

RAFAEL ULYSSES DE MIRANDA

VEGETAÇÃO E BANCO DE SEMENTES EM DUNAS DE  
REJEITO DE MINERAÇÃO DE ILMENITA, NO LITORAL  
NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA.

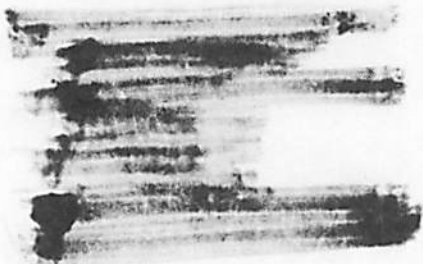
Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de pós-graduação em Agronomia, Área de concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".

Orientador  
Douglas Antônio de Carvalho

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1994

RAPAREL UELLES DE MIRANDA

VEGETAÇÃO E BANCO DE SEMENTES EM DUNAS DE  
LITORAL DE MINERAÇÃO DE LIMENTA, NO LITORAL  
NORTE DO ESTADO DA PARAIBA.



Distrito pertencente à Escola Superior de Agronomia de Lavras, como parte das experiências de cultivo de plantas em condições de campo, para obtenção de sementes.

Elaborado por  
Lopes Antonio de Carvalho



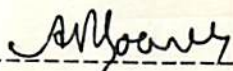
LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1954

RAFAEL ULYSSES DE MIRANDA

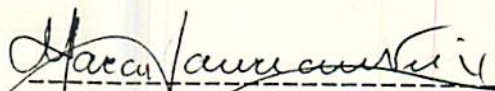
VEGETAÇÃO E BANCO DE SEMENTES EM DUNAS DE REJEITO DE MINERAÇÃO DE  
ILMENITA, NO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAIBA.

Dissertação apresentada à  
Escola Superior de Agricultura  
de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Pós-  
Graduação em Agronomia, área  
de concentração Fitotecnia,  
para obtenção do grau de  
"Mestre".


APROVADA EM: 04 de março de 1994



Antônio Resende Soares



Marcos Laureano Teixeira



Douglas Antônio de Carvalho  
Orientador

Aos meus pais, José Ulysses e Eurenice  
pelo apoio nas oportunidades para  
ampliar meus horizontes.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela oportunidade concedida.

A Rutilo e Ilmenita do Brasil (RIB), pelo auxílio e interesse na realização deste trabalho, em especial aos funcionários desta empresa que me auxiliaram durante a coleta dos dados.

A CAPES pela concessão de bolsa de estudos durante a realização do curso.

Ao professor Douglas Antônio de Carvalho pela orientação, aos Professores Marcos Laureano Teixeira, Ary Teixeira de Oliveira Filho e Antônio Resende Soares, pelo apoio e sugestões na realização do presente trabalho.

Aos Taxonomistas do herbário da Unicamp e demais Instituições que auxiliaram na identificação das espécies.

A Deborah pela convivência, apoio e carinho em todas as etapas.

A todos os amigos que, de alguma forma fizeram parte desta jornada e contribuíram com o aprendizado da vida.

Aos funcionários da ESAL, pela colaboração em várias etapas da realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Paulo e Regina, que mesmo a distância sempre me apoiaram.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMARIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REFERENCIAL TEORICO.....	05
2.1. A extração de minerais pesados no litoral norte da Paraíba.....	05
2.2. Recuperação de áreas degradadas por mineração.....	05
2.3. Estabilização de dunas.....	08
2.4. Utilização do banco de sementes na recuperação de áreas degradadas por mineração.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Área de estudo.....	16
3.2. O processo de mineração.....	19
3.3. Dunas estudadas.....	21
3.3.1. Análise da vegetação epígea.....	21
3.3.2. Análise do banco de sementes.....	22
3.4. Tratamento estatístico para os ensaios.....	24
3.5. Estimativa da frequência das espécies.....	25
3.6. Agrupamento das unidades amostrais.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Vegetação das dunas de rejeito.....	27

4.1.1. Area sem deposição de solo orgânico.....	27
4.1.2. Area com deposição de solo orgânico há 1 ano.....	28
4.1.3. Area com deposição de solo orgânico há 2 anos.....	31
4.1.4. Area com deposição de solo orgânico há 3 anos.....	32
4.1.5. Análise global do estudo da vegetação epígea.....	32
4.2. Vegetação do banco de sementes.....	39
4.2.1. Area sem deposição de solo orgânico.....	39
4.2.2. Area com deposição de solo orgânico há 1 ano.....	40
4.2.3. Area com deposição de solo orgânico há 2 anos.....	40
4.2.4. Area com deposição de solo orgânico há 3 anos.....	41
4.2.5. Análise global do ensaio com o banco de sementes....	44
4.3. Peso de matéria seca e número de plantas para a vegetação epígea das dunas de rejeito.....	47
4.3.1. Peso de matéria seca.....	47
4.3.2. Número de plantas por m <sup>2</sup> .....	50
4.4. Peso de matéria seca e número de plantas para a vegetação germinada do banco de sementes, na sala de crescimento.....	50
4.4.1. Peso de matéria seca.....	50
4.4.2. Número de plantas.....	52
4.5. Agrupamento das unidades amostrais da vegetação epígea das dunas de rejeito.....	55
5. CONCLUSOES.....	59
6. SUGESTOES.....	61
7. APENDICES.....	62
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	65



## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área sem deposição de solo orgânico. R.I.B. - Mataraca/PB.....29
- TABELA 2: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área com deposição de solo orgânico há 1 ano. R.I.B.- Mataraca/PB.....30
- TABELA 3: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área com deposição de solo orgânico há 2 anos. R.I.B.- Mataraca/PB.....33
- TABELA 4: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área com deposição de solo orgânico há 3 anos. R.I.B.- Mataraca/PB. ...34
- TABELA 5: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito em recuperação, com os respectivos nomes vernaculares - R.I.B.- Mataraca/PB.....35
- TABELA 6: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL - Lavras/MG.), área sem deposição de solo orgânico.....42

TABELA 7: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB.), germinadas em sala de de crescimento (ESAL - Lavras/MG.), área com deposição de solo orgânico há 1 ano.....42

TABELA 8: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB.), germinadas em sala de de crescimento (ESAL - Lavras/MG.), área com deposição de solo orgânico há 2 anos.....43

TABELA 9: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB.), germinadas em sala de de crescimento (ESAL - Lavras/MG.), área com deposição de solo orgânico há 3 anos.....43

TABELA 10: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB.), germinadas em sala de de crescimento (ESAL - Lavras/MG.).....45

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Localização geográfica da área de estudo.....	17
FIGURA 2: Amostrador de solo utilizado no ensaio com o banco de sementes.....	23
FIGURA 3: Peso de matéria seca em gramas por $m^2$ , da vegetação das dunas de rejeito, R.I.B. - Mataraca/PB.....	48
FIGURA 4: Número de plantas por $m^2$ , da vegetação das dunas de rejeito, R.I.B. - Mataraca/PB. ....	49
FIGURA 5: Peso de matéria seca, das plantas do banco de sementes das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB), germinadas em sala de crescimento (ESAL - Lavras/MG.).....	53
FIGURA 6: Número de plantas do banco de sementes das dunas de rejeito (R.I.B. - Mataraca/PB) germinadas em sala de crescimento (ESAL-Lavras/MG).....	54
FIGURA 7: Dendrograma de agrupamento das unidades amostrais da vegetação epigea das dunas de rejeito, segundo índice de similaridade de Jaccard. ....	57

## RESUMO

MIRANDA, Rafael Ulysses. Vegetação e banco de sementes em dunas de rejeito de mineração de ilmenita, no litoral norte do estado da Paraíba. Lavras: ESAL, 1994. 70p. (Dissertação de mestrado em Fitotecnia)

A exploração dos minérios de ilmenita em dunas litorâneas no extremo norte do estado da Paraíba promove a retirada da vegetação de restinga, característica da área e a posterior formação de dunas de areia quartzosa (material de rejeito de mineração). Estas dunas formadas, sendo desprovidas de cobertura vegetal, ficam sujeitas à ação dos ventos, causando prejuízos, como a ampliação de sua área e o assoreamento dos corpos d'água adjacentes.

A revegetação necessária à fixação destas dunas vem sendo experimentalmente realizada, através do plantio de espécies nativas da região, diretamente sobre as dunas de rejeito, e da deposição de solo orgânico, retirado de áreas sob vegetação de restinga a serem mineradas.

Assim o presente trabalho foi realizado com os objetivos de: estudar a potencialidade do solo orgânico, retirado das dunas originais, em fornecer um banco de sementes viável, quando depositado sobre as dunas de rejeito e analisar alguns aspectos da vegetação em formação nestas dunas.

---

Orientador: Douglas Antônio de Carvalho. Membros da Banca: Antônio Resende Soares e Marcos Laureano Teixeira.

Foram coletadas amostras da vegetação e do solo de quatro áreas distintas nas dunas de rejeito. Três com idades diferentes de deposição de solo orgânico (1, 2 e 3 anos) e uma onde foi feito o plantio de algumas espécies da região, sem deposição de solo orgânico. As plantas coletadas foram secas, pesadas e identificadas a nível de espécie, para posterior avaliação. As amostras de solo, para o estudo do banco de sementes, foram colocadas em recipientes e deixadas em sala de germinação e crescimento por um período de 6 meses. As plantas germinadas foram então coletadas, secas em estufa, pesadas e identificadas a nível de espécie. Foram avaliadas as características peso de matéria seca e número de plantas por parcela.

Nas plantas coletadas houve predominância de espécies pioneiras herbáceas, tanto as da vegetação epígea das dunas de rejeito, como aquelas germinadas do banco de sementes, embora não sendo geralmente as mesmas espécies. Notou-se uma alteração das espécies dominantes nas áreas estudadas, em função da variação do tempo de deposição de solo orgânico, embora o tempo de estudo (3 anos) tenha sido relativamente curto para se observar a sucessão por espécies de maior porte. Houve superioridade, nas características avaliadas, para as áreas com idade mais antiga de deposição de solo, tanto para a vegetação epígea das dunas de rejeito, quanto para aquelas germinadas do banco de sementes, mostrando uma evolução no desenvolvimento da vegetação e a superioridade da utilização do banco de sementes sobre o plantio de determinadas espécies, nas condições do presente estudo.

