

20 634.0.2 (679.9)  
mus

Eng. T-64

**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal**  
**Departamento de Engenharia Florestal**

ENF 64



Métodos de Regeneração do Mangal  
na Baía de Maputo

Tese submetida à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal

**AUTOR:** Jaime Julião Mussanhane

**SUPERVISORES:** Eng<sup>o</sup> Christian Staiss  
Dr<sup>o</sup> Roland Brouwer

Maputo, Dezembro de 1999

# DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos

À avó Carolina Nhatitime

## AGRADECIMENTOS

Os meus especiais agradecimentos às pessoas e instituições que contribuíram directa ou indirectamente na realização deste trabalho, em especial o Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal e o Conselho Municipal da cidade de Maputo.

Aos Supervisores, Eng.º Christian Staiss e Dr. Roland Brouwer, pela dedicação, interesse e confiança que conseguiram transmitir durante a realização deste trabalho.

Ao corpo técnico Administrativo do Departamento de Engenharia Florestal pelo apoio prestado durante a realização do trabalho.

Aos funcionários do laboratório de solos pela ajuda que prestaram na análise de solo.

Aos meus colegas em especial Anabela, António, Nemané, Nhamajabo e Venâncio pelo apoio prestado durante a realização deste trabalho.

Aos restantes amigos e familiares cuja contribuição e apoio moral foram indispensáveis.

## ÍNDICE

Conteúdo	Página
Dedicatória -----	i
Agradecimentos -----	ii
Índice -----	iii
Lista de Tabelas -----	v
Lista de Figuras -----	vi
Lista de Anexos -----	vii
Resumo -----	1
1. Introdução -----	3
2 - Objectivos -----	4
2.1 – Objectivo geral -----	4
2.2 – Objectivos específicos -----	4
3 – Revisão Bibliográfica -----	5
3.1 – Descrição das espécies em estudo -----	5
3.1.1 – <i>Rhizophora mucronata</i> -----	5
3.2.1 - <i>Avicennia marina</i> -----	6
3.2 – Sucessão ecológica das espécies e necessidade da luz -----	7
3.3 – Condições do sítio para a regeneração -----	7
a) – Salinidade -----	8
b) – Classe de inundação e correntes de água -----	9
3.4 – Regeneração natural -----	9
3.5 – Regeneração artificial -----	10
3.6 – Índice riz/caule e Diâmetro do colo como medidas de controlo de qualidade das mudas -----	11
4 – Métodos -----	13
4.1 – Questões de estudo -----	13
4.2 – Descrição do mangal da Baía -----	14
4.3 – Sobre a área de colheita de Semente -----	15
4.4 – Método de colheita de Semente -----	17
4.5 – Ensaio -----	19
4.5.1 – Montagem -----	19
4.5.2 – Tratamentos -----	23

4.5.3 – Peíodo e Parâmetros medidos	24
4.5.4 – Rega	25
4.5.5 – Análise de solo	23
4.6 – Método de análise de dados	24
5 – Resultados	28
5.1 – Caracterização dos resultados	28
5.1.1 – Perdas no ensaio	28
5.1.2 – Crescimento	30
5.1.3 – Índice raiz/caule (R/S)	32
5.1.4 – Salinidade do solo no fim do ensaio	33
5.2 – Discussão dos resultados	35
5.2.1 – Selecção estatística	35
5.1.3 – Índice raiz/caule (R/S)	38
6 – Conclusões e Recomendações	40
6.1 – Conclusões	40
6.2 – Recomendações	43
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comprimento, diâmetro máximo e peso da semente da <i>Rhizophora mucronata</i> e peso da semente da <i>Avicennia marina</i> -----	18
Tabela 2: Classificação dos Tratamentos -----	19
Tabela 3: Perdas no ensaio -----	28
Tabela 4: Médias por tratamento por fase de medição -----	30
4a <i>Avicennia marina</i>	
4b <i>Rhizophora mucronata</i>	
Tabela 5: Percentagem de contribuição do peso da raiz em relação ao peso total da planta -----	32
5a <i>Avicennia marina</i>	
5b <i>Rhizophora mucronata</i>	
Tabela 6 resultados de análise química dos solos -----	33
Tabela 7 Resumo dos testes de Duncan para todas as medições -----	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquemas de selecção segundo o critério de níveis independentes -----	37
1a - Selecção para a <i>A. marina</i>	
1b - Selecção para a <i>R. mucronata</i>	
Figura 2: Aspecto das raízes das mudas no fim do ensaio -----	39
2a - raiz da <i>Rhizophora mucronata</i> em vaso	
2b - raiz da <i>Rhizophora mucronata</i> em sementeira directa	
2c - raiz da <i>Avicennia marina</i> em vaso	
2d - raiz da <i>Avicennia marina</i> em sementeira directa	

LISTA de ANEXOS

Tabela 1: Resultados das medições -----	46
1a – <i>A. marina</i>	
1b – <i>R. mucronata</i>	
Tabela A: Análise de variância da altura, <i>A. marina</i> , 1ª medição -----	47
Tabela B: Análise de variância da altura, <i>A. marina</i> , 2ª medição -----	47
Tabela C: Análise de variância da altura, <i>A. marina</i> , 3ª medição -----	47
Tabela D: Análise de variância do diâmetro do colo, <i>A. marina</i> , 1ª medição -----	48
Tabela E: Análise de variância do diâmetro do colo, <i>A. marina</i> , 2ª medição -----	48
Tabela F: Análise de variância do diâmetro do colo, <i>A. marina</i> , 3ª medição -----	48
Tabela G: Análise de variância da altura, <i>R. mucronata</i> , 1ª medição -----	49
Tabela H: Análise de variância da altura, <i>R. mucronata</i> , 2ª medição -----	49
Tabela I: Análise de variância do diâmetro do colo, <i>R. mucronata</i> , 1ª medição -----	49
Tabela J: Análise de variância do diâmetro do colo, <i>R. mucronata</i> , 2ª medição -----	50
Tabela L: Análise de variância da altura total, <i>R. mucronata</i> , 1ª medição -----	50
Tabela M: Análise de variância da altura total, <i>R. mucronata</i> , 2ª medição -----	50
Tabela A -1: Teste de Duncan (para a anova da tabela A) -----	51
Tabela B-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela B) -----	51
Tabela C-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela C) -----	51
Tabela D-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela D) -----	52
Tabela E-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela E) -----	52
Tabela F-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela F) -----	52
Tabela G-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela G) -----	51
Tabela H-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela H) -----	53
Tabela I-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela I) -----	53
Tabela J-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela J) -----	54
Tabela L-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela L) -----	54
Tabela M-1: Teste de Duncan (para a anova da tabela M) -----	54
Figura 1: Representação esquemática do crescimento em altura e diâmetro do colo -	55
1a - crescimento em altura para a <i>Rhizophora</i> -----	55
1b - crescimento em altura para a <i>Avicennia</i> -----	55
1c - crescimento em diâmetro do colo <i>Avicennia</i> -----	56
1d - crescimento em diâmetro do colo <i>Rhizophora</i> -----	56

## Resumo

Foi conduzido um ensaio para testar a influência de diferentes métodos de produção de mudas no viveiro para duas espécies do mangal, *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* e determinar o melhor método de produção de mudas para cada espécie através da análise de crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas.

Foram estabelecidos seis (6) tratamentos para cada espécie com base na combinação de dois factores (tipo de muda – em vaso e sementeira directa; e ambiente – natural, faculdade regado com água salgada e faculdade regado com água potável), dispostos num desenho experimental completamente casualizado com cinco (5) repetições e vinte (20) plantas por parcela.

Os tratamentos tinham a seguinte designação: tratamento 1 - vaso rega com água potável, tratamento 2 - vaso rega com água do mar, tratamento 3 - vaso inundação, tratamento 4 - directo rega com água potável, tratamento 5 - directo rega com água do mar e tratamento 6 - directo inundação.

Da análise estatística realizada, evidenciaram-se significativamente superiores no crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas os tratamentos 3 e 4 para a *Avicennia marina* e 3 e 6 para a *Rhizophora mucronata*.

Estes tratamentos produziram plântulas com um crescimento médio em altura de 33.56 e 39.60 cm e diâmetros de 0.53 e 0.52 cm para a *Avicennia* e alturas médias de 14.04 e 12.90 cm, diâmetros de 0.57 e 0.56 cm para a *Rhizophora* sem incluir o hipocótilo.

Destes tratamentos, recomenda-se o tratamento 3 (vaso no habitat natural) para *Avicennia marina* e 3 e 6 (sementeira directa no habitat natural) para *Rhizophora mucronata* para o uso em programas de reflorestamento a fim de compatibilizar os aspectos de tempo de produção (maior crescimento em pouco tempo) e melhor qualidade das plântulas (índice raiz/caule balanceado e um bom diâmetro do colo).

Os tratamentos recomendados embora apresentem perdas, elas são baixas comparadas

com as percentagens de germinação admissíveis para várias espécies tropicais (não menos que 40% de germinação) (Staiss, 1999) e podem ser controlados. A percentagem de mortalidade é nula.

## 1 – INTRODUÇÃO

O mangal é um tipo de formação florestal que cresce nas regiões tropicais e subtropicais ao longo da linha da costa, ele depende da água salina e do regime periódico de maré para o seu desenvolvimento (FAO, 1994).

O desmatamento do mangal é um dos vários problemas ambientais que os países subdesenvolvidos enfrentam, pois serve de faixa de moderação da monção e de protecção da costa. Ao mesmo tempo, suporta várias formas de vida silvestre (flora e fauna), em particular avifauna e muitas espécies animais do mar. Consequentemente, a contínua degradação deste recurso vital reduzirá não só a produção aquática e terrestre e o habitat da fauna silvestre, como também a estabilidade da costa que proporciona a protecção das culturas agrícolas e das áreas de habitação.

Os mangais em Moçambique têm sofrido de desmatamento (Saket, 1994). Por isso, tornam-se necessárias medidas para reverter o intenso processo de degradação deste ecossistema ao longo de toda a costa moçambicana. Na Baía de Maputo, pode observar-se uma alta destruição desta formação florestal. Ocorre pouca ou nenhuma regeneração natural excepto em áreas onde actualmente o Homem interfere pouco devido ao difícil acesso do próprio terreno onde a regeneração é boa. A importância do mangal, os custos ligados a sua degradação e as dificuldades da sua regeneração natural, justificam que se desenvolva métodos para a sua regeneração artificial.

A pesquisa tendo em vista a recuperação dos mangais, constitui uma prática recente em várias regiões tropicais. A partir dos meados da década de 70, inicia-se uma série de trabalhos de replantio de espécies de mangal nos EUA, Índia, Filipinas, Malásia e Porto Rico, entre outros países (Lewis, 1982 citado por Meneses *et al.*, 1994). Estas experiências visam, de maneira geral, verificar o potencial para o emprego de determinadas espécies e testar diferentes técnicas de produção de mudas, avaliando a forma de plantio e práticas culturais.

Até agora, não se fez nenhum trabalho semelhante em Moçambique. Este estudo visa estabelecer uma base metodológica para o replantio de *Rhizophora mucronata* e *Avicennia marina* e, sobretudo, verificar a viabilidade de utilizar estas espécies para a recuperação de extensas áreas de mangal na Baía de Maputo.

## **2 – Objectivos**

### **2.1 - Objectivo geral**

- Analisar as possibilidades de regeneração artificial do mangal na Baía de Maputo.

### **2.2 - Objectivos específicos**

- Observar o sucesso de regeneração em termos de germinação, estabelecimento e crescimento inicial sob condições naturais e num viveiro florestal;
- Propor o método de regeneração mais viável para este local.

### 3- Revisão Bibliográfica

#### 3.1 - Descrição das espécies em estudo

##### 3.1.1 - *Rhizophora mucronata* Lam

Nomes vernaculares: Sinkaha ( ronga, Koning,1993), Red mangrove (Inglês, Palgrave, 1992)

Família: RHIZOPHORACEAE

Morfologia: É uma árvore de altura média, atinge um pouco mais de 10 m de altura, frequentemente ocorre associada com a *Avicennia*, sempreverde.

Casca: Vermelha-castanho por vezes castanha escura, possui brácteas ao longo do caule e poucas vezes nas suas raízes de muleta que chegam a atingir 2 m de comprimento.

Folhas: Opostas, simples, elípticas, aproximadamente 15x8 cm, cor verde escura, margem inteira, ápice mucronada e base com estipulas interpeciolares.

