neste experimento a maior concentração de raízes verificou-se nas profundidades de 0 – 20 cm.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

Pode-se recomendar todas as espécies avaliadas para a realização de ensaios rigorosos de preparo do solo, adubação e espaçamento em diferentes locais com condições edafoclimáticas similares às do Viveiro Botânico do Conselho Municipal da Cidade de Maputo.

O uso de espécies nativas pode ser uma ferramenta importante para lutar contra o deslizamento de terra assim recomenda-se que possa se testar mais espécies vegetais.

Recomenda-se a execução de uma investigação sobre as medidas de conservação de solos e de combate à erosão aplicadas em Moçambique, para identifica as medidas mais aptas a serem divulgadas.

Recomenda-se que haja maior coordenação entre as instituições nas actividades relacionadas com a erosão e conservação de solos para melhor usar as competências específicas de cada uma das instituições e para evitar uma sobreposição das actividades.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS**

Adeam R., 1992. *Actividades de recuperação de áreas degradadas*. Anais do I Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas. Univ. Federal do Paraná, Curitiba, PR, 520p.

Akinefesi, F., Kwesiga, F., Mhango, J. Chilanga T., Mkonda, A., Kadu, C.A.C., Kadzere, I., Mithofer, D., Saka, J.D.K., Sileshi, G., Ramadhani, T. Dhliwayo, P., (2006). *Towards the Development of Miombo Fruit Trees as Commercial Tree Crops in Southern Africa*. Forest Trees and Livelihoods 16. 103-121pp.

Almeida, L. F. P., (2009). *Propagação por enxertia de araticum (Annona crassiflora Mart.) e atemoia (Annona squamosa L. x Annona cherimola Mill.) em diferentes portaenxertos de Annonaceae*. 2009. 109f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

Antezana F.L., (2008). *Crescimento inicial de 15 espécies nativas do bioma cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em planaltina*. Dissertação de mestrado UBFT. DEF. 84pp Brasília

Barbosa, L.M. 2003. *Siponcio sobre mata ciliar*: Anais capinas. Fundação cargill 1939.

Bayer, B.; Mielniczuk, J., (1999). *Dinamica e funcao de material orgânica*. In: Santos G.A.; Camargo, Fao. (ed) Fundamentos de matéria orgânica no solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese p.10-25.

Bevington, K.B.; Castle, W.S., 1985. *Annual root growth pattern of young citrus trees in relation to shoot growth, soil temperature, and soil water content*. Journal American Society for Horticultural Science, v.110, n.6, p.840 - 845.

Brandt, C.J. (1989). *The size distribution of throughfall drops under vegetation canopies*. **Catena**, v.16, n.4-5. p.507-524.

Buclowski, I.G., (1965). *Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes*. Turrialba 15(1) 40-42.

Bunberson, W. T., F. Bornar, W. A. Bromley & S. J. Nanthambwe, (1995). *A Field Manual for Agroforestry practices in Malawi*, Malaei agroforestry Project, Publication No. 6, Lilongwe.

Cairns, J., (1988). *Increasing diversity by restoring damaged ecosystems*. In: E.O. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academic Press,. p.333-334.

Carpanezzi, A.A., (2005). *Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais*. In: Galvão, A.P.M. & Porfirio-da-Silva, V (Eds.). *Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso*. Embrapa, Colombo-PR,.p. 27-45.

Carvalho, P.; Lopes, J.do C.A; Carvalho, M.S.P., (1984). *Equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós*. Curitiba: URPFCS,. p.50-63. (EMBRAPA- URPFCS. Boletim de Pesquisa Florestal, 8/9).