## SUMMARY

MIRANDA, R.U. Vegetation and seed banks of the waste mining materials dunes of ilmenite, on the northern coastland of Paraíba State. Lavras: ESAL, 1994. 71p.

The exploration of mineral ilmenite on the coastal sand dunes on the northern coastland of the state of Paraíba removes the Restinga vegetation and subsequently form the waste mining material dunes destituted of vegetal covering. In this case the wind action causes damages by dragging the sand grains.

In a way to provide a seed bank, containing native species, that could foment the early stages of revegetation on the waste dunes, 20 cm of forest topsoil is deposited over some areas of the dunes. There are others areas where pioneering species were planted after localized organic fertilization.

With the aim of studying the potentiality of the organic forest topsoil in providing a viable seed bank and its composition in comparison with the vegetation of the dunes, samples of the topsoil and of the vegetation were collected in 4 different places of the dunes, 3 with different ages of organic topsoil deposit (3, 2 and 1 year) and other without this topsoil deposit, only some native species were planted.

---

Adviser: Douglas Antonio de Carvalho

Lists are presented of the species occurring on the waste dunes and those germinated from the seed bank study. There was an evolution of the vegetation in topsoil deposited areas and these were superior to planted areas in the characteristics dry weight of biomass and number of species.

## 1. INTRODUÇÃO

-A mineração, dentre as atividades de exploração dos recursos naturais, é uma das que causam impactos ambientais de maiores magnitudes, devido às alterações que provoca na superfície terrestre e conseqüentemente no meio biótico das áreas sob sua influência.

O avanço da tecnologia tem criado equipamentos capazes de minerar e portanto conturbar áreas de grande extensão e profundidade, podendo causar ainda maiores impactos nas áreas adjacentes (Griffith 1980).

A mineração não se restringe à área de lavra, incluindo também áreas de beneficiamento do minério, áreas para manejo e deposição dos rejeitos produzidos, vias de acesso e outras instalações necessárias ao funcionamento do complexo minerador, causando impactos ambientais de diferentes espécies.

A atividade mineradora exerce grande importância na economia de um país e em todo o mundo ocorre a procura do desenvolvimento de novas tecnologias de exploração, com o objetivo da conquista ou manutenção das disponibilidades dos insumos minerais que são matérias primas para as indústrias de base, como: a siderurgia, a metalurgia, a petroquímica, a



carboquímica e a indústria de materiais de construção, dentre outras (Limaverde 1979).

A atividade mineradora promove a criação de pólos de desenvolvimento, induz à instalação de indústrias de transformação, promovendo a fixação de mão de obra em regiões distantes dos grandes centros industrializados (Limaverde 1979).

A legislação brasileira tem se tornado exigente quanto à recuperação de áreas degradadas e à minimização dos impactos ambientais causados pela atividade mineradora. A Constituição Brasileira de 1988 trata especificamente da questão ambiental no que se refere à exploração e recuperação de áreas degradadas pela mineração. Em seu capítulo VI, artigo 225, parágrafo segundo, estipula que: "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei".

Em 1989, o Poder Executivo Federal, através do Decreto 97.632, em 10 de abril, regulamentou a Lei 6.938, no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade mineradora. Segundo o referido decreto, os novos empreendimentos no setor mineral deverão apresentar ao órgão ambiental competente o Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, juntamente com o Plano de Recuperação da Área Degradada - PRAD (IBAMA 1990).

A recuperação visa dar à uma área degradada uma forma de utilização de acordo com plano pré-estabelecido, o qual nem sempre envolve processos biológicos. Entretanto quando o plano de recuperação tem por objetivo devolver ou estabelecer um

equilíbrio biológico ao sítio degradado, deve-se preocupar com a formação de um solo com boas características químicas e físicas e a revegetação com espécies nativas da região, dando condições similares às que ocorrem naturalmente num processo de sucessão. Deve-se também favorecer a reintrodução da fauna, através do estabelecimento de uma vegetação em condições de fornecer abrigo e alimentos.

Existem áreas onde a adversidade das condições ambientais é fator determinante das espécies vegetais que, pelas características adaptativas que possuem, são as que colonizam e povoam estes habitats.

Para a elaboração de programas de recuperação em ambientes onde as condições são adversas, como é o caso de dunas litorâneas, torna-se importante o estudo da interação dos fatores ambientais para que se possa compreender como as atividades antrópicas estão atuando sobre o meio. O padrão de distribuição espacial, as estratégias de colonização e as relações com outras populações vegetais são importantes para a compreensão da estrutura populacional de uma espécie (Martins 1987).

A utilização de solo orgânico advindo de área sob vegetação nas proximidades do complexo de mineração, ainda por ser explorada, é uma prática que vem sendo utilizada em recuperação de áreas mineradas em diversas regiões do mundo, com bons resultados (Bradshaw e Chadwick 1980). Este solo orgânico tem a potencialidade de fornecer um banco de sementes, com espécies adaptadas às condições ambientais da região de onde foram retirados, como também microrganismos de solo, o que

diminui as operações necessárias à revegetação e os seus custos.