Flor: Cor creme, monóica, sépalas mais longas que as pétalas, pétalas brancas e pubescentes, com 8 estames conspícuos e acastanhadas, (Fevereiro a Outubro).

Fruto: Com mais de 7cm (da semente colhida, atinge até 40 cm de comprimento) de comprimento, cálice persistente envolvendo a base (Agosto a Dezembro), (Palgrave, 1992), Fevereiro a Abril (Costa do Sol em 1999).

### 3.1.2 - *Avicennia marina* (Forsk) Vierh.

Nomes vernaculares: Towozi, Txomahati (ronga, Koning, 1993), White mangrove, (Inglês, Palgrave, 1992).

Família: AVICENNIACEAE

Morfologia: Geralmente árvore de pequeno porte, mas pode atingir 10 m de altura, geralmente é a espécie mais comum e o maior constituinte dos pântanos do mangal, mas também cresce fora do regime de maré como por exemplo nas margens dos rios, desenvolve raízes pneumatóforas (15-38 cm de altura), sempreverde.

Casca: Amarela esverdeada (caule jovem), cinzento (adulto).

Folhas: Opostas, simples, lanceoladas a elípticas, 3-10x1,2-4 cm, geralmente 7x2,5 cm, sem pêlos, verde na face superior e pálida na face inferior, ápice e base agudos margem inteira.

Flor: Branca ou creme a amarela, com aroma agradável, pequena, inflorescência densa e terminal e/ou lateral, monóica, 4 estames, (Agosto a Janeiro).

Fruto: Cápsula moderadamente achatada, 2-2,5 cm de diâmetro, deiscente, (Março a Setembro) (Palgrave, 1992). Fevereiro a Abril (Inhaca em 1999)

### 3.2 - Sucessão ecológica das espécies e necessidades da luz

Putz e Chan (1986) citados pela FAO (1994), numa análise da dinâmica duma floresta madura em equilíbrio na Malásia, monitorada desde 1920, concluíram que a tolerância à sombra e as características de dispersão da semente podem ser incluídas nos factores ecológicos que influenciam a distribuição e a sucessão das espécies no mangal.

A *Avicennia marina* é uma espécie pioneira podendo colonizar áreas com pouca quantidade de matéria orgânica. Possui raízes aéreas que podem acumular areia, argila e matéria orgânica á sua volta onde se estabelecem as outras espécies tais como a *Rhizophora mucronata* (Kalk, 1995).

A *Avicennia* é um género que tolera um nível de sal alto em comparação com a *Rhizophora*; requer muita quantidade de luz, o que explica a sua maior frequência nas margens da faixa do mangal. Embora as suas sementes possam germinar em ambientes com pouca luz, as plantas não crescem na sombra (Kalk, 1995).

### 3.3 - Condições do sítio para a regeneração

As condições do sítio jogam um papel importante na determinação da associação de espécies. As mais importantes condições do sítio que influenciam a regeneração e o gradiente da sucessão ecológica são: a natureza do solo, a idade do pântano, a classe de inundação, a salinidade da água e a acção erosiva e agressiva das ondas (Aksornkoae et al., 1984). Segundo a mesma fonte, durante o primeiro estágio sucessional alguns destes factores são mais importantes na determinação da composição florística, por exemplo a classe de inundação.

Outros factores que condicionam o sucesso da regeneração são as tecnologias de exploração que podem danificar a regeneração, o aparecimento de infestantes, a mudança na frequência de regime da maré e o aparecimento de alguns predadores. Por exemplo estudos feitos na Malásia, Tailândia e Indonésia por Srivastava e Singh (1982),

estimam em 25% o dano provocado por caranguejo às plântulas da *Rhizophora* recém estabelecidas (Aksornkoae et al., 1984).

A mesma fonte aponta que a *Avicennia marina* também é um alimento predilecto do caranguejo (as espécies que consomem as plântulas são do género *Sesarma*) e, aliado ao facto de possuir sementes pequenas, a regeneração natural desta espécie torna-se muito difícil ou demasiado baixa.

#### a) Salinidade

A salinidade ou grau de salinidade da água é definida como o número de gramas de sais dissolvidos em 1000 gramas de água. A salinidade média dos oceanos é de 35 gramas por quilograma de água (g/Kg) ou 35‰. A salinidade dos mares varia como resultado de inúmeros processos que actuam conjuntamente: efeitos de concentração, tais como evaporação e formação do gelo, efeitos de diluição, tais como precipitação atmosférica, contribuição fluvial e fusão do gelo (Jessen, 1998).

Ambientes salinos são requeridos para ecossistemas estáveis de mangal. Em condições não salinas, muitas espécies são competitivas (Lugo, 1980 citado por FAO, 1994). O mesmo autor afirma que a hipersalinidade pode afectar adversamente o mangal e um dado sítio é considerado hipersalino quando a salinidade (na superfície do solo) excede à salinidade da água - em muitos sítios este nível é em média 35‰ (Jessen, 1998).

As espécies que compõem o mangal são consideradas halófitas facultativas, isto é, podem geralmente sobreviver, embora não necessariamente com muito sucesso, em habitats não salinos (Walsh, 1974 citado por FAO, 1994). A mesma fonte indica que geralmente o crescimento de muitas halófitas é baixo com ausência de NaCl no seu ambiente exterior.

Os estudos até agora feitos em mangais, indicam a hipótese de existência de limites máximos de NaCl no meio externo que ele pode admitir. Connor (1969) e Downtown

(1982) citados por FAO (1994), afirmam que para o crescimento máximo da *A. marina*, a percentagem de NaCl na água do mar não deve ser superior a 50‰, a mesma fonte, desta feita citando Pannier (1959) e Clough (1984) aponta que a *R. mangle* tolera até 25‰ do sal.

#### b) Classe de inundação e correntes de água

O movimento de água é muito importante para a sobrevivência do mangal, pois garante o movimento e a reciclagem dos nutrientes no sistema, garante também a dissolução de oxigénio para abastecer o sistema radicular (Dwivedi *et al.*, 1974; Lugo *et al.*, 1973; Clough e Attiwill, 1974 citados por FAO, 1994).

Chapman (1976) e Rabinowitz (1978), citados pela mesma fonte, afirmam que as inundações e as correntes de água mantêm o nível de salinidade e contribuem bastante na remoção do dióxido de carbono acumulado. A dispersão, distribuição e o sucesso de estabelecimento das sementes são também parcialmente influenciados pelo movimento da água.

### 3.4 - Regeneração natural

Um princípio importante para o rendimento sustentado de qualquer tipo florestal é a segurança de haver um adequado volume remanescente e avanço da regeneração natural que compensa a exploração e que o rendimento dos ciclos de corte seja no mínimo constante. A problemática da regeneração natural precisa de especial atenção pois em algumas áreas não se verifica.

A regeneração natural é condicionada pela presença de plantas produtoras de sementes e, para o caso do mangal, também pela capacidade das ondas em levar consigo as sementes para áreas onde não existem plantas produtoras de semente e pela capacidade das sementes em se afixarem no solo.

A produção de sementes é geralmente abundante para a maioria das espécies do mangal; a *Avicennia marina* possui sementes semi-vivíparas podendo germinar na árvore ou imediatamente depois de serem liberadas, enquanto que a *Rhizophora mucronata* é uma espécie vivípara (Palgrave, 1992).

Normalmente não tem havido problemas para a regeneração natural em regiões onde o abastecimento de sementes não é escasso e as condições do sítio são favoráveis. No entanto, em algumas áreas e dependendo das condições, não ocorre a regeneração natural ou é demasiado lenta, sob tais condições (por exemplo: Bairro dos Pescadores e Macaneta) é necessário proceder uma regeneração artificial.

### 3.5 – Regeneração artificial

FAO (1981) afirma que as plantações são feitas nas áreas onde a regeneração não é suficiente para responder às necessidades de consumo bem como em áreas onde não ocorre a regeneração por factores como as condições do sítio e/ou falta de semente.

Segundo Kogo *et al.*, (1985) citados por UNESCO (1986), para a *Rhizophora mucronata*, pode usar-se a semente para semear directamente no campo definitivo em regiões onde não existe o caranguejo do género *Sesarma* a uma profundidade de  $\pm 15$  cm dependendo das características do solo.

No caso das espécies com sementes pequenas (como por exemplo a *Avicennia marina*), Kogo (1985) aconselha a criação de plântulas no viveiro, as quais podem ser transplantadas 3-6 meses depois da germinação.

Numa plantação estabelecida nas Filipinas, calculou-se em 70% o índice de sobrevivência das plantas. As plântulas da *Rhizophora* e da *Avicennia* podem ser criadas em vasos e transplantadas com um índice de sobrevivência de 80 por cento. As sementes podem ser armazenadas em lugares frescos durante dois meses sem perda de viabilidade (Aksornkoe *et al.*, 1984).

Arroyo *et al.* (1984) afirmam que a criação de plântulas do mangal em viveiro para um programa de (re)florestamento tem sido um sucesso em termos de germinação e crescimento e com pouca mortalidade. Infelizmente não fornecem informação sobre os tratamentos no viveiro em termos de substrato usado, tipo, quantidades e frequência de água da rega.

### 3.6 - Índice raiz/caule (R/S) e diâmetro do colo como medidas de controlo de qualidade das mudas

Para uma boa sobrevivência depois de um transplante, as mudas precisam de ter um índice R/S bem balanceado e um adequado diâmetro do colo (Evans, 1992).

#### *Índice Raiz/Caule*

Para zonas áridas, Romero *et al.* (1986) citado por Evans (1992) descrevem que a melhor maneira de medir a qualidade da planta para o transplante é o índice R/S e este parâmetro encontra-se entre 0.45-0.65 (45-65 % de contribuição) para mudas produzidas em vasos e este valor é conseguido pela poda radicular; os mesmos autores afirmam que nem todas as espécies requerem uma poda radicular para atingirem um bom balanço entre raiz e caule, por exemplo a *Swietenia macrophylla* e a *S. mahogani*.

Maior parte dos estudos sobre o índice R/S têm sido feitos em florestas húmidas de baixas altitudes, e muito pouco em florestas decíduas tropicais e de montanha. Poucos estudos têm examinado o mangal e a floresta de galeria (Stephen *et al.*, 1995).

O índice R/S é a percentagem de contribuição das raízes para a biomassa total duma floresta ou planta, e é dado pela fórmula:

$$\% \text{ contribuição} = ((R/S) * 100) / ((R/S) + 1)$$

onde: R - peso da raiz

S - peso da parte aérea

A floresta decídua tropical, mangal e floresta de solos pobres "Spodosol" têm alta percentagem de contribuição porque este tipo de florestas ocorre em ambientes de stress de água: a floresta de solos pobres é afectada alternativamente pela secura e alagamento, o mangal, pela salinidade e maré, e a floresta decídua tropical, pelas condições de secura sazonal (Stephen *et al.*, 1995).

Dos estudos feitos em mangais em Porto Rico, Golley, Odum e Wilsom (1962) encontraram um valor de 44.2 % de percentagem de contribuição das raízes em relação ao caule enquanto que para a mesma formação florestal em Panamá, Golley *et al.* (1975), encontraram uma percentagem de contribuição de 53.8 %.

#### *Diâmetro do Colo*

Evans (1992) citando Latif *et al.* (1983) aponta que embora seja fácil de medir, a altura da muda não é suficiente para classificar a sua qualidade. Para rectificar esta lacuna, ele recomenda uma medição de diâmetro pois, este parâmetro é altamente correlacionado com a sobrevivência das plantas no campo já que plantas com diâmetro de colo mais grosso são menos propensas à dessecação e são mais robustas do que as com diâmetro fino.

Em Jari no Brasil, por exemplo, plântulas de *Pinus caribaea* são rejeitadas se o diâmetro de colo estiver a baixo dos 4 mm Evans (1992). Num estudo feito nas Ilhas Solomon por Wilson (1988) citado por Evans (1992) encontrou-se que para a *Gmelina arborea* e *Tectona grandes* um diâmetro entre 0,5 a 2 cm é adequado para uma boa sobrevivência.

Para além do tamanho do diâmetro, uma plântula é de boa qualidade para o transplante se ela tiver o seu colo lignificado (Eng.º Christian Staiss, contacto directo).