Chagas, N. G. ; Nascimento, J. T. ; Silva, I. de F. da ; Beltrão, N. E. M., (2001). *Efeito de sistema de cultivo e manejo na conservação do solo e produtividade das culturas para agricultores de sequeiro.. In: 3 Simpósio brasileiro de captação de água de chuva no semi-árido*, , Campina Grande. Campina Grande : Embrapacnpa, 2001. v. CD. Disponível em:

[http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/3%20Simp\\_Nielson\\_%20Efeito%20de%20Sistema.s.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/3%20Simp_Nielson_%20Efeito%20de%20Sistema.s.pdf) . Acesso em Fev. 2008.

Chauvel A.; Grimaldi, M.; Sarrazin, M.; Luizao, F.; Nunes, N.; Lobato-Rodrigues, M.R; Amblard, P. & Tessier, D., (1992). *O papel das raízes no ciclo hidrológico da floresta amazônica*. Embrapa, Colombo, Brasília, 7p.

Chen, C. P., (1993). *Pastures as the secondary component in treepasture systems*. In: International Grassland Congress, 17., Rockhampton. Proceedings ... Rockhampton:. v. 3. Cintra. F.D.L.; Libardi, P.L.; Jorge, L.A.C., (1999). *Distribuição do sistema radicular do citros em solos de tabuleiros costeiro*. In Workshop sobre sistemas radiculares.

Coelho Netto, Ana Luiza ou Netto, A.L.C. ; Avelar, A. S., (1995). *Hidrologia de Encosta a Interface com a Geomorfologia*. In: Sandra Baptista da Cunha; Antônio José Teixeira Guerra. (Org.). Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações. 1 ed. RIO DE JANEIRO: Bertrand, , v. 1, p. 103-138.

Costa, A.; Rosolem, C.A.; Torres, H.duboc, E., (2005). *Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado*. Tese Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu,. 151p.

Copijn, A. N., (1988). *Agrossilvicultura sustentada por sistemas agrícolas ecologicamente eficientes*. 45pp;  
Metodologia e estudos de casos, 1999, Aracajú Anais...Aracajú, , p.179 – 189.

Corvello, W. B. V., (1992). *Utilização de mudas da regeneração natural em reflorestamento com espécies nativas*. Dissertação de mestrado, Curitiba, UFPR, 105p.,.

Corrêa, R.S., (2005). *Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: manual para revegetação*. Brasília: Universa,. 187 p.

Daniels, W. L., (1994). *Restoration principals for disturbed lands*. In: Anais do II Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas e I Simpósio Sul-americano. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba, PR, 679p.

Dias, L. E.; Griffith, J. J., (1998). Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. In:

Dias, L.E. & Mello, J. W. V., (2002). *Recuperação de Áreas Degradadas*. Univ. Federal de Viçosa, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 251p.

Fao., (1985). *Tropical Forestry Action Plan*. Rome.

Feldman, L.J., (1988). *The habit of roots*. Bioscience, v.38, n.9, p.612-618.

Felfili, J.M.; Silva Júnior, M.C.; Sevilha, A.C.; Rezende, A.V.; Nogueira, P.E.; Walter, B.M.T.; Silva, F.C.; Salgado, M.A., (2001). *Fitossociologia da Vegetação arbórea*. In: Felfili, J.M.; Silva Junior, M.C. (Orgs.). *Projecto Biogeografia do Bioma Cerrado. Estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco*. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília. Pp. 35-56.

Fenner, M., (1987). *Seedlings* The New Phytologist, v.106, p.35-47.

Fonseca, F., (1989). *Os Efeitos da Mineração sobre o Meio Ambiente*. In: Brasil Mineral, 7. p.74-80.

Franco, F. S., (1995). *Diagnóstico e desenho de sistemas agroflorestais em microbacias hidrográficas no município de Araponga, Zona da Mata de Minas Gerais*. Universidade Federal de Viçosa. 110 pp.

Garwood, N.C., (1996). *Functional morphology of tropical tree seedlings*. In: SWAINE, M.D. (Ed.). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. Paris: UNESCO and Parthenon PublishingGroup,. p.59-129.

Gomes e Sousa, (1966). *Dendrologia de Moçambique* Volume 1 e 2. Imprensa Nacional de Moçambique, Lourenço Marques.