A determinação da presença e composição do banco de sementes no solo orgânico se faz necessária, antes de sua utilização em um programa de revegetação (van der Valk e Pederson 1989).

A Rutilo e Ilmenita do Brasil (R.I.B.) que realiza mineração de superfície em dunas de areia no litoral do estado da Paraíba, vem desenvolvendo um programa, visando a estabilização e reabilitação ambiental das dunas de material de rejeito.

O presente trabalho teve por objetivo estudar a potencialidade do solo orgânico retirado das dunas originais, sob vegetação de restinga, em fornecer um banco de sementes viável, quando depositado sobre as dunas de rejeito e alguns aspectos da vegetação em formação nestas dunas.

## **2.REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1.A extração de minerais pesados no litoral da Paraíba**

No final da década de 70 foram descobertas no estado da Paraíba, nos municípios de Mataraca e Baía da Traição, reservas de minérios de titânio (Limaverde 1979).

A ilmenita destaca-se como um dos minerais titaníferos mais difundidos na costa brasileira (Suszczyński 1975). Este mineral acha-se sob a forma de grãos negros, misturados com os grãos de quartzo, magnetita, monazita, zircão e rutilo (Abreu 1973).

A ilmenita é matéria prima de destaque na fabricação do pigmento branco de titânio; utilizado na fabricação de papel, industrialização da borracha, entre outros processos (Skinner 1969 e Abreu 1973).

### **2.2.Recuperação de áreas degradadas por mineração**

A atividade da mineração provoca um impacto ambiental de elevada magnitude, devido às modificações físicas e bióticas provocadas.

Tais degradações, muitas vezes não se restringem somente à área de lavra mineral, incluindo também o manejo de substâncias não econômicas que ocorrem junto ao minério, o beneficiamento para concentração do minério, o manejo de subprodutos não econômicos gerados pelo beneficiamento (rejeitos e estéreis) e a infra-estrutura necessária à operação do conjunto (IBAMA 1990).

A intensidade das degradações depende do volume de minério, do tipo de mineração e dos rejeitos produzidos (Barth 1989).

A recuperação de uma área degradada por mineração envolve diversas fases, que se interligam de forma a desenvolverem o resultado final.

Segundo Majer (1989), recuperação é um termo que abrange os processos que visam proporcionar uma nova utilização para a área degradada, fundamentada nos processos de contenção de encostas, estabilização de substratos, e a utilização final prevista nos objetivos. A destinação final dada à área, neste caso, nem sempre envolve processos biológicos, como a revegetação ou reintrodução da fauna. O mesmo autor define reabilitação, como o retorno da área a um estado biológico apropriado, podendo ser desde o uso agrícola produtivo da área ou até a completa regeneração da vegetação.

No Brasil entretanto, o termo mais utilizado é recuperação de áreas degradadas, sendo utilizado no texto do parágrafo segundo do artigo 225 da Constituição do Brasil de 1988.

A recuperação de ecossistemas em áreas degradadas, necessita de processos tecnológicos complicados, que atualmente ainda são muitas vezes inadequados. (Bradshaw 1983, citado por Majer 1989).

-O processo de recuperação se inicia antes da mineração, com a preparação dos estudos básicos, análise de impacto ambiental e elaboração dos planos de recuperação. Os objetivos da recuperação, a curto e a longo prazos, devem ser estabelecidos e estarem de acordo com as restrições do terreno, levando sempre em consideração que a recuperação deve estar plenamente integrada com o processo de mineração. Esta recuperação deve resultar em uma paisagem estável, onde a poluição do ar e da água sejam minimizadas, a terra volte a ser auto suficiente e produtiva, o habitat da fauna restabelecido, e uma paisagem esteticamente agradável seja formada (Barth 1989).

No Brasil existe um grande número de paisagens alteradas pela atividade mineradora, a qual possui extensa tradição em nosso país. Entretanto, para a modificação deste quadro é necessário, além do empenho das companhias mineradoras, uma tecnologia confiável, economicamente viável e pessoal tecnicamente capacitado, especificamente em ciências biológicas. (Griffith 1980).

Barth (1989), em trabalho realizado em diferentes companhias mineradoras no Brasil, observou que existe um desejo predominante de que a recuperação tenha uma resposta visual imediata. Isto tem, frequentemente, forçado à introdução de árvores e gramíneas de crescimento rápido e agressivo,

ignorando-se o efeito, a longo prazo, do uso indiscriminado destas espécies.

Foi destacada ainda por Barth (1989), a necessidade do compromisso empresarial das companhias mineradoras de recuperar as áreas por ela degradadas, a começar pelos dirigentes mais influentes e ser direcionado em escala descendente dentro da organização. O planejamento é considerado essencial em recuperação, pois permite a identificação de situações problemáticas antes de aparecerem. Do mesmo modo a definição dos objetivos é de suma importância, pois, definido o produto final, todo o processo de recuperação pode ser direcionado à sua realização.

Barth (1989), destacou também a importância da pesquisa, tanto de equipes de recuperação, como associados à uma universidade, visando a otimização dos processos utilizados na recuperação, bem como a redução de seus custos e a integralização para obtenção do resultado final.