## 4 – Métodos

### 4.1 - Questões de estudo

Para alcançar os objectivos do trabalho, algumas questões relacionadas com a produção de mudas de algumas espécies do mangal no viveiro foram levantadas baseando-se na informação bibliográfica consultada. Estabeleceram-se várias hipóteses as quais foram testadas com análises estatística e laboratorial dos dados colhidos. As questões levantadas são:

#### A. Haverá perdas nos tratamentos?

Hipóteses:

##### A. 1 - devido à agressividade das ondas

- a) Mais perdas na sementeira directa.

##### A. 2 - devido à mortalidade

- a) Mais perdas fora do habitat natural no habitat natural;
- b) Mais perdas nos tratamentos em vaso.

##### A. 3 - devido à predação

- a) No habitat natural

#### B. Haverá variação de crescimento entre os tratamentos?

Hipóteses:

##### B. 1 - O nível de salinidade influencia o crescimento;

B. 2 - Os vasos influenciam o índice R/S negativamente em todos os tratamentos neles ensaiados.

#### 4.2 - Descrição do mangal da Baía

O mangal da Baía do Maputo sofre de duas tendências opostas. Encontra-se actualmente num estado degradado devido a maior pressão das actividades humanas na recolha do material lenhoso que sofreu nos últimos anos principalmente durante a guerra. As principais áreas afectadas são: Macaneta e Bairro dos Pescadores.

Observações em sítios diferentes como Costa do Sol e Matola Rio bem como informação obtida oralmente com Dr. Fred de Boer e Dr. John Hatton, uma equipa de investigadores da UEM, que fez interpretação de fotografias aéreas da região, referentes a anos consecutivos, indicam uma regeneração desta formação florestal; a explicação dada pelos investigadores é de que nos últimos anos, há uma redução da pressão humana ligada a uma subida da temperatura da água do mar. Contudo, a necessidade de desenvolver métodos de regeneração é grande pois em algumas áreas a regeneração natural é fraca ou quase inexistente (por exemplo Macaneta, Catembe e Bairro dos Pescadores).

As espécies do mangal que apresentam uma regeneração são: *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata* e, com menor importância, a *Ceriops tagal*.

Segundo Faria *et al.*, (1971) a cidade de Maputo situa-se a Sul do Trópico de Capricórnio (25° 58' S, 32° 36' E Gr.). Os dados meteorológicos para a cidade de Maputo, evidenciam que esta zona apresenta um clima subtropical, sendo a temperatura média anual igual a 22,8°C, moderadamente chuvoso no que respeita à precipitação (valor médio igual a 767 mm por ano). Destacam-se fundamentalmente duas estações no ano:

- (a) quente e chuvoso (Novembro a Abril);
- (b) e fresca e seca (Abril a Setembro).

Os meses mais quentes são os de Dezembro e Janeiro e os mais frescos, de Junho e Julho.

#### 4. 3 - Sobre a área de colheita de semente

A semente foi colhida em duas áreas diferentes, Bairro dos Pescadores e Ponta Rasa. A primeira área encontra-se perto da zona do ensaio. É uma área que apresenta uma pequena faixa do mangal ao longo da costa com um comprimento de 300 m e com uma largura que varia de 0 a 90 m. A variação da largura deve-se à interferência humana (exploração dos recursos naturais) e à ocorrência de clareiras naturais.

As espécies desta formação florestal que habitam aquele sítio são *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata* e *Ceriops tagal*. Formam três estratos verticais bem distintos, que são:

- Estrato inferior - predominado pela regeneração natural de *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata* e pela *Ceriops tagal* ;
- Estrato médio - predominada por indivíduos mais adulto da espécie *Rhizophora mucronata* e da idade média da espécie *Avicennia marina* com uma altura não mais do que 3 m;
- Estrato superior - composta somente por *Avicennia marina* com uma altura entre 5 a 7 m aproximadamente.

A *A. marina* povoa toda a faixa enquanto que a *R. mucronata* ocupa algumas áreas lodosas e localizadas no interior da faixa. Os diferentes estratos encontram-se distribuídos ao longo da largura (direcção das ondas), mas com maior predominância dos estratos inferior e médio nas franjas do povoamento.

Ao longo do comprimento da faixa do mangal, observam-se clareiras. Mais para o Norte da faixa do mangal, o estado de degradação é severo pois, segundo informações obtidas com alguns residentes antigos do bairro dos pescadores, naquela área existia o mangal e durante o período de maturação da semente ela é transportada pelas ondas e germina principalmente da espécie *Avicennia marina*. Todavia, as plântulas não chegam a desenvolver-se devido principalmente pelo movimento de pessoas e barcos que danificam

as plantas recém estabelecidas.

O diâmetro máximo do povoamento é atingido pela *Avicennia marina* que chega a ser 26 cm enquanto que a *Rhizophora mucronata* não vai mais que os 10 cm de diâmetro. Estes valores foram obtidos por uma medição preliminar de 20 árvores de *Avicennia marina* e 5 de *Rhizophora mucronata* que apresentam diâmetros e alturas maiores. O número reduzido de árvores medidas para a *Rhizophora mucronata* foi devido à sua menor ocorrência.

A segunda área de recolha de semente foi Ponta Rasa na Ilha de Inhaca. Ponta Rasa localiza-se na direcção Oeste da Ilha, apresenta um povoamento idoso do mangal e sem clareiras. Nesta zona, a transição entre o mangal e a floresta do interior é gradual

Nesta área, actualmente o mangal encontra-se não perturbado. O povoamento é composto por *Avicennia marina*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal* e *Bruguiera gymnorhiza*. Apresenta basicamente dois estratos que distinguem-se em:

- Estrato inferior - composto por *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorhiza* e indivíduos inferiores das espécies *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata*;
- Estrato superior - formado por *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata*.

Inicialmente, queria aproveitar apenas da semente da zona do Costa do Sol para evitar a introdução de factores genotípicos e reduzir o tempo entre a recolha e sementeira, mas porque ali não havia semente suficiente de *Rhizophora mucronata*, tive que buscar a semente num outro lugar. Escolhi Ponta Rasa na Ilha de Inhaca porque havia semente e está directamente ligada à Baía fazendo com que seja provável que se trate da mesma população.

#### 4.4 – Método de colheita de semente

A colheita de semente foi feita da seguinte maneira:

- verificação do período de maturação da semente através de observações no campo
  - *Avicennia marina* – Janeiro a Março (Costa do Sol em 1999)
  - *Rhizophora mucronata* – Fevereiro a Abril (Inhaca em 1999)
- selecção e marcação das árvores matrizes;
  - o critério de selecção das árvores matrizes seguiu as seguintes características da árvore: vigorosa, com copa bem distribuída, localizada no interior da floresta e sadia (Manso, 1988).
- Beneficiamento<sup>1</sup> da semente;

A semente da *Avicennia marina* foi colhida directamente na árvore para evitar a provável mistura com semente de má qualidade proveniente de árvores raquíticas e/ou não sadias durante a maré cheia.

Para o caso da *Rhizophora mucronata*, colheu-se tanto em cima da árvore como a semente caída em baixo dela desde que esta não tenha ainda enraizada ou trincada pelos predadores. A semente desta espécie é pouco transportada pelas ondas por duas razões: a) é pesada e, b) quando cai espeta-se no solo.

A literatura indica um período de maturação da semente diferente ao observado em 1999 tanto na Baía de Maputo como na Ilha de Inhaca. Isto pode ser explicado pelo facto de a bibliografia ser mais abrangente se bem que a frutificação nesta campanha ocorreu no seu período normal nesta região.

A tabela 1 contém os dados de uma amostra das sementes das duas espécies. Mostra que a semente da *A. marina* pesa menos que 10% da *R. mucronata*. O peso mais reduzido da *Avicennia* facilita a sua dispersão (daí o risco de mistura de qualidade quando recolhidas no chão), mas provavelmente dificulta o seu estabelecimento e sobrevivência.

**Tabela 1:** comprimento, diâmetro máx. e peso da semente da *R. mucronata* e Peso da

---

<sup>1</sup> todos os processos desde a colheita até a semente estar pronta para ser armazenada (Manso, 1988)

semente da *A. marina*

No	<i>Rhizophora mucronata</i>			<i>Av. marina</i>
	Comprimento (cm)	Diâmetro máximo (cm)	Peso (g)	Peso (g)
1	35.5	1.4	50.3	5.3
2	33.6	1.2	42.7	3.9
3	32.0	1.2	46.9	4.8
4	36.1	1.3	37.8	5.1
5	34.0	1.1	47.9	2.9
6	29.7	1.5	35.1	4.3
7	34.8	1.7	49.7	5.4
8	31.5	1.1	45.2	3.5
9	29.4	1.4	41.2	4.2
10	30.3	1.1	30.0	5.7
11	35.5	1.2	46.3	3.7
12	36.4	1.5	58.2	4.3
13	34.8	1.4	51.9	5.0
14	38.2	1.4	53.7	3.9
15	34.0	1.6	49.2	3.3
16	33.0	1.2	40.0	5.4
17	30.0	1.3	50.4	3.4
18	36.5	1.3	43.4	2.8
19	34.0	1.7	42.9	5.2
20	33.0	1.2	41.4	4.4
média	33.6	1.3	45.2	4.3
Desvio padrão	2.50	0.19	6.68	0.89
variância	6.24	0.04	44.57	0.79

## 4.5 - Ensaio

### 4.5.1- Montagem

O estudo foi feito em dois sítios deliberadamente seleccionados reflectindo as condições naturais e as do viveiro (fora do meio natural). A área onde instaram-se o tratamento sob condições naturais localiza-se na praia da Costa do Sol, concretamente no Bairro dos Pescadores. É um bairro periférico da cidade de Maputo. O campo experimental, a segunda área de estudo, situa-se no Campus Universitário junto à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. A distância entre as duas áreas é ca. de 3 Km. Devido á sua proximidade, podemos assumir que as condições climáticas sejam basicamente as mesmas.

A área sob condições naturais a rega era feita naturalmente por inundações periódica de maré cheia, enquanto que o campo experimental era constituído por dois tipos de rega: com água potável e com água do mar; o substrato usado para todos os tratamentos é o solo da praia retirado na mesma área que se montaram os tratamentos sobre condições naturais.

Em cada tipo de rega foram formados dois tratamentos os quais foram dispostos num delineamento completamente casualizado. Com este desenho, obteve-se um arranjo factorial de 2 x 3, descrito da seguinte maneira:

- (a) Tipo de muda (raiz nua ou embalada, seja factor **A** com dois níveis  $a_1$  e  $a_2$ , respectivamente); e
- (b) Tipo de rega (rega com água potável, com água do mar - ambos fora do habitat natural e por inundado pela maré, seja factor **B** com três níveis  $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_3$ , respectivamente). Com a conjugação destes dois factores, obteve-se o seguinte arranjo dos tratamentos:

Tabela 2: Classificação dos tratamentos

Factor A (tipo de muda)	Factor B (ambiente)		
	b <sub>1</sub> - rega com água doce	b <sub>2</sub> - rega com água salgada	b <sub>3</sub> - inundação com maré
a <sub>1</sub> - vaso	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> 1*	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> 2*	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> 3*
a <sub>2</sub> - directo	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> 4*	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> 5*	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> 6*

\*número do tratamento

O tamanho das parcelas nos tratamentos da sementeira directa, foi de 0,5 x 0,6 m. A sementeira foi feita em sulcos onde a distância entre eles era de 15 cm e 10 cm entre sementes. Resultando em vinte (20) sementes por parcela e cem (100) por tratamento. No caso dos tratamentos testados fora da praia, foi amontoado o solo da praia sobre um plástico preto de polietileno para evitar a salinização do solo.

A espessura da camada do solo, na altura da amontoa onde iam crescer as futuras plântulas era de 18 cm. Isto porque durante a rega o solo compacta-se e depois da compactação iria aproximar-se à altura dos vasos que era de 15 cm evitando-se assim a perturbação do ensaio pela maior ou menor disponibilidade do espaço vertical dum em relação ao outro tipo de muda. Com esta espessura do solo e a largura do canteiro de 1,10 m e um comprimento de 3,20 m, cada canteiro possuía 0,63 m<sup>3</sup> de solo amontoado.

Para os tratamentos onde foram usados vasos plásticos de polietileno com as dimensões de 12:15 cm (diâmetro:altura) foi necessário por parcela ca. 0,6 m<sup>3</sup> de solo por tratamento uma parcela tinha 0,65 m<sup>2</sup> (1,10x0,6 m) de área.