Gomes e Sousa, (1969). *Comunicações das Reservas Florestais de Moçambique*. IIA, Lourenço Marques.

Gonçalves, J.L.M.; Mello, S.L.M., (2000). *O sistema radicular das árvores*. In: Nutrição e fertilização da florestas. Piracicaba: IPEF, p.221-267.

Guerra, A. J. T. (Org.) ; Botelho, R. G. M., (1998). *Erosão dos solos*. In: Guerra, A. J. T. (Org.) ; CUNHA, S. B. (Org.) . *Geomorfologia do Brasil*. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,. v. 1. 388 p.

Guerra, A. J. T., (1998). *Processos erosivos nas encostas*. In: Guerra, A. J. T., Cunha, S. B. (eds.). *Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos*, 3º edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil,.149-209.

Hertel, D.; Leuschner, C.; Holscher, D., (2003). *Size and structure of fine roots systems in old-growth and secondary tropical montane forests(Costa Rica)*. *Biotropica*, v.35, n.2, p.143-153.

Hines DA, Eckman K., (1993). *Indigenous multipurpose trees for Tanzania: uses and economic benefits to the people*. Cultural survival Canada and Development Services Foundation of Tanzania.

Houghton, D., (1984). *Trees and erosion control*. *Queensland Agricultural Journal*, v. 110, n. 1, p. 9-12.

IPEF., (1999). *Informativo sementes IPEF* Abril/98.2 p. Disponível no: <http://www.ipef.br/especies/germinacaoambiental.html>. Acesso em: 9 Maio 2010.

John, B.; Pandey, H.N.; Tripathi, R.S., (2002). *Decomposition of fine roots of Pinus kesiya and turnover of organic matter N and P of coarse and fine pine roots and herbaceous roots and rhizomes in subtropical pinus forests stands of different ages*. Biology and Fertility of soils, v.35, p.238-246.

Katende A. *et al.* 1995. *Useful trees and shrubs for Uganda*. Identification, Propagation and Management for Agricultural and Pastoral Communities.

Kirchhof G, Pendar K. (1993). *Delta-T SCAN user manual*. Delta-T Devices Ltd, Cambridge, England.

Klepper, B., (1987). *Origin, branching and distribution of root systems*. In plant communities. In: Gregory, P.J.; Lake, J.V.; Rose, D.A. Root development and function. New York: Cambridge University Press.. p.103-123.

Langa J. V. Q., 2007. *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo* Revista de Gestão Costeira Integrada 7(1): p.33-44.

Langa, Jânio V. Q, Veloso Gomes, F. F., (2005). *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo*. III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Outubro de 2005, Maputo - Moçambique.

Lehmann, J.; Zech, W., (1998). *Fine roots turnover irrigated hedgerow intercropping in Northern Kenya*. Plant and Soil, v.198, p.19-38.

Macia F. (2011). *Efeito da Profundidade na Germinação das Sementes de Dialium schlechteri, Sclerocarya birrea e Strychnos spinosa no viveiro*. UEM/FAEF

Magalhães J., (2008). *Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira valência sobre dois tipos de porta-enxerto*. Bragantia: revista de ciências agronômicas, vol67 no.001, Brasil, pp. 75-85.

MANHAGO, S. (2008). *Técnicas de revegetação de Talude de Aterro Sanitário*. 18 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Mazza, J.A.; Sousa-Silva, J.C.; Felfili, J.M.; Rezende, A.V.; Franco, A.C., (1994). *Influência da compactação no desenvolvimento do sistema radicular de citros: sugestão de método qualitativo de avaliação e recomendações de manejo*. Laranja, v.15, n.2, p.263-275.

MICOA, (2003). *Estratégia e Plano de Acção Nacional de Controle da Erosão de Solos*. MICOA, Maputo

MICOA, (2007). *Plano de acção para a prevenção e controlo da erosão de solos 2008 – 2018*. Aprovada na 32ª Sessão do Conselho de Ministros, 04 de Dezembro de 2007, Moçambique – Maputo.