### 2.3. Estabilização de dunas

O arranjo das massas de areia em regiões de vegetação escassa, está sujeito a influência dos ventos. Se o movimento da areia é lento, a vegetação pode se livrar de ser enterrada. A maior influência dos ventos sobre as formas de vegetação não é a de furacões que arrancam árvores com raízes, mas pela corrente contínua de ar. Estudos de sucessão vegetal têm levado a métodos racionais de estabilização de dunas (Braun Blanquet 1932).

A cada ambiente, em uma população de plantas pode-se identificar várias estruturas que se relacionam como resultado da ação de forças biológicas e físicas em seus membros e, em alguns casos, às que seus antepassados têm sido expostos (Hutchings 1986).

Não existem muitos trabalhos sobre revegetação em áreas onde as condições ambientais são adversas como ocorre na restinga sobre dunas litorâneas.

No Brasil, houve uma experiência em revegetação de dunas litorâneas no estado do Rio Grande do Norte, na cidade de Natal, havendo um levantamento Eco-Zoo-Botânico das dunas costeiras, com a seleção de 25 espécies fixadoras de dunas, sendo ainda relatados, seu comportamento na área experimental e suas possibilidades de uso na revegetação de dunas em situações análogas, realizado por Freire (1983).

Carvalho e Oliveira-Filho (1993), estudaram a recomposição da cobertura vegetal em dunas de rejeito de mineração em Mataraca - PB, em áreas anexas às do presente estudo, relatando a composição florística e a estrutura da comunidade vegetal.

Maun e Krajnyk (1989) estudaram os efeitos da época de plantio e cobertura com matéria orgânica e fertilizantes no estabelecimento de plantas em dunas de areia nos Grandes Lagos (E.U.A). Foram testados vários tipos de substratos e também testou-se a aplicação semanal de irrigação. Constatou-se que no verão e nas condições ambientais das dunas, nenhuma das plantas testadas sobreviveu em nenhum dos tratamentos.



#### 2.4.Utilização do banco de sementes na recuperação de áreas degradadas por mineração

Quando se torna necessário o estabelecimento ou restabelecimento de espécies nativas em um local para controle da erosão, alimentação animal, ou simplesmente por razões estéticas, pode-se lidar com algumas alternativas. Deixar a dispersão natural atuar, semear ou transplantar as espécies requeridas, alterar as condições ambientais para tornar o local mais favorável para o estabelecimento das espécies, ou deixá-lo como é (van der Valk e Pederson 1989).

Algumas vezes devido ao aumento do isolamento dos locais a serem revegetados, em relação às áreas onde as espécies nativas ainda existem, a dispersão natural é, frequentemente, vagarosa e incerta.(Bauer 1973 e Johnson e Bradshaw 1979).

A atuação da dispersão natural pode resultar em uma colonização ao acaso em um sítio, o que pode originar uma vegetação de pouca semelhança com qualquer comunidade de plantas nativas da região (Bauer 1973).

Após a destruição ou distúrbio da vegetação, pelo fogo, sobre-pastejo, seca, encharcamento, etc, o banco de sementes do solo frequentemente desempenha um papel importante na regeneração natural (sucessão secundária) (Grime 1981).

- Pode-se utilizar o banco de sementes para revegetação, se este tiver espécies em número suficiente; evita-se assim problemas associados à coleta, armazenamento e semeadura de sementes ou o transplante de mudas. Sua utilização, entretanto, não elimina as incertezas de germinação e sobrevivência das

plântulas, que estão associadas às condições ambientais e na maioria das vezes tornam-se fatores determinantes do sucesso ou falha do plano de revegetação (van der Valk e Pederson 1989).

O banco de sementes exerce influência na dinâmica populacional de uma espécie. Cada espécie possui seu próprio tipo de banco de sementes, tanto em termos de longevidade das sementes enterradas a diferentes profundidades, como em seus diferentes índices de germinação em diferentes épocas do ano (Grime 1979).

Determinar a presença do banco de sementes e sua composição é um passo inicial antes de se adotar um plano de manejo para revegetação, que necessite de sua influência (van der Valk e Pederson 1989).

Um dos problemas encontrados no estudo do banco de sementes é o volume total de solo a ser explorado e processado. Qualquer que seja o método empregado para o estudo (Malone 1967; Thorsen e Crabtree 1977; Standifer 1980), sempre se dispende considerável tempo e trabalho.

Não há entretanto um método padrão para se desenvolver tais estudos. Barralis, Chadoewf e Gouet (1986) pesquisaram o tamanho ótimo das amostras necessárias para o estudo do banco de sementes, chegando à conclusão de que um grande número de pequenas amostras é melhor que um pequeno número de grandes amostras.

Segundo Majer e Payott (1966), a distribuição das sementes no solo é geralmente heterogênea, tendo maiores concentrações nas proximidades das plantas que lhes deram origem.

Portanto o método a ser adotado irá depender da fisionomia da vegetação e das condições da área a ser estudada.

Um exame da composição do banco de sementes torna possível prever a composição inicial da vegetação após seu estabelecimento. Dados sobre o banco de sementes podem fornecer informações sobre três aspectos da vegetação: sua composição, abundância relativa das espécies recentemente instaladas e o potencial de distribuição de cada espécie (Welling, Pederson e van der Valk 1988).