#### 4.5.2 – Tratamentos

1. Substrato da praia regado com água potável (no viveiro da Faculdade).
  - No vaso - tratamento 1
  - Sementeira directa - tratamento 4
2. Substrato da praia regado com água do mar (no viveiro da Faculdade);
  - No vaso - tratamento 2
  - Sementeira directa - tratamento 5
3. Sob condições do sítio (na praia);
  - No vaso - tratamento 3
  - Sementeira directa - tratamento 6

A criação de viveiro na praia é muito arriscado devido a agressividade das ondas e das interferências humanas de dia a dia na recolha do material lenhoso, prática de pesca bem como da prática de turismo.

Um tratamento em viveiro, fora das condições naturais, tem melhor controle e menos riscos. Todavia, usa-se nesta experiência quatro (4) tratamentos no viveiro da Faculdade não só por motivos de comparação, como também é uma maneira de encontrar um método que reduz os custos associados com o uso de viveiros (com água do mar ou com água potável).

Um outro factor que justifica a criação do viveiro fora das condições naturais é a susceptibilidade das plântulas aos predadores, por exemplo o caranguejo.

#### 4.5.3 - Período e parâmetros medidos

O ensaio foi montado a 2 de Março de 1999; teve uma duração de 3 meses e todos os parâmetros foram medidos ao mesmo tempo para cada espécie. A periodicidade de medição para a espécie *Avicennia marina* foi de 30 dias de intervalo e para a *Rhizophora mucronata* foi de 45 dias. A diferença nos intervalos de medição para as duas espécies é devido á diferença de crescimento (vide tabelas 3a e 3b, alturas).

Os parâmetros medidos são:

- Altura<sup>2</sup>;
- Diâmetro do colo<sup>2</sup>;
- Número de folhas;
- Sobrevivência - no final do ensaio (90 dias);
- Percentagem de germinação, aos dez dias depois da sementeira;
- Forma - uma vez que as espécies do mangal no ambiente natural desenvolvem um sistema radicular pneumatófora para superar o excesso do sal no seu ambiente externo, no caso dos tratamentos em vaso, o alastramento e o crescimento vertical das raízes são limitados pelo tamanho do vaso.
- Peso das raízes - é possível que haja diferenças no desenvolvimento da parte aérea e das raízes das plantas para os seis (6) tratamentos. Para tal, tomaram-se 10 plantas por tratamento para testar o efeito dos tratamentos em relação ao desenvolvimento radicular e a parte aérea da planta baseando-se no índice Raiz/caule.

Numero de folhas, altura e diâmetro do colo são parâmetros que indicam o crescimento das plântulas em viveiro bem como a sua vigorosidade para um programa de (re)florestamento bem sucedido; para estas espécies não se conhece o tamanho ideal em termos de altura e diâmetro do colo. Contudo, sabe-se que para o caso das espécies do género *Pinus* e *Eucaliptos* a altura óptima para o transplante encontra-se no intervalo de 30 a 40 cm.

---

<sup>2</sup> altura e diâmetro do colo para a *Rhizophora mucronata* medidos ao nível da região do início da parte crescida devido á exposição do hipocótilo e para a *Avicennia marina*, ao nível do solo.

#### 4.5.4 – Rega

A rega era feita duas vezes por dia para os tratamentos montados no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal reflectindo a periodicidade da maré. Uma rega de manhã (6-7 hrs) e a tarde (16-17 hrs); as quantidades usadas eram iguais para todos os tratamentos.

Na primeira semana, a quantidade de água administrada era de quarenta (40) litros de água por dia (20 litros de manhã e 20 litros a tarde); a partir da segunda semana até ao fim da experiência, administrava-se trinta (30) litros por dia sendo 20 litros de manhã e 10 litros a tarde; esta relação 20/10 litros foi tomada assumindo que durante o dia a evaporação é maior devido á insolação.

A diminuição da quantidade da água deveu-se a dois factores principais: 1) os ensaios ficavam inundados devido à elevada quantidade de água que se administrava em relação ao seu tamanho associado à intensas precipitações e, 2) coincidência com o período de transição para o inverno (menor evapotranspiração).

#### 4.5.5- Análise de solo

O teor de sais é definido ou estimado na sua relação com o teor de cloro (gramas de cloretos em 1000 gramas de água); a salinidade assim estimada é tida como salinidade absoluta. Na actualidade, o conceito de salinidade absoluta é substituído pelo de salinidade prática, baseado na condutividade eléctrica das águas oceânicas (Jessen, 1998).

Para a determinação dos iões cloreto, sulfato e a condutibilidade eléctrica (CE), uma amostra de 100g de solo foi tomada e adicionada a 250 ml de água destilada, agitada num agitador eléctrico durante 2 hrs para dissolver os sais contidos no solo; em seguida, o extracto assim formado, foi filtrado e determinou-se a concentração de cada ião e a CE do extracto.

Na determinação dos iões cloreto foi aplicado o método de Mohr (L.N.A.A., 1996) que doseia o ião cloreto através duma solução Padrão de nitrato de prata, utilizando o cromato de potássio como indicador do ponto final da titulação; com este método, o cloreto precipita quantitativamente como cloreto de prata de cor branca.

Os iões sulfato, foram determinados com o método turbidimétrico (L.N.A.A., 1996) que baseia-se na precipitação dos iões em meio ácido como sulfato de bário por adição de cloreto de bário. A condutibilidade eléctrica foi determinado por um condutivímetro.

#### 4.6 - Método de análise de dados

Para a análise dos dados, foi usado o pacote estatístico MSTATC (Bricker, 1989). Foi feito o teste de F para a comparação das variâncias dos tratamentos (Gomes, 1978). Com o teste de F (tabelas A...M, no anexo), a conclusão que se tira é que as variâncias dos tratamentos são homogéneas ou heterogéneas e se os tratamentos usados são estatisticamente iguais ou diferentes. O teste nada diz sobre a superioridade de um tratamento em relação ao outro. Para tal, foi feito o teste de Duncan (tabelas A-1...M-1, no anexo) para comparar as médias e saber qual é o tratamento superior.

Para melhor visualização dos resultados, os resultados da aplicação de dois tipos de muda (vaso e sememteira directa) e a produção em ambientes diferentes (praia, Faculdade-rega com água do mar e Faculdade-rega com água potável), estão igualmente representados em gráficos de barras (fig. 1a,b,c e d no anexo), onde os mesmos estão ordenados em relação ao crescimento em altura e diâmetro.

Dos resultados do teste de Duncan, foram seleccionados os melhores métodos usando o método de níveis independentes (independent culling). Os critérios de selecção dos métodos são:

- ◆ Conjugação dos dois parâmetros (altura e diâmetro do colo)

Segundo Zobel e Talbert (1984), o método de níveis independentes de selecção é

um método de selecção para muitas características que envolve a localização de valores mínimos para cada característica de interesse; os indivíduos devem satisfazer estes critérios mínimos se estão para serem retidos. É de salientar que este método de selecção é usado para seleccionar os melhores indivíduos dentro de um povoamento baseando-se em várias características; aqui neste trabalho, o método é usado para seleccionar, num grupo de tratamentos, os melhores.

- ◆ Cada medição tem o seu tratamento quanto à selecção segundo os níveis que o conjunto de métodos tem, por exemplo:

Se o conjunto de métodos tem dois níveis, a selecção é mais intensa e, se o conjunto tem cinco níveis como é o caso da primeira medição de altura para a *R. mucronata*, o nível *ab* é absorvido para o lado dos melhores.

Com esta metodologia de selecção, depois de se atribuírem valores aos diferentes níveis, constroem-se um sistema cartesiano ortogonal, geralmente quando se trata de duas (2) ou três (3) características e traçam-se uma linha horizontal e uma vertical a partir do nível mínimo aceitável para cada característica e todos os tratamentos a baixo deles são excluídos.

A selecção assim feita, reflecte a superioridade do tratamento em relação aos outros em termos de melhor crescimento em altura e diâmetro do colo. Entretanto, há que considerar o aspecto qualitativo das mudas.

Os critérios usados na selecção baseada em aspectos qualitativos foram:

Primeiro – calculou-se o índice Raiz/Caule e os resultados foram comparados com valores encontrados na literatura e, como forma de verificação dos resultados, fez-se uma comparação tomando como controlo os tratamentos da praia (tratamentos 1 e 2 comparados com 3 – em vasos; tratamentos 4 e 5 comparados com 6 – em sementeira directa).

Segundo – o segundo critério qualitativo é o diâmetro do colo; com base neste critério foram feitas as comparações tomando como controlo os tratamentos da praia na mesma lógica que se tomou em respeito ao índice R/S. Devido à falta de informação bibliográfica

para este parâmetro, não se fez comparação com dados tabelados.

## 5 – Resultados

### 5.1 – Caracterização dos resultados

#### 5.1.1 - Perdas no ensaio

As perdas nos diferentes tratamentos foram devido a vários factores, que são : mortalidade, arrastamento, ataque pelos cabritos e falhas de germinação. De salientar que para um tratamento numa dada espécie, há um factor ou factores de perda que são peculiares.

**Tabela 3:** percentagem de mortalidade, arrastamento, germinação e predação para as duas espécies

Tratamento	perdas para <i>A. marina</i> (%)				Total	perdas para <i>R. mucronata</i> (%)				Total
	morte	arraste	ataque	N G		morte	arraste	ataque	N. G.	
1	9	0	0	0	2.3	5	0	0	0	1.3
2	5	0	0	0	1.3	0	0	0	4	1
3	0	20	0	0	5	0	0	15	0	3.8
4	1	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	1	0	0	0	32	8
6	0	16	47	0	15.8	0	0	7	0	1.8
<b>Total</b>	<b>3.2</b>	<b>6</b>	<b>7.8</b>	<b>0</b>	<b>3.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0</b>	<b>3.7</b>	<b>6</b>	<b>1.8</b>

N.G. - Não germinadas

#### Mortalidade

Olhando para a tabela 2, pode se ver que maior percentagem de mortalidade ocorreu nos tratamentos ensaiados em vaso fora do habitat natural e na semeadura directa regado com água do mar para a *A. marina*. Para o caso da *R. mucronata*, a mortalidade somente ocorreu no tratamento 1 (vaso, regado com água potável).

#### Arrastamento

O arrastamento é um tipo de perda que ocorre devido à acção agressiva das ondas quando a semente é pequena e pesa pouco. Por isso, só a *A. marina* é que apresenta uma perda devido ao arrastamento nos tratamentos ensaiados no habitat natural (tratamento 3, 20% e tratamento 6, 16%). O que se pode constatar, é que os vasos não teve nenhum impacto positivo no arrastamento.

### *Ataque pelos predadores*

Um dos maiores problemas ligados à criação de viveiros no ambiente natural é o risco de danificação do viveiro tanto pelo ataque pelo caranguejo como pelos animais domésticos ou pelo Homem nas suas actividades quotidianas.

Neste ensaio, os tratamentos 3 e 6 (ambiente natural) é que foram atacados pelos cabritos. É de salientar que o ataque pelos cabritos não originou a morte das plantas mas sim, para o caso da *A. marina*, uma redução da altura enquanto que a *R. mucronata* não sofreu nenhuma redução de altura porque só foram consumidas as folhas e não o caule.

### *Germinação*

Como já se mencionou na revisão bibliográfica, estas espécies são vivíparas. Todavia, usa - se aqui o termo *germinação* para referir o fenómeno de enraizamento e o primeiro estágio em que o pequeno embrião manifesta o crescimento. Neste sentido, os tratamentos 2 e 5 (regados com água salgada) apresentam problemas de germinação para a espécie *R. mucronata*.

Destes resultados, conclui-se que:

A mortalidade é baixa comparada com as percentagens de germinação admissíveis para várias espécies tropicais (não menos que 40% de germinação) (Staiss, 1999). Para ambas as espécies em todos os tratamentos;

A criação de viveiros fora do meio natural acarreta menos perdas do que no meio natural para a *A. marina*. Para esta espécie, a maior percentagem de perdas verificou-se no habitat natural devido a dois factores: 1) arrastamento da semente pelas ondas durante a maré cheia - tratamentos 3 com 20% e 6 com 16%; 2) ataque pelos cabritos - tratamento 6 com 47%.

A *R. mucronata* parece ser um alimento menos predilecto para os cabritos porque as parcelas da *A. marina* que foram atacadas eram contíguas às parcelas da *Rhizophora* com pouco ou nenhum ataque. As perdas que se registaram para esta

espécie foram devido à falta de germinação nos tratamentos 2 com 4% e 5 com 32%.