Moreira, E., (2005). *A dinâmica dos sistemas litorais no sul de Moçambique durante os últimos 30 anos* Finisterra, XL, 79, pp.121 – 135.

Palgrave, K., (1992). *Trees of Southern Africa*, 2<sup>nd</sup> Revised Edition. Struik Publishers. Cape town, South Africa.

REGENT INSTRUMENTS INC 2001. *Programa WinRhizo versão 2002a*. Québec.

Relatório sobre a disponibilidade, ecologia e sistemas de uso actual das plantas indígenas de Matutuíne.

RibaskI, J., (1986). *Estudo do estabelecimento da algaroba plantada em área cultivada com capim-bufel*. Petrolina: Embrapa-Cpatsa, 4p. (Embrapa-Cpatsa. Pesquisa em Andamento, 47).

Reis, A; Espidonla, MB; Viera, (2003b). *O nucleão como ferramenta para restauração ambiental*. Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas NK.

Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S., (1996). *Recomposição de florestas naturais: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica*. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, Campinas, v. 2 , n. 1, p. 4-15.

Seganfredo, M.; Eltz, F.; Brum, R., (1997). *Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio directo*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.21, n.2, p.287-291.

Scaloppi Junior, E.J., (2003). *Clonagem de quatro espécies de Annonaceae (Annona glabra L., Annona montana Macfad, Rollinia emarginata e Rollinia mucosa Baill.) potenciais como porta-enxertos*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Jaboticabal, UNESP/FCAV.

Schick, J.; Bertol, I.; Batistela, O.; Balbinot Jr,( 2000a). *Erosão hídrica em Cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.24, n.2, p.427-436.

Smith, J., P., Reategui, Lombardi., Sabobal, C. e Diaz, A., (1999). *Dinamics of secondary forest in slash-and-burm farming. Interactions among land use types in Leruviam Amazon*. Agriculture ecosystem and eviromment. Elsevier.

Sitoe, A. e Enosse, C., (2003) *Estratégia para gestão participativa de reservas florestais em Moçambique*, Moçambique, Maputo Janeiro, 64p

Swaine, M.D., (1990). *Population dynamics of a moist tropical forest at Kade, Ghana*. In: ATELIER SUR L'AMÉNAGEMENT ET LA CONSERVATION DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER TROPICAL HUMIDE, 1990, Cayenne. *Actes...*Cayenne, p. 40-60.

Thonson, J. C. & Ingold, T. S., (1986). *Use of jute fabrics in erosion control*. Report to the Jute. Market Promotion ( Western Europe) Project, International Jute Organisation (IJO), International Trade Centre, UNCTAD/GATT. Project n0 RAS/77/04.

Tienne, L. et al., (2003). *Monitoramento de medidas biológicas em reabilitação de áreas de empréstimo: Análise de projecção e cobertura da copa na Ilha da Madeira*, Itaguá RJ. In: Jornada de iniciacao científica da UFRRJ, 13,. 2003 Soropédica, 2003. Anais... Soropédica, p.233-238.

Valcarcel, R.; D'Altério, C.L., (1988). *Medidas físico biológico de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitos sociológicas*. Floresta e Ambiente v.5, n.1, p. 68-88.

Valcarcel, R.; Silva, Z., (2000). *Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: propostas metodológicas*. Florestas, v.27, n.1, p.101-114.

Westerhout, P. & M. Bovee, (2005). *Métodos de análise química e física de solos em uso no Morreira, M. E. A dinâmica dos sistemas litorais do sul de Moçambique durante os últimos 30 anos*. Centro dos Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa pp121-135.

Whitmore, T.C., (1996). *Tropical rain forest*

Wittmus, H. D., G. B. Triplett, Jr., and B. W. Greb (1978). *Predicting rainfall-erosion losses-a guide to conservation planning*. Agric. Handbook no. 537. Washington, DC: USDA.