Entretanto Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982) em trabalho sobre o desenvolvimento de plantas originadas do banco de sementes do solo sob floresta, transportados para a recuperação das áreas mineradas no Tennessee (E.U.A.), concluíram que a composição da comunidade florestal existente, seria um mau indicador da composição do banco de sementes usado na recuperação - a composição deste, era similar à de áreas onde a vegetação se encontrava nos primeiros estágios de sucessão.

A composição do banco de sementes é função da composição das sementes produzidas pela vegetação presente e anterior e a longevidade das sementes de cada espécie, sob as condições locais. No caso da existência do banco de sementes, a vegetação que se instala após um distúrbio local, advinda do banco de sementes, assemelha-se à vegetação pré-existente, sob alguns aspectos. Esta relação entre a composição do banco de sementes e da vegetação, é particularmente importante no manejo de vegetação dominada por espécies anuais (van der Valk e Pederson 1989).

Smith e Kadlek (1985) utilizaram os dados sobre o banco de sementes de cinco tipos de vegetação, em conjunto com as informações sobre as características do ciclo de vida dessa plantas, para predizer a composição da vegetação após o fogo no pântano de Great Salt Lake, Utah (E.U.A.). As predições sobre os tipos específicos de vegetação não foram muito exatas. Entretanto as predições sobre a composição da vegetação foram bem melhores; sete das nove espécies que se encontravam no campo foram previstas de ocorrer pelos dados do banco de sementes.

Potencialmente um dos meios de menor custo para restabelecer uma vegetação nativa em uma área, é o uso do solo transportado de um local próximo e sob vegetação apropriada. Este processo foi usado por trabalhadores interessados na recuperação de áreas degradadas por mineração em vários locais dos Estados Unidos (Bradshaw e Chadwick 1980). Consiste em remover a camada superficial do solo, estocá-la, e recolocá-la no local depois de retirado o minério, ou então transportar o solo removido imediatamente para outro local a ser revegetado.

Beauchamp, Lang e May (1975), no Wyoming (E.U.A.), Tacey e Glossop (1980) no oeste da Austrália e Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982), no Tennessee (E.U.A.), examinaram o banco de sementes em áreas de vegetação nativa para determinar a possibilidade deste empreendimento e todos concluíram que era executável.

Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982), no Tennessee (E.U.A.), concluíram que as espécies encontradas em áreas degradadas por mineração, onde havia sido deposto solo

transportado de floresta, promoveram uma cobertura rápida e completa do solo, um rápido desenvolvimento da biomassa e potencial para o desenvolvimento de uma comunidade dominada por árvores. Em contraste com estudos realizados no oeste dos Estados Unidos por Howard e Samuel (1979), no estudo de Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982) também nos Estados Unidos, a densidade de plantas foi alta o bastante para alcançar os níveis de recuperação desejados, sem a necessidade de sementes suplementares.

A maneira como o solo é transportado e estocado pode, entretanto, contribuir significativamente para o sucesso do projeto de revegetação (Johnson e Bradshaw 1979).

O banco de sementes de solos transportados não formarão vegetação idêntica à vegetação nativa do local de onde foi removido, se algumas espécies nativas não estiverem presentes no banco de sementes, ou se suas sementes perderem a viabilidade rapidamente quando o solo for estocado. Entretanto o banco de sementes de solos transportados pode ser usado para estabelecer rapidamente uma vegetação dominada por espécies nativas que estão adaptadas às condições locais (Tacey e Glossop 1980).

Estudos têm mostrado que a estocagem da camada superficial do solo (horizonte A, ou A e parte ou todo horizonte B) desenvolve condições anaeróbicas, causando perda em matéria orgânica, desequilíbrio das populações microbianas e alterações nas propriedades químicas e físicas do solo; estas condições podem ser deletérias para a sobrevivência dos propágulos das plantas (Hunter e Currie 1965 e Miller e Cameron 1976).

Tacey e Glossop (1980) determinaram que, nas condições de solo da floresta de Jarrah no oeste da Austrália, a maioria das sementes viáveis encontrava-se nos 2cm superficiais do solo.

Sementes enterradas a maiores profundidades no solo tendem a permanecer dormentes por um longo período, e poucas delas obtém sucesso em emergirem e formarem plântulas (Roberts e Feast 1972). Limitações das condições de umidade e temperatura e a exaustão dos nutrientes das sementes, podem contribuir para a diminuição da emergência em maiores profundidades (Heydecker 1969). De maneira geral, quanto menor a semente, menor a profundidade que as plântulas destas sementes podem emergir (Floyd 1976).

Sementes pequenas capazes de penetrar rapidamente no solo, a germinação restrita a uma estreita faixa de temperatura (particularmente em solos alagados), a não germinação em temperaturas baixas ou constantes e, com poucas exceções, a inibição da germinação sob efeito do escuro contínuo, estão de acordo com a teoria da dormência forçada das sementes enterradas e podem explicar como a germinação é iniciada quando um distúrbio expõe as sementes à superfície do solo (Grime 1981).