### 5.1.2 - Crescimento

Tabela 4: médias por tratamento por fase de medição

#### 4a *Avicennia marina*

Tratamento	altura			Diâmetro do colo			Nº de folhas		
	1ª medição	2ª medição	3ª medição	1ª medição	2ª medição	3ª medição	1ª medição	2ª medição	3ª medição
1	14.5	22.5	27.5	0.39	0.40	0.43	5.0	7.3	8.8
2	11.2	17.3	21.5	0.36	0.40	0.46	4.2	6.0	8.3
3	18.3	27.0	33.7	0.40	0.46	0.53	5.1	8.0	9.7
4	20.3	31.6	39.6	0.40	0.45	0.52	5.4	7.4	9.9
5	14.0	17.1	19.9	0.37	0.40	0.45	4.3	5.7	6.7
6	15.6	17.5	21.5	0.40	0.46	0.49	5.3	5.2	7.2

#### 4b *Rhizophora mucronata*

Tratamento	Altura		Diâmetro do colo		Nº de folhas	
	1ª medição	2ª medição	1ª medição	2ª medição	1ª medição	2ª medição
1	5.7	7.9	0.48	0.50	2.0	4.0
2	4.5	6.7	0.45	0.49	2.0	3.3
3	6.6	14.0	0.51	0.57	2.0	4.0
4	5.8	8.1	0.51	0.56	2.0	3.9
5	2.8	4.0	0.39	0.43	1.2	2.2
6	7.6	12.9	0.54	0.56	2.0	3.8

#### *Avicennia marina*

As variações de altura e diâmetro do colo das plantas nos seis tratamentos testados, mostram maior crescimento nos tratamentos de água doce e habitat natural; isto pode estar ligado, para o caso de ambientes de água doce, o baixo teor de sal e, no habitat natural, ao hidrodinamismo que proporciona um equilíbrio salino associado ao facto de a espécie estar adaptado ao meio

O baixo valor de altura do tratamento 6 (sementeira directa) comparado com o tratamento 3 (em vaso) que cresceu sobre o mesmo ambiente (praia), é atribuído parcialmente ao

ataque pelos cabritos.

#### *Rhizophora mucronata*

Tal como a *A. marina*, a *R. mucronata* manifestou melhor crescimento em ambientes de água doce e natural, tanto em altura como em diâmetro do colo; a justificação é semelhante à da *A. marina*.

No geral, para as duas espécies o crescimento é maior nos tratamentos onde usou-se a água doce para a rega e no habitat natural e este resultado está de acordo com os estudos feitos por Walsh, 1974 citado por FAO, 1994 que afirmam que baixos níveis de sal (vide tabela 6) são requeridos pelas espécies do mangal para um bom crescimento. Não obstante, no habitat natural o movimento da água e as inundações proporcionam o equilíbrio salino.

A análise de crescimento baseada em número de folhas, não dá uma informação consistente para tirar conclusões pois, como pode-se notar nas tabelas 4a e 4b, uma maior diferença em altura não implica necessariamente uma maior diferença em número de folhas entre tratamentos; isto porque o número de folhas é determinado pelos entrenós e não pela altura da planta.

Para o caso particular da *R. mucronata*, o número de folhas tende a duplicar no intervalo entre as duas medições.

## 5.1.3 – índice raiz/caule (R/S)

Tabela 5: percentagem de contribuição do peso da raiz em relação ao peso total da planta.

5a *Avicennia marina*

Tratamentos	Raiz (g/planta)	Caule* (g/planta)	Total (g/planta)	% contribuição
1	3.23	4.57	7.80	41.4
2	4.16	4.84	9.00	46.2
3	7.83	9.23	17.06	45.9
4	4.71	8.84	13.55	34.8
5	4.24	5.85	10.09	42.0
6	9.88	12.41	22.29	44.3

5b *Rhizophora mucronata*

Tratamentos	Raiz (g/planta)	Caule* (g/planta)	Total (g/planta)	%contribuição
1	7.62	41.26	48.88	15.6
2	7.60	49.24	56.84	13.4
3	12.85	60.60	73.45	17.4
4	10.22	55.36	65.58	15.6
5	10.67	50.26	60.93	17.5
6	12.44	53.59	66.03	18.8

\* parte aérea da planta incluindo as folhas

As tabelas 5a e 5b indicam a percentagem de contribuição da parte radicular em relação ao peso total da planta. Da tabela 5a pode se ver que maior percentagem de contribuição é atingida pelos tratamentos ensaiados em vasos (1, 2 e 3) isto porque cresceram em ambientes de stress do espaço radicular em relação aos restantes tratamentos.

Os índices R/S calculados para os tratamentos da *A. marina* testados em vaso encontram-se dentro do intervalo propostos pelo Romero *et al.* (1986) excepto o tratamento 1 (vaso em água potável) isto pode estar associado ao menor stress (menor nível de sal) a que este tratamento estava crescendo em relação aos outros dois tratamentos (2 e 3: rega com água do mar e inundação, respectivamente).

## 5.1.3 – índice raiz/caule (R/S)

Tabela 5: percentagem de contribuição do peso da raiz em relação ao peso total da planta.

5a *Avicennia marina*

Tratamentos	Raiz (g/planta)	Caule* (g/planta)	Total (g/planta)	% contribuição
1	3.23	4.57	7.80	41.4
2	4.16	4.84	9.00	46.2
3	7.83	9.23	17.06	45.9
4	4.71	8.84	13.55	34.8
5	4.24	5.85	10.09	42.0
6	9.88	12.41	22.29	44.3

5b *Rhizophora mucronata*

Tratamentos	Raiz (g/planta)	Caule* (g/planta)	Total (g/planta)	% contribuição
1	7.62	41.26	48.88	15.6
2	7.60	49.24	56.84	13.4
3	12.85	60.60	73.45	17.4
4	10.22	55.36	65.58	15.6
5	10.67	50.26	60.93	17.5
6	12.44	53.59	66.03	18.8

\* parte aérea da planta incluindo as folhas

As tabelas 5a e 5b indicam a percentagem de contribuição da parte radicular em relação ao peso total da planta. Da tabela 5a pode se ver que maior percentagem de contribuição é atingida pelos tratamentos ensaiados em vasos (1, 2 e 3) isto porque cresceram em ambientes de stress do espaço radicular em relação aos restantes tratamentos.

Os índices R/S calculados para os tratamentos da *A. marina* testados em vaso encontram-se dentro do intervalo propostos pelo Romero *et al.* (1986) excepto o tratamento 1 (vaso em água potável) isto pode estar associado ao menor stress (menor nível de sal) a que este tratamento estava crescendo em relação aos outros dois tratamentos (2 e 3: rega com água do mar e inundação, respectivamente).

Para a mesma espécie, os tratamentos em sementeira directa apresentam índices a baixo do intervalo propostos pelo Romero *et al.* (1986). Contudo, isto não é suficiente para afirmar que estas plântulas sejam de má qualidade pois há muitos factores que determinam este índice como é o caso de tipo de muda e nível de sal.

Para o caso do factor tipo de muda, os tratamentos em sementeira directa, podem ser comparados com o tratamento 6, tomado como controlo já que cresceu em ambiente natural; a assunção é de que o tratamento 6 reflecte o verdadeiro índice R/S da *A. marina*.

#### 5.1.4 - Salinidade do solo no fim do ensaio

Tabela 6: resultados de análise química dos solos

tratam ento	Cl <sup>-</sup> (g/100g de solo <sup>b</sup> )	%Cl <sup>-</sup> (g/Kg do solo)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g/100g de solo <sup>b</sup> )	%SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (g/Kg do solo)	Ce (mS/cm)	Pos (KPa)
1	0.015	0.15	0.005	0.05	1.1	41.6
2	0.218	2.18	0.033	0.33	10.9	404.2
3	0.458	4.58	0.055	0.55	24.5	906.5
4	0.012	0.12	0.017	0.17	1.5	56.4
5	0.272	2.72	0.032	0.32	14.0	518.0
6	0.458	4.58	0.055	0.55	24.5	906.5
AM		18.753 <sup>a</sup>		2.875 <sup>a</sup>	-----	-----

<sup>b</sup> 100g de solo misturados com 250g de água); <sup>a</sup> g/Kg de água do mar; AM - água do mar

Olhando para a tabela 6, pode observar-se que a água do mar possui maior nível de sal do que o solo (nível de sal estimado na sua relação com o teor de cloro - 18.753%).

Das análises de solo feitas para os diferentes tratamentos, os tratamentos 3 e 6 (ambiente natural) são os mais salinos seguido dos tratamentos regados com água do mar (2 e 5).

Teoricamente, podia esperar-se maior teor de sal nos tratamentos 2 e 5 uma vez que eram regados com água do mar e cada vez que administrava-se a água, o sal ia acumular-se. Isto não acontece provavelmente devido á remoção da água com que se regava; o sal encontrava-se dissolvido nela e era removido. A ocorrência das chuvas durante o decorrer do ensaio, é um outro factor que pode ter contribuído para o

abaixamento do nível do sal nestes tratamentos.

Os processos de dissolução de sal e remoção da água nos canteiros também ocorrem no meio natural (praia); a diferença do nível de sal nestes dois ambientes reside no facto de ter se montado o canteiro por cima de um plástico enquanto que na praia as diferentes camadas do solo são intercomunicáveis.

Segundo Van den Berg (1994), quando o teor de água no solo é baixo e quando existe acúmulo de sais o potencial osmótico torna-se importante no potencial total da água reduzindo a taxa de crescimento. O mesmo autor acrescenta que em solos fortemente salinos, o potencial osmótico pode causar a seca fisiológica das plantas.

Isto pode explicar porque os tratamentos 2 e 5 são problemáticos em termos de mortalidade e crescimento em altura (tabelas 3 e 4). Já no segundo mês, no tratamento 5, algumas plântulas da espécie *R. mucronata* apresentavam aspectos de murchidão e um índice de crescimento baixo (28.3%) comparado com o tratamento 6 com 40.9% (dados da última medição).

Provavelmente o baixo crescimento das plântulas produzidas em tratamentos onde se usava a água do mar para a rega foi devido à períodos curtos de inundação comparado com o tratamento em habitat natural que apresenta um nível de sal relativamente alto mas com um crescimento médio maior.

## 5.2 – Discussão dos resultados

## 5.2.1 - Selecção estatística

Tabela 6: Resumo dos testes de Duncan para todas as medições – canto superior direito, altura; canto inferior esquerdo, diâmetro

Tratamentos →		Alturas (negrito)					
		1	2	3	4	5	6
<i>A. marina</i>	1ª medição	cd	d	<b>a</b>	<b>a</b>	cd	bc
	2ª medição	a	a	<b>a</b>	<b>a</b>	a	a
	3ª medição	b	b	<b>a</b>	<b>a</b>	b	a
<i>R. mucronata</i>	1ª medição	c	d	<b>b</b>	c	e	<b>a</b>
	2ª medição	bc	c	<b>ab</b>	ab	d	<b>a</b>
	3ª medição	b	b	<b>a</b>	<b>a</b>	c	<b>a</b>

A tabela 6 apresenta o resumo dos testes de Duncan (apresentados nas tabelas A1...M1 no anexo) para todas as medições; as letras representam os grupos homogêneos dos tratamentos e formam níveis diferentes.

Tratamentos com a mesma letra para um dado parâmetro não são estatisticamente diferentes e a ordem alfabética das letras coincide com a ordem decrescente de superioridade dos tratamentos, ou seja, a letra **a** indica o tratamento superior e a última letra, o tratamento inferior a todos. Os tratamentos que apresentam duas letras encontram-se numa situação intermédia de dois níveis consecutivos.

As células em negro representam os tratamentos seleccionadas em cada fase de medição e, as com o negro mais claro, os tratamentos que podem ser usados alternativamente baseando-se em comparações múltiplas de Duncan para os parâmetros de altura e diâmetro do colo.

#### *Avicennia marina*

Na primeira medição, os tratamentos 3 e 4 foram seleccionados; na segunda e terceira medições, os mesmos tratamentos foram seleccionados. Todavia, o tratamento 6 sofreu um ataque por cabritos que afectou o crescimento.

#### *2. Rhizophora mucronata*

Esta espécie apresenta semente bastante comprida ca. 45 cm (tabela 1) e a profundidade de sementeira foi de 10 cm isto pressupõe que maior porção da semente ficou exposta. Sendo assim, as análises foram feitas baseando-se na parte aérea crescida e não na altura medida a partir da base da planta para evitar viciar os dados com a altura da parte exposta da semente.