Zobel & Talbret, (1984). *Applied forest tree improvement* ed. John Wiley & Sons NY.

# ANEXOS

**Anexo 1:** Nomes científicos vernaculares e família das espécies utilizados no experimento.

<b>Nome científico</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Família</b>	<b>Formação vegetal</b>
<i>Annona senegalensis</i>	Ndjonpha	Annonaceae	Savana Mopane
<i>Albizia adianthifolia</i>	Gowane	Fabaceae	savana Miombo
<i>Trichilia emética</i>	Nkulhu	Meliaceae	Savana Mopane
<i>Mimusops caffra</i>	Ndzole	Sapotaceae	Savana Mopane
<i>Sclerocaria birea</i>	Ncanhu	Anacardiaceae	Savana Mopane
<i>Syzygium cordatum</i>	Mulho	Myrtaceae	Savana Mopane

Tabela da análise da variância para variável altura das espécies estudadas.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Fcrit<sub>35,5</sub> <math>\alpha=0.05</math></b>
<b>Tratamentos</b>	5	2467.51	493.502	74.01	4.42
<b>Bloco</b>	5	96.9	19.38	2.91	4.42
<b>Erro</b>	62	413.44	6.67		
<b>Total</b>	72	2977.84			

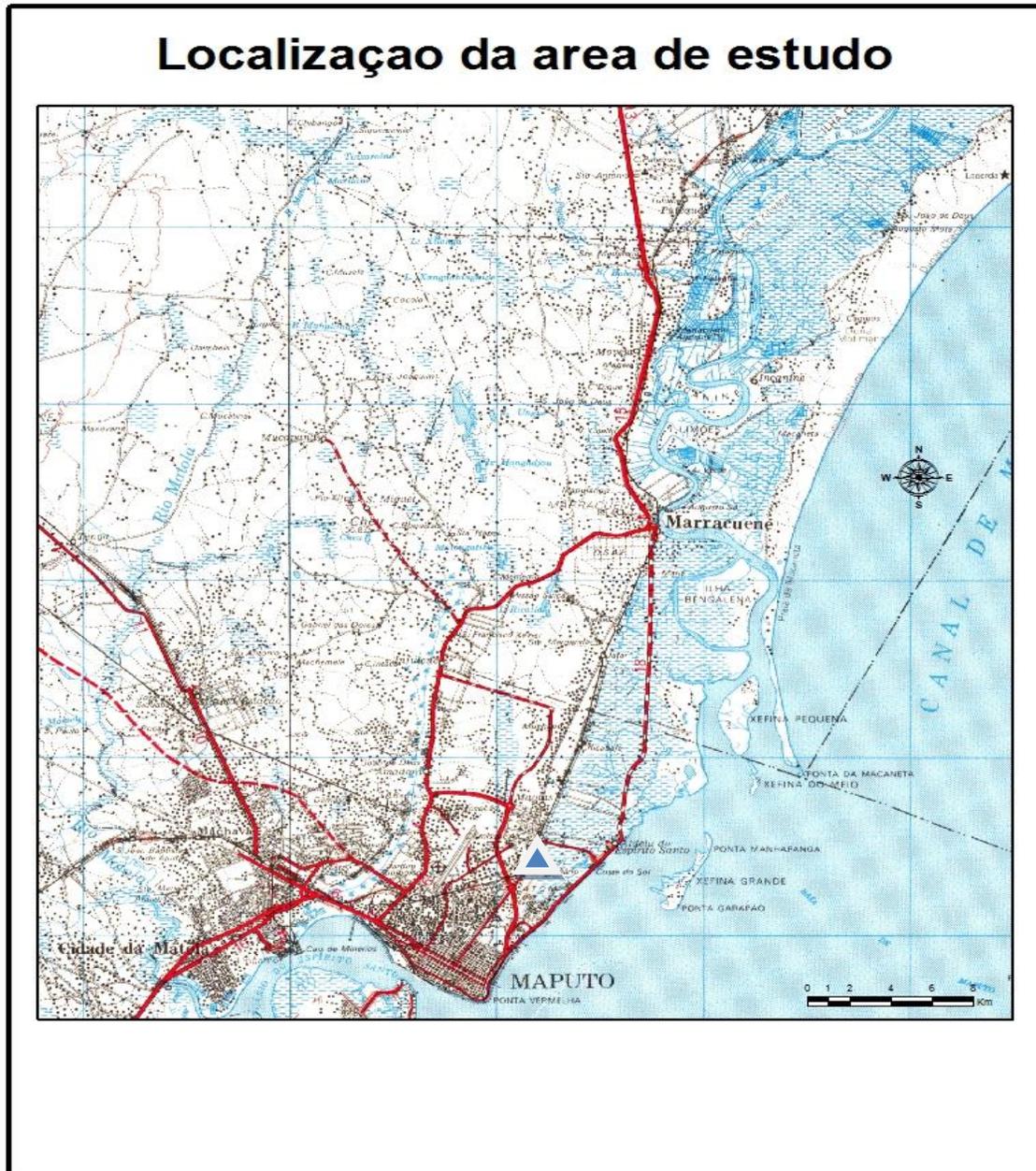
Tabela da análise da variância para variável diâmetro das espécies estudadas