Para a maioria das espécies, o sucesso na revegetação através do banco de sementes depende da exploração das condições locais sob as quais a vegetação pré-estabelecida tenha sido perturbada, por causas naturais ou pelas condições de manejo (Grubb 1977).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado em área de propriedade da Companhia Rutilo & Ilmenita do Brasil (R.I.B.), área de mineração do Guajú, no município de Mataraca, extremo norte do litoral do estado da Paraíba ( $6^{\circ} 29' S$ ,  $34^{\circ} 56' W$ ). A área de mineração limita-se ao norte com o estado do Rio Grande do Norte pelo rio Guajú (Figura 1).

O litoral que se estende para o sul é composto pelas escarpas baixas da Formação Barreiras, por dunas fixas e pelos recifes de coral. O litoral que se estende para o Rio Grande do Norte é caracterizado por dunas altas e móveis que podem se estender para dentro do continente por vários quilômetros (Mabesoone e Castro 1975).

O clima é tropical chuvoso, com curta estação seca, tipo Am de Köppen, temperatura média anual é de  $25,5^{\circ}C$ , e médias mensais variando de  $23,7^{\circ}C$  em julho a  $26,8^{\circ}C$  em fevereiro. A precipitação média anual é de 1760 mm e concentrados (85,2%) no período de março a setembro, sendo o mês mais seco o de dezembro (média 17 mm) e os mais chuvosos abril (média 304 mm) e julho

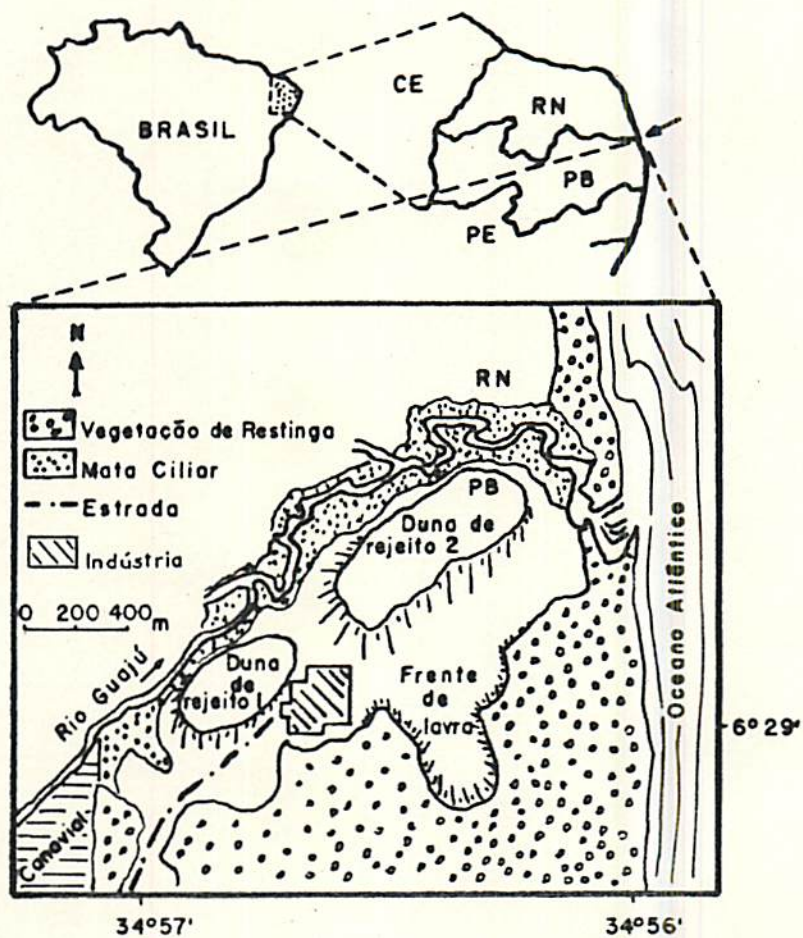


Figura 1: Localização da área de estudos



(média 252 mm) (Dados inéditos da R.I.B. para o período de 1979-1992).

A formação geológica predominante é o Grupo Barreiras, composto principalmente por rochas sedimentares argilo-arenosas (Mabesoone e Castro 1975). Esta formação encontra-se coberta, na maioria dos lugares, por sedimentos arenosos vindos da costa e/ou originários de intemperização e reposição (Beurlen 1967 e Bittencourt 1975).

Na praia, onde ocorre o afloramento da Formação Barreiras, é formada uma escarpa baixa (2 a 4m), sendo quase totalmente coberta pela areia para o interior do continente. Acima da praia estende-se um terraço arenoso estreito, que é sucedido pelas encostas inclinadas de dunas fronteiras ao mar, atingindo até 100m de altitude, mas ficando normalmente entre 50 e 80m. Estas dunas foram formadas com areia transportada da praia pelos ventos aliseos que sopram para o noroeste durante a maior parte do ano. Da crista das dunas para o interior, as encostas são mais suaves e conduzem à paisagem típica dos tabuleiros, planícies arenosas, levemente onduladas (Oliveira-Filho e Carvalho 1993).