Para esta espécie, na primeira medição foi seleccionado o tratamento 6 (sementeira directa na praia) podendo ser usado alternativamente o tratamento 3 (em vaso na praia).

Na segunda medição, foram seleccionados os tratamentos 3 e 6 e o tratamento 4 pode ser usado alternativamente.

Os tratamentos seleccionados alternativamente são aqueles que se encontram imediatamente inferiores aos seleccionados (estatisticamente superiores). A selecção alternativa é devido a dois grandes factores: 1) período do viveiro para as espécies desconhecido e, 2) como consequência do primeiro, a altura e o diâmetro óptimos da planta para o transplante não é conhecida.

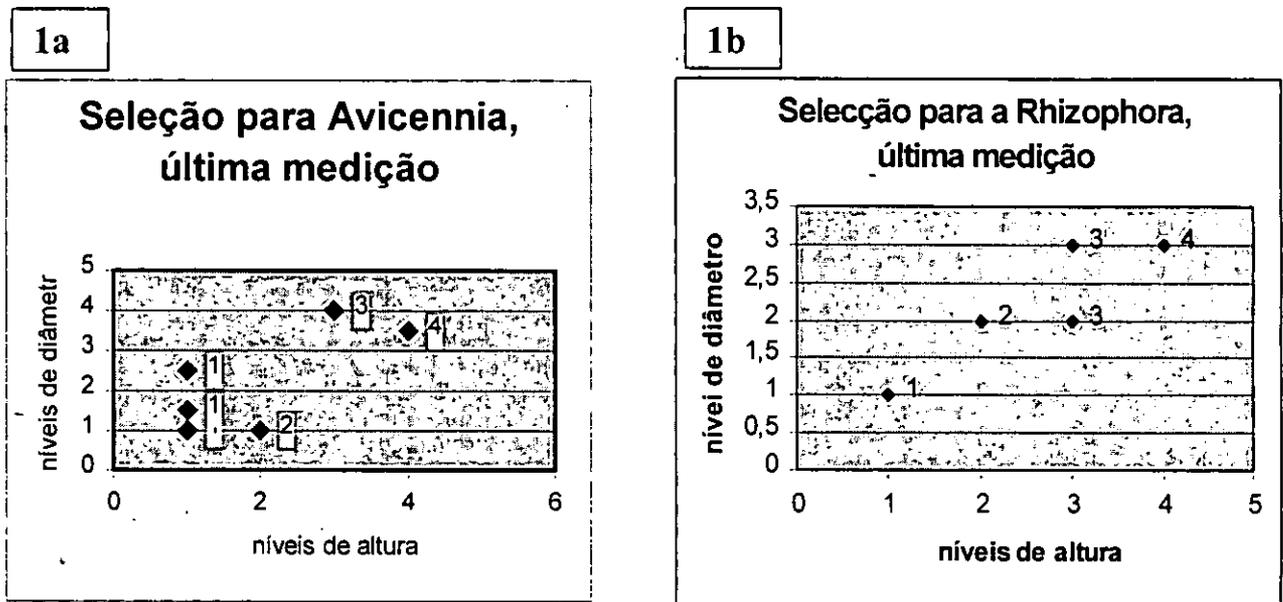


Figura 1: Esquemas de selecção segundo o critério de níveis independente (últimas medições) - .

Nas figuras 1a e 1b o tratamento 3 foi seleccionado para a espécie *A. marina* (índice 4) ao passo que para *R. mucronata* o tratamentos 3 e 6 foram seleccionados (índices 3 e 4). Na base destes esquemas, pode se ver que só o tratamento com nível igual ou superior a 3 é seleccionado para ambos os parâmetros baseados nos resultados da última medição em todas as espécies.

Os casos seleccionados correspondem aos tratamentos 3 e 4 para *A. marina* e 3 e 6 para *R. mucronata* com alternativa de uso do tratamento 4 pelas razões a cima mencionadas.

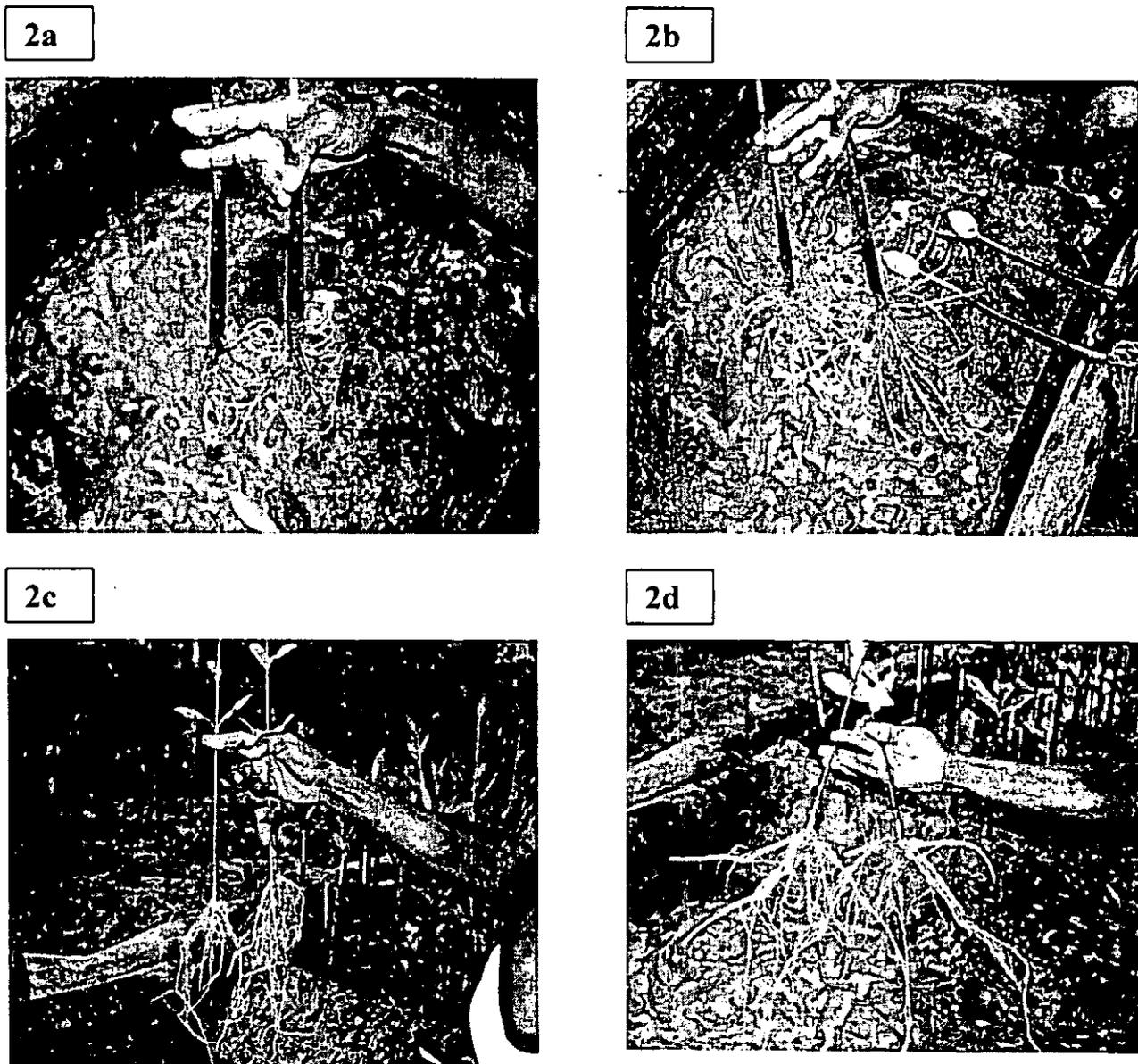
### 5.2.2 –Índice raiz/caule

Tal como afirmei na revisão bibliográfica, este índice reflecte a percentagem do peso da raiz em relação ao peso total da planta. É um bom indicador da qualidade da muda quando estiver dentro de certos parâmetro.

Usando o índice R/S, para a espécie *A. Marina* nos tratamentos ensaiados em sementeira directa, o tratamento 4 é rejeitado porque está abaixo dos valores de comparação (Romero *et al.* (1986) - 44,2% e o tratamento 6, de controlo – 44,3%).

*A.-R. mucronata* apresenta índices baixos comparados com valores tabelados para esta formação florestal. Uma das razões para este contraste é o facto de a parte aérea pesada não estar a reflectir a porção crescida porque nesta fase de vida das plantas desta espécie, elas ainda contêm o hipocótilo.

Assumindo que os tratamentos ensaiados na praia são controlo, compara-se os tratamentos 1 e 2 com 3 e 4 e 5 com 6; neste sentido, embora os tratamentos controlo tenham valores maiores em relação aos outros, a diferença é pequena. Daí pode-se considerar que todos os tratamentos tenham um índice óptimo. Aparentemente não há nenhuma relação entre o índice e o tratamento.



**Figura 2 :** Aspecto das raízes das mudas no fim do ensaio. 2a - raiz da *R. mucronata* em vaso, 2b - raiz da *R. mucronata* em sementeira directa, 2c - raiz da *A. marina* em vaso. e 2d - raiz da *A. marina* em sementeira directa. Nota a deformação entre 2a – 2b e 2c – 2d

Durante a fase de viveiro, o tamanho de vaso afecta, por um lado, na rapidez e vigorosidade de crescimento da muda, constituindo um factor importante para determinar o período de tempo que a planta deve permanecer no viveiro até atingir a altura necessária para o transplante (Nakagawa e Machava, 1989). Por outro lado, como se vê na figura 2, origina uma certa deformação do sistema radicular.

## 6 - Conclusões e Recomendações

### 6.1- Conclusões

Na Baía de Maputo o mangal ficou seriamente danificada durante os anos de instabilidade política antes de 1992. Desde então, verifica-se em algumas partes um processo de regeneração. No entanto, em outras zonas, por exemplo Catembe e o Bairro dos Pescadores, essa regeneração não acontece. É aí que se deve proceder a uma regeneração artificial.

A regeneração artificial requer a produção de mudas. As características ecológicas das espécies de mangal são bastante diferentes das espécies florestais terrestres; o que coloca algumas questões especiais: Visto que mangal cresce na margem do mar, é possível reproduzi-lo em viveiros fora do seu habitat normal? Sendo halófita, é preciso ser regado com água salgada? Conhecendo os seu sistema radicular pneumatóforo, é possível produzir mudas em vasos? São exactamente estas perguntas que a presente tese procura responder através da comparação das duas espécies de mangal mais importantes da Baía, *Avicennia marina* e *Rhizophora mucronata*, submetidas a seis tratamentos: na praia com e sem vaso, no viveiro com água doce e sem vaso, com água doce e com vaso, com água salgada sem vaso e com água doce com vaso. Uma análise (incluindo ANOVA) dos dados recolhidos induzam às conclusões seguintes:

#### *Avicennia marina*

Como se explicou em capítulo 3.5, a criação de viveiros no habitat natural para a *A. marina* é muito arriscada por causa da danificação do viveiro por caranguejos e outros predadores, e a perda de plantas pelo arrastamento pelas ondas. No caso concreto deste ensaio, a plantação foi atacada por cabritos. Esse ataque não provocou uma grande mortalidade, mas causou um atraso considerável no desenvolvimento. O arrastamento pelo mar eliminou 18% das plântulas. A percentagem de mortalidade é, em geral, baixa para todos os tratamentos excepto o tratamento 1 (vaso regado com água potável), onde

morreu 9% das plantas. Esses valores são comparáveis com as perdas habituais devido à não germinação e mortalidade de outras espécies florestais nativas reproduzidas em viveiros.

A *A. marina* tem maior crescimento quando regado com água doce e no seu habitat natural do que quando é criada fora usando a água do mar para a rega. Não foi possível estabelecer a causa desse diferença. Assumiu-se que a rega com água salgada ia provocar maior estresse devido a um aumento da salinidade do solo, mas as análises do solo posterior ao ensaio não chegaram a confirmar essa hipótese.

Os tratamentos 3 (sementeira directa na praia) e 4 (sementeira directa na Faculdade regado com água doce) são significativamente superior aos restantes métodos testados no que tange ao crescimento em altura e diâmetro do colo das plantas.