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Fcrit<sub>35,5</sub> <math>\alpha=0.05</math></b>
<b>Tratamentos</b>	5	0.31	0.062	29.57	4.42
<b>Bloco</b>	5	0.03	0.01	2.86	4.42
<b>Erro</b>	62	0.13	0.00		
<b>Total</b>	72	0.31			

**Anexo 2:** Tabela de espécies potenciais a usar

<b>Nome científico</b>	<b>Nome vernacular</b>	<b>Família</b>
<i>Acacia karro</i>	Munga	Fabaceae
<i>Afizelia quanzensis</i>	Chanfuta	Fabaceae
<i>Albizia adiatifolia</i>	Gowane	Fabaceae
<i>Albizia versicolor</i>	M'pisso	Fabaceae
<i>Annona senegalensis</i>	Ndjonpha	Annoaceae
<i>Combretum mole</i>	Chivondzuane	Combretaceae
<i>Mimusops caffra</i>	Ndzole	Sapotaceae
<i>Sclerocarya birrea</i>	Ncanhu	Anacardiaceae
<i>Strychnos madagascariensis</i>	Ncuacua	Longaniaceae
<i>Strychnos spinosa</i>	Nsala	Longaniaceae
<i>Tabernamentana elegans</i>	Ncahlu	Apocynaceae
<i>Terminalia sericea</i>	Nkonola	Combretaceae
<i>Trichilia emetica</i>	Nkulhu	Meliaceae
<i>Antidesma venosum</i>		Euphorbiaceae
<i>Azadirachta indica</i>		
<i>Bridelia microntha</i>		
<i>Combretum erythrophullum</i>		Combretaceae
<i>Crotobn megalobortrys</i>		
<i>Hibiscus tiliac</i>		
<i>Syzygym cordatum</i>		Myrtaceae
<i>Syzygym guineense</i>		Myrtaceae
<i>Vetiveria nemoralis</i>	Capim	
<i>Vetiveria migritana</i>	Capim	
<i>Vetiveria zinzancoids</i>	Capim	
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramínea	Gramínacea
<i>Digitaria eriantha</i>	Gramínea	Gramínacea
<i>Panicum maximum</i>	Gramínea	Gramínacea

**Anexo 3:** Mapa da área de estudo (Unidade Administrativa, Distrito Urbano de KaMavota) no sul do país, na margem ocidental da Baía de Maputo na zona de Costa de sol.



 - Viveiro Botânico do Conselho Municipal da Cidade de Maputo

**Anexo 4:** Ficha de medição no campo

Ficha nº .....