Para seleccionar entre esses dois tratamentos pode recorrer-se ao índice Raíz/Caule. Como se explicou no capítulo 3.6, esse índice fornece informação sobre o potencial de sobrevivência depois da plantação. Usando o índice R/S como critério de qualificação das mudas, o tratamento 3 (sementeira directa na praia) é melhor e apresenta um bom crescimento.

### ***Rhizophora mucronata***

A *R. mucronata* apresenta perdas menores nos ambientes natural e em rega com água doce em comparação com *A. marina*. O maior índice de perdas é devido à falta de germinação da semente (32%) no tratamento 5 - sementeira directa regado com água do mar. Como foi explicado em cima, não se conseguiu estabelecer a causa desse fenómeno. Não sofreu de ataques por cabritos ou caranguejos.

Na base dos critérios de selecção aplicados, pode se concluir que para a *R. mucronata*, os melhores métodos para a produção de mudas são os métodos 3 e 6 (vaso e sementeira directa no habitat natural, respectivamente). O vaso parece não ter um

impacto significativo sobre o crescimento em termos de diâmetro e altura. O método 4 (directo e água doce) é ligeiramente inferior em termos de altura, mas apresenta resultados comparáveis para o diâmetro. Por isso, pode ser usado com alternativa onde a produção na praia é difícil. A aplicação do índice R/S resulta em valores fora dos valores de referência citados pela literatura (capítulo 3.6). Isto deve-se provavelmente ao facto que, ao contrário o que acontece com outras espécies, a maior parte do hipocótilo é incluída no peso da parte aérea.

Em suma, os resultados do ensaio parecem indicar que nas zonas onde não ocorre o caranguejo *Sesarma* é preferível produzir mudas da *A. marina* e *R. mucronata* no seu habitat normal. No caso da segunda espécie, o uso de vasos parece não ter um impacto significativo sobre o crescimento. No caso de *A. marina* o ensaio não permite tirar uma conclusão sobre este ponto.

## 6.2 - Recomendações

Embora a *R. mucronata* tenha obtido bons resultados no tratamento 4 (sementeira directa rega com água potável), recomenda-se, investigar a sua propagação em locais onde não ocorre o caranguejo do género *Sesarma*, uma sementeira directa no local definitivo já que a sua semente não é arrastada pela maré; isto reduzirá, por um lado, a mortalidade associada às operações de transplante e, por outro, os custos do viveiro e de transporte. Não obstante, recomenda-se a sementeira num período de maré morta.

O tratamento 4 (sementeira directa rega com água potável) para a *A. marina* carece de mais investigação pois, o seu alto crescimento no viveiro, não implica automaticamente um bom sucesso para a futura plantação. Muitos factores poderiam ter concorrido para o seu bom crescimento em altura. Recomenda-se a investigação do impacto do transplante, e, eventualmente, um ensaio com tratamentos de endurecimento (adaptação com água salgada).

Será também necessário testar várias idades de mudas para transplantar pois, cada região tem um tamanho ideal de mudas para uma dada espécie e cada método produz um certo tamanho de mudas para um dado período de tempo. Para além disso, no caso de se optar por tratamento 4 para a espécie *A. marina*, já que apresenta um crescimento excelente, antes da sua aplicação massiva nos programas de recuperação artificial do mangal, deve ser determinada o seu diâmetro e índice raiz/caule óptimos.

Na base dos resultados do ensaio, notou-se que existe uma perda devido ao arraste da semente da *A. marina*. Para reduzir este índice de perdas, recomenda-se um ensaio na praia com pequenas plântulas já enraizadas.

**BIBLIOGRAFIA**

- Aksornkoe, S. Blasco, F.; Tuck C.H. e Citron, G. (1984), Handbook for Mangrove Area Management, Kasetsart University, Thailand, pp.46-109.
- Arroyo, Cesar *et al.* (1984). Handbook for Mangrove Area Management, Forest Research Institute. Philipines, 118pp.
- Bricker, B., (1989). A Microcomputer Program For The Design, Management and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University.
- Evans, J. (1992). Plantation Forestry in the Tropics, Tree planting for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes. Clarendon Press. Oxford, 2<sup>nd</sup> edition, 403pp.
- FAO. (1981). Forestry and Forest Products Development Indonesia. Mangrove Aforestation for Java. FAO, Rome, 16pp.
- FAO. (1994). Mangrove Forest Management Guidelines. FAO, Rome, 319pp.
- Faria, M. T. *et al.* (1971) . Boletim Municipal Nº 9. Organização das Secções Cultural e de Propaganda, Lourenço Marques, 37pp.
- Gomes, F. P. (1978). Curso de Estatística Experimental. Universidade de S. Paulo, 8<sup>a</sup> Edição, 430pp.
- Gomez, K. A. e Gomez, A. A., (1984). Statistical Procedures For Agricultural Research. Singapore, 2<sup>nd</sup> edition, 680pp.
- Jessen, M. A., (1998), Apontamentos de Oceanografia Para Geógrafos, Livraria Universitária, Universidade Eduardo Mondlane. Maputo, 61pp.
- Kalk, M. (1995). A Natural History of Inhaca Island. Mozambique. 3<sup>rd</sup> Ed. 395pp.

- Koning, J de (1993). Checklist of Vernacular Plant Names in Mozambique. Wageningen Agricultural University, Wageningen, 274pp.
- Manso, O. (1988). Manual de Sementes florestais - Direcção Nacional de Florestas e Fauna Bravia, Maputo, 30pp.
- Mlay, G. (1996). Apontamentos da cadeira de Experimentação Agrícola. UEM, Maputo, 68pp.
- Menezes, G.V.; Poffo. I.R.F.; Eysink, G.G.J.; Hatamura, E.; Moraes, R.P. e Pompéia, S.L. (1994). Manguezais: Projecto de Revegetação na Baixada Santista. São Paulo, Brasil, pp.542-552.
- Nakagawa, M. e Machava, B. (1989). Tamanho de Vasos de Polietileno Para a Produção de Plantas no Viveiro, Serie Florestal # 2, DNFFB. – CEF, Maputo, Moçambique, 33p.
- Palgrave, K. C. (1992). Trees of Southern Africa. Struik , Cape Town. 2ª edição, 959pp.
- Saket, M. (1994). Report on the Updating of the Exploratory National Forest Inventory. Ministry of Agriculture, National Directorate of Forest and Wildlife, 77pp.
- Staiss, C., (1999). Manual de Reflorestamento. Departamento de Engenharia Florestal, Secção de Silvicultura, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 83pp.
- UNESCO, (1986). Mangrove of Asia and the Pacific: Status and Management, Technical Report of the UNDP/UNESCO Research and Training Pilot Programme on Mangrove Ecosystems in Asia and the Pacific (RAS/79/002), Quezon City, 538pp.
- Zobel, B. e Talbert, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement, North Carolina State University. USA, 505pp.

## ANEXOS

Tabela 1: Resultados das medições

1a

*Avicennia marina* - 1ª Medição

trata mento	parcela					médias
	1	2	3	4	5	
1	12,0	14,5	11,5	18,2	16,4	<b>14,5</b>
2	11,6	14,2	10,0	10,8	9,6	<b>11,2</b>
3	18,9	17,4	18,2	18,6	18,5	<b>18,3</b>
4	22,4	20,1	18,8	21,4	19,6	<b>20,5</b>
5	16,9	14,9	15,5	9,8	12,8	<b>14,0</b>
6	12,5	14,7	15,5	18,8	16,3	<b>15,6</b>

Diâmetro do colo

trata mento	Parcela					médias
	1	2	3	4	5	
1	0,39	0,41	0,38	0,41	0,37	<b>0,39</b>
2	0,37	0,38	0,34	0,37	0,36	<b>0,36</b>
3	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	<b>0,40</b>
4	0,45	0,39	0,40	0,40	0,38	<b>0,40</b>
5	0,41	0,39	0,40	0,33	0,33	<b>0,37</b>
6	0,39	0,38	0,39	0,43	0,42	<b>0,40</b>

2ª mediçãoAlturas

trata mento	parcela					médias
	1	2	3	4	5	
1	20,7	22,1	19,6	24,8	25,1	<b>22,5</b>
2	16,4	21,4	15,1	17,22	15,6	<b>17,3</b>
3	27,9	26,3	26,2	26,1	28,3	<b>27,0</b>
4	36,6	30,3	29,6	32	29,7	<b>31,6</b>
5	20,0	16,9	15,9	11,60	16,3	<b>17,1</b>
6	14,3	19	15,5	21,3	17,3	<b>17,5</b>

Diâmetro do colo

trata mento	parcelas					médias
	1	2	3	4	5	
1	0,39	0,39	0,4	0,41	0,39	<b>0,40</b>
2	0,41	0,39	0,38	0,41	0,39	<b>0,40</b>
3	0,46	0,46	0,46	0,46	0,44	<b>0,46</b>
4	0,49	0,45	0,44	0,45	0,44	<b>0,45</b>
5	0,42	0,41	0,41	0,36	0,39	<b>0,40</b>
6	0,43	0,43	0,46	0,51	0,46	<b>0,46</b>

3a medição

trata mento	Alturas parcelas					médias
	1	2	3	4	5	
1	25,8	27,4	23,3	30,9	30,3	<b>27,54</b>
2	21,8	26,3	18,8	21,1	19,4	<b>21,48</b>
3	33,1	33,4	34,1	32,2	35,5	<b>33,66</b>
4	44,9	40,8	36,7	38,3	37,3	<b>39,60</b>
5	24,8	20,9	19,1	14,3	20,2	<b>19,86</b>
6	17,2	23,2	20,1	25,6	21,3	<b>21,48</b>

Diâmetro do colo

trata mento	parcelas					médias
	1	2	3	4	5	
1	0,43	0,42	0,42	0,43	0,44	<b>0,43</b>
2	0,44	0,45	0,41	0,42	0,42	<b>0,46</b>
3	0,51	0,54	0,54	0,54	0,54	<b>0,53</b>
4	0,56	0,54	0,51	0,53	0,48	<b>0,52</b>
5	0,51	0,47	0,41	0,40	0,47	<b>0,45</b>
6	0,51	0,44	0,48	0,55	0,46	<b>0,49</b>

1b

Rhizophora mucronata - 1a medição

trata mento	Alturas parcelas					5 totais	médias
	1	2	3	4	5		
1	5,5	5,3	5,3	6,4	5,8	28,3	<b>5,66</b>
2	5,2	3,8	4,7	4,2	4,7	22,6	<b>4,52</b>
3	7,3	6,6	6,7	5,5	6,9	33	<b>6,60</b>
4	6,2	6,1	6,3	5,3	5,2	29,1	<b>5,82</b>
5	3,3	-2,8	3,0	2,6	2,5	14,2	<b>2,84</b>
6	7,2	8,2	7,8	7,1	7,8	38,1	<b>7,62</b>

Diâmetro de colo

trata mento	parcelas					5 totais	médias
	1	2	3	4	5		
1	0,45	0,47	0,49	0,5	0,51	2,42	<b>0,48</b>
2	0,48	0,42	0,46	0,45	0,41	2,26	<b>0,45</b>
3	0,53	0,51	0,49	0,49	0,52	2,54	<b>0,51</b>
4	0,51	0,53	0,52	0,51	0,5	2,57	<b>0,51</b>
5	0,45	0,41	0,35	0,36	0,40	1,97	<b>0,39</b>
6	0,54	0,55	0,54	0,55	0,52	2,7	<b>0,54</b>

2a mediçãoAlturas

trata mento	parcelas					5 totais	médias
	1	2	3	4	5		
1	7,2	7,3	8	8,7	8,4	39,6	<b>7,92</b>
2	7,8	6,0	6,7	6,4	6,5	33,4	<b>6,68</b>
3	12,2	15,2	14	14,3	14,5	70,2	<b>14,04</b>
4	8,4	8,6	8,7	7,5	7,5	40,7	<b>8,14</b>
5	4,7	3,9	3,6	4,9	2,7	19,8	<b>3,96</b>
6	13,1	12	13	12,4	14	64,5	<b>12,90</b>

Diâmetro de colo

trata mento	parcelas					5 totais	médias
	1	2	3	4	5		
1	0,47	0,49	0,53	0,5	0,5	2,49	<b>0,50</b>
2	0,50	0,50	0,49	0,49	0,47	2,45	<b>0,49</b>
3	0,53	0,56	0,58	0,58	0,58	2,83	<b>0,57</b>
4	0,55	0,57	0,57	0,57	0,55	2,81	<b>0,56</b>
5	0,53	0,41	0,40	0,40	0,42	2,16	<b>0,43</b>
6	0,56	0,55	0,6	0,56	0,55	2,82	<b>0,56</b>