Parcela nº.....

Local de estudo .....

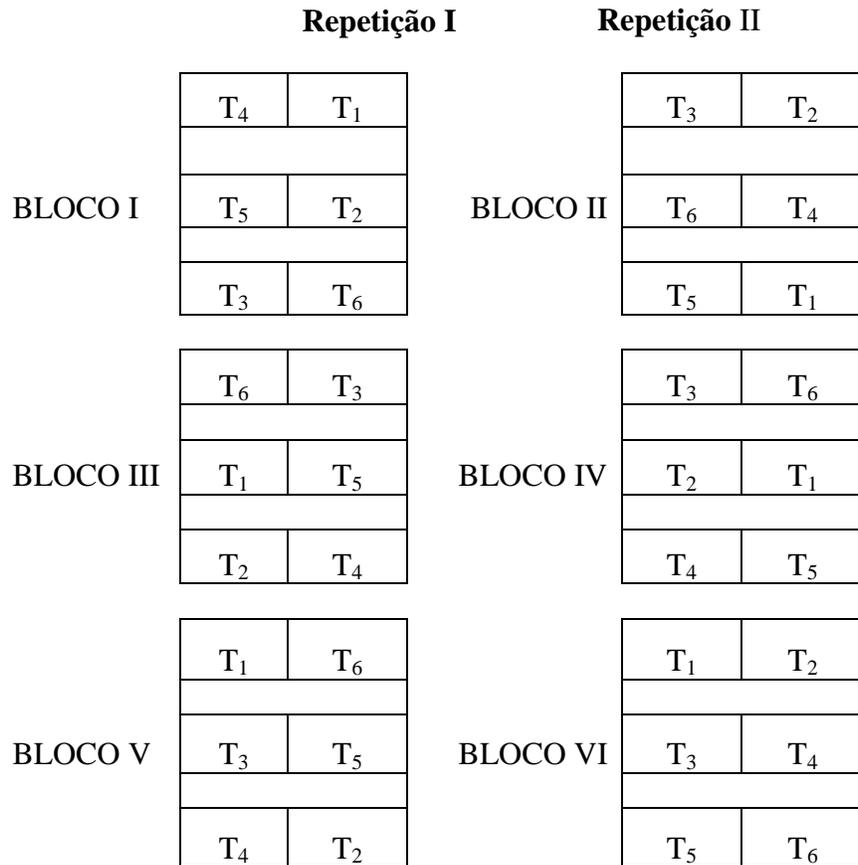
Espécies .....

Data .....

Registado por .....

<b>Arvore</b>	<b>DAP (mm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Estado sanitário</b>	<b>Observação</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

**Anexo 5:** Esquema do delineamento experimental em Blocos Completos Casualizados.



**Anexo 6:** Variáveis básicas para a selecção de espécies para controlo de erosão e áreas degradada.

Intens	Variáveis	Níveis		
		A	B	C
1	Objectivo	Segurança	Revegetação	Estético
2	Longevidade	Anual	Bienal	Perene
3	Protecção Requerida	Pequena	Parcial	Total
4	Tipo de Impacto	Desnudada	Degradada	Erodida
5	Tipo de Área	Alagada	Inundada	Estável
6	Topografia	Plana	Inclinada	Muito Inclinada
7	Fertilidade Natural	Baixa	Media	Estéril
8	Produção de Biomassa	Baixa	Media	Alta
9	Biodiversidade do Local	Não há	Baixa	Alta
10	Formação Tempo	Curto	Médio	Longo prazo
11	Tolerância ao Clima	Saca	Fogo	Alagamento
12	Tolerância Edáfica	Acidez	Salinidade	Sombra
13	Toxidez do Solo	Baixa	Media	Alta
14	Porte da Planta	Rasteiro	Médio	Alto
15	Raízes Profundidade	Rasa	Media	Profunda

**Obs.:** nas características ainda devem ser inclusos: precipitação, temperatura e altitude