## Tabelas de Análise de variância

Tabela A: crescimento em altura para a *Avicennia marina* - 1ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância <sup>a</sup>
Factor A	1	28.227	28.227	17.2783	0.0032 *
erro	8	13.069	1.634		
Factor B	2	139.833	69.916	12.0247	0.0006*
A x B	2	96.450	48.225	8.2940	0.0034*
erro	16	93.031	5.814		
Total	29	370.610			

C. V. = 15.36%

<sup>a</sup>\* significativo a 5% de probabilidade

ns - não significativo

Tabela B: crescimento em altura para a *Avicennia marina* - 2ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	1.408	1.408	0.3127	ns
Erro	8	36.035	4.504		
Factor B	2	542.778	271.389	36.4668	0.0000*
A x B	2	436.449	218.224	29.3230	0.0000*
erro	16	119.073	7.442		
Total	29	1135.743			

C. V. = 12.42%

Tabela C: crescimento em altura para a *Avicennia marina* - 3ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	2.241	2.241	0.3352	ns
erro	8	53.493	6.687		
Factor B	2	833.117	416.558	39.6537	0.0000*
A x B	2	732.745	366.372	34.8763	0.0000*
erro	16	168.079	10.505		
Total	29	1789.675			

C. V. = 11.89%

Tabela D: crescimento em diâmetro para a *Avicennia marina* - 1ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.001	0.001	1.2640	0.2935ns
erro	8	0.005	0.001		
Factor B	2	0.005	0.003	3.4331	0.0575*
A x B	2	0.000	0.000	0.1755	
Erro	16	0.012	0.001		
Total	29	0.023			

C. V. = 6.12%

Tabela E: Crescimento em diâmetro para a *Avicennia marina* - 2ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.003	0.003	19.8144	0.0021*
erro	8	0.001	0.000		
Factor B	2	0.018	0.009	17.2780	0.0001*
A x B	2	0.005	0.003	5.0096	0.0204*
erro	16	0.008	0.001		
Total	29	0.036			

C. V. = 5.36%

Tabela F: Crescimento em diâmetro para a *Avicennia marina* - 3ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.005	0.005	4.9963	0.0558 *
erro	8	0.007	0.001		
Factor B	2	0.025	0.013	13.9520	0.0003*
A x B	2	0.025	0.013	13.9520	0.0003*
erro	16	0.014	0.001		
Total	29	0.077			

C. V. = 6.32%

Tabela G: Crescimento em altura para a *Rhizophora mucronata* - 1ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.320	0.320	0.8448	ns
erro	8	3.033	0.379		
Factor B	2	61.838	30.919	133.3194	0.0000*
A x B	2	10.445	5.222	22.5181	0.0000*
erro	16	3.711	0.232		
Total	29	79.347			

C. V. = 8.77%

Tabela H: Crescimento em altura para a *Rhizophora mucronata* - 2ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	11.041	11.041	46.3922	0.0001*
erro	8	1.904	0.238		
Factor B	2	344.534	172.267	203.1450	0.0000*
A x B	2	10.825	5.412	6.3825	0.0092*
Erro	16	13.568	0.848		
Total	29	381.872			

C. V. = 10.30%

Tabela I: Crescimento em diâmetro para a *Rhizophora mucronata* - 1ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.000	0.000	0.0291	ns
Erro	8	0.004	0.000		
Factor B	2	0.055	0.082	46.8322	0.0000*
A x B	2	0.013	0.007	11.1763	0.0009*
Erro	16	0.009	0.001		
Total	29	0.082			

c. v. = 5.04%

Tabela J: Crescimento em diâmetro para a *Rhizophora mucronata* - 2ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	0.000	0.000	0.0211	0.0000*
Erro	8	0.005	0.001		
Factor B	2	0.056	0.028	32.4363	0.0000*
A x B	2	0.019	0.009	10.7992	0.0011*
Erro	16	0.014	0.001		
Total	29	0.094			

C. V. = 5.67%

Tabela L: Crescimento em altura total para a *Rhizophora mucronata* - 1ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	7.905	7.905	17.9871	0.0028*
erro	8	3.516	0.440		
Factor B	2	159.173	79.586	21.4895	0.0000*
A x B	2	35.585	17.792	4.8042	0.0232*
erro	16	59.256	3.703		
total	29	265.435			

C. V. = 6.91%

Tabela M: Crescimento em altura total para a *Rhizophora mucronata* - 2ª medição

F. de V.	G. de L.	SQ	QM	F calculado	Significância
Factor A	1	4.961	4.961	2.2149	0.1750 ns
erro	8	17.920	2.240		
Factor B	2	237.173	118.586	48.6109	0.0000*
A x B	2	39.749	19.874	8.1469	0.0036*
erro	16	39.032	2.440		
total	29	338.835			

C. V. = 5.10%

## Resultados das comparações múltiplas

Tabela A-1: teste de Duncan  
(Para a Anova da tabela A)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	20.46	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	18.32	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	15.56	bc
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	16.52	cd
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	13.98	cd
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	11.29	d

Tabela B – 1: teste de Duncan  
(para a Anova da tabela B)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	31.64	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	26.96	b
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	22.46	c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	17.48	d
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	16.14	d
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	17.14	d

Tabela C – 1: teste de Duncan  
(para a Anova da tabela C)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	39.60	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	33.56	b
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	27.54	c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	21.48	d
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	19.86	d
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	21.48	d

**Tabela D -1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela D)

Método Nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	0.4040	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	0.4020	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	0.4000	a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	0.3920	a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	0.3640	a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	0.3720	a

**Tabela E-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela E)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	0.4580	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	0.4560	a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4	0.4540	a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5	0.3980	b
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	0.3960	b
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2	0.3960	b

**Tabela F-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela F)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	0.5340	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	0.5240	ab
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	0.4880	bc
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	0.4520	cd
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	0.4280	d
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	0.4280	d

**Tabela G-1: teste de Duncan**  
(para Anova da tabela G)

Método Nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	7.620	a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	6.600	b
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	5.820	c
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	5.660	c
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	4.520	d
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	2.840	e

**Tabela H-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela H)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	14.04	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	12.90	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	8.140	b
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	7.920	b
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	6.680	c
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	3.960	d

**Tabela I-1: Teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela I)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	No do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	0.5400	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	0.5140	ab
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	0.5080	ab
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	0.4840	bc
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	0.4520	c
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	0.3940	d

**Tabela J-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela J)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	N <sub>o</sub> do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	0.5660	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	0.5640	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	0.5620	a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	0.4980	b
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	0.4900	b
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	0.4320	c

**Tabela L-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela L)

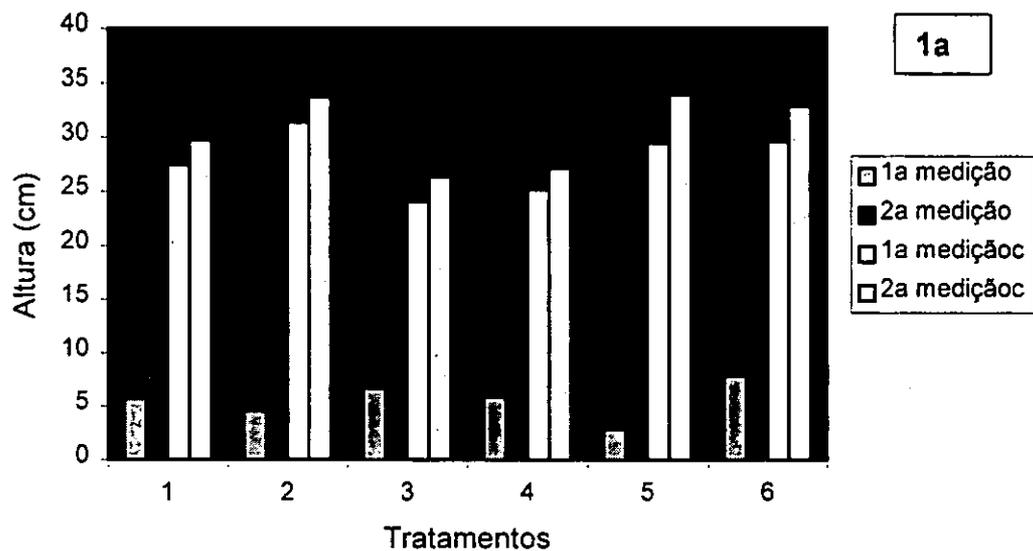
Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	N <sub>o</sub> do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	31.42	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	29.62	ab
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	29.46	ab
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	27.40	bc
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	25.14	cd
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	24.04	d

**Tabela M-1: teste de Duncan**  
(para a Anova da tabela M)

Método nível	Intervalos de 95% de confiança		
	N <sub>o</sub> do tratamento	média	Grupos homogéneos
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	3	33.94	a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	4	33.76	a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	6	32.92	a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1	29.70	b
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2	27.10	c
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	5	26.34	c

Figura 1: representação esquemática do crescimento em altura e diâmetro do colo

Crescimento em altura para *R. mucronata*



Legenda:

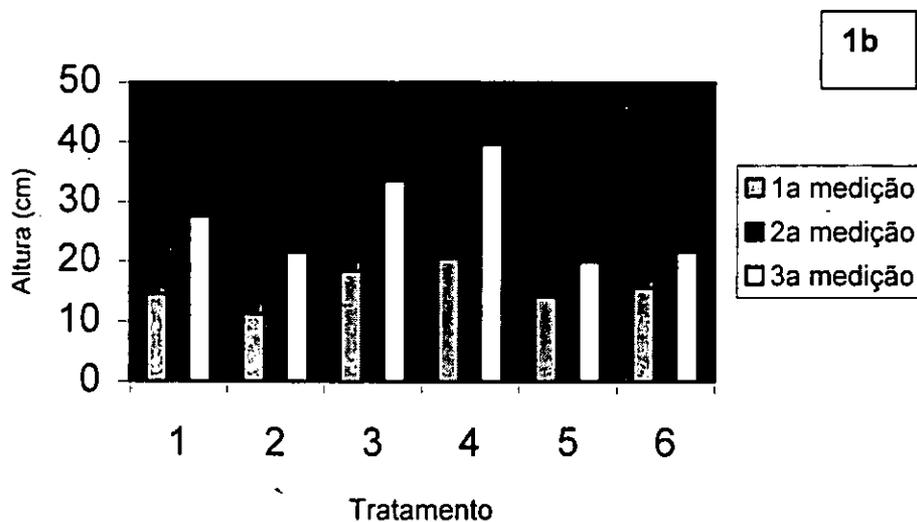
1ª medição – altura crescida na 1ª medição

2ª medição – altura crescida na 2ª medição

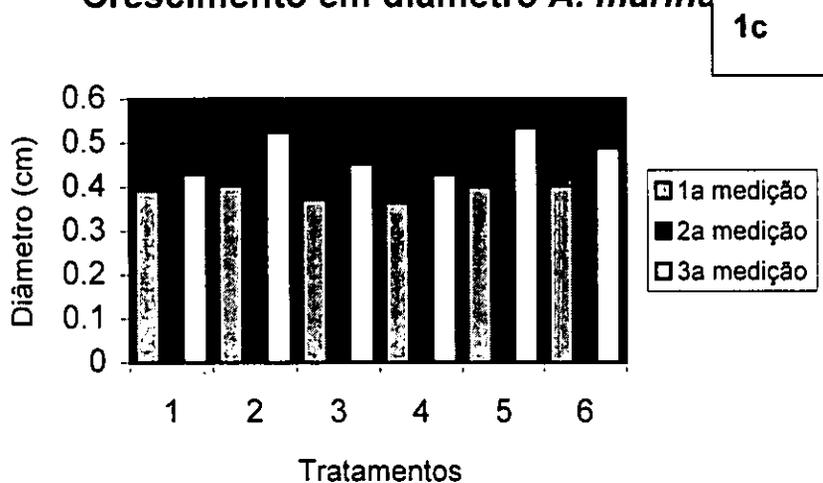
1ª mediçãoc – altura total incluindo o hipocótilo na 1ª medição

2ª mediçãoc – altura total incluindo o hipocótilo na 2ª medição

Crescimento em altura *A. marina*



Crescimento em diâmetro *A. marina*



Crescimento em diâmetro *R. mucronata*