A vegetação de restinga, reveste as dunas costeiras e a fisionomia varia profundamente desde o tipo rasteiro praiano até o florestal fechado, à medida em que se sobe a encosta das dunas voltada para o mar. Do lado continental destas dunas, no ecótono savana/restinga, a ação dos ventos é menor, porém a vegetação se encontra perturbada pela ação antrópica devido a proximidade com os canaviais. Convivem ali espécies típicas de restinga e outras do cerrado em uma fisionomia heterogênea, predominando uma

floresta aberta com muitas clareiras e inclusões de savana arborizada, surgidas provavelmente pela contribuição do fogo e do machado. A fisionomia savana arborizada (tabuleiro) na área foi substituída pelos canaviais, restando somente algumas áreas, caracterizadas por árvores e arbustos esparsos ou agrupados em manchas sobre uma cobertura gramínea. Encontra-se ainda na área formações de mangue e várzea, associados ao rio Guajú. Podem ainda ser destacadas as formações pioneiras, que compreendem as áreas invadidas por plantas pioneiras após a remoção da cobertura vegetal (Oliveira-Filho e Carvalho 1993).

### 3.2.0 processo de mineração

A areia das dunas, sob a vegetação da restinga, contém uma fração de grãos de minerais pesados, ilmenita, zirconita e rutilo, que são extraídos pela RIB. O processo de mineração consiste na derrubada da vegetação das dunas e retirada da camada de solo orgânico, para posterior desmonte das dunas e processamento da areia. Devido ao minério estar presente em pequenas concentrações por toda extensão das dunas (aproximadamente 3%), verifica-se o desmonte de toda a duna, fato que causa consideráveis alterações na paisagem.

Após o processo de extração dos minerais pesados, o material restante, chamado de rejeito, é depositado em outros locais na forma de novas dunas, sendo este material composto basicamente de areia quartzosa, estéril.

Sendo desprovidas de cobertura vegetal, as dunas de rejeito sofrem grande ação dos ventos aliseos, que propiciam o

transporte dos grãos. Isto causa sérios prejuízos, pois a areia transportada pode causar assoreamento do Rio Guaju como também amplia a área coberta por estas dunas, além do prejuízo estético causado na paisagem. Torna-se pois, necessária, a revegetação destas dunas.

Na época do presente estudo (julho de 1992) havia duas dunas de rejeito formadas na área (nq1 e nq2), com alguns métodos visando à revegetação destas, como: deposição de bagaço de cana para aumentar o teor de matéria orgânica e aplicação de fertilizantes para melhoria das condições do substrato. Em uma área da duna nq1, diretamente na areia, com adubação na cova, foram plantadas algumas espécies que eram nativas da região e que aparentemente melhor se prestavam à fixação de dunas. Foi utilizada irrigação no período seco. Em outras áreas, na duna nq2, foi depositado solo orgânico, que era raspado das dunas originais (camada de 20 cm), em processo de mineração, após a retirada da vegetação de restinga. Nesta última alternativa preconizou-se a existência de um banco de sementes neste solo orgânico, contendo espécies adaptadas às condições locais e capazes de promover uma cobertura vegetal das áreas onde era depositado.

Cabe salientar que a formação destas dunas de rejeito é um processo dinâmico, isto é, à medida em que se vai obtendo o material de rejeito, este vai sendo depositado nas dunas até se atingir determinada altura (aproximadamente 50 m), quando então inicia-se o processo de recuperação, com o plantio de algumas espécies ou com o depósito do solo orgânico, o qual é

transportado direto das dunas originais ou, quando há necessidade, fica estocado por um curto período nas áreas adjacentes às dunas de rejeito.

### 3.3. Dunas estudadas

Foram estudadas 4 áreas de revegetação nas duas dunas de rejeito, com área de aproximadamente 0,5 ha cada uma. Na duna 2 avaliaram-se três áreas com idades diferentes de início do processo de recuperação (deposição de solo orgânico): a mais antiga com 3 anos, a intermediária com 2 anos e a mais recente com 1 ano. Na duna 1, em sequência a primeira, avaliou-se uma área na qual não houve deposição de solo orgânico, mas sim o plantio de algumas espécies abundantes e consideradas fixadoras de dunas, realizado há 3 anos: Fava de boi (*Canavalia maritima* DC., Fabaceae), Salsa roxa (*Ipomoea pes-caprae* (L.) Sweet, Convolvulaceae), Capim gengibre (*Paspalum maritimum* Trin., Poaceae), Capim de praia (*Sporobolus virginicus* L., Poaceae).

Foram realizadas, em cada área, análises da vegetação epigea e do banco de sementes do solo.

#### 3.3.1. Análise da vegetação epigea

Em cada área foram demarcadas aleatoriamente e com auxílio de um gabarito de madeira, 10 parcelas de 0,5m x 0,5m (0,25 m<sup>2</sup>).

Em cada parcela as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas em maços, por espécie, e etiquetados para posterior secagem. Este material foi trazido para Lavras onde foi

seco em estufa de circulação forçada de ar a  $105^{\circ}\text{C}$  até peso constante.

Montou-se uma exsicata de cada espécie para a sua identificação com o auxílio de taxonomistas do Herbário da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), recorrendo-se quando necessário à especialistas de outras instituições. As exsicatas foram incorporadas ao Herbário ESAL.

Foi determinado o peso de matéria seca por espécie e o número de plantas para cada unidade amostral.

### 3.3.2. Análise do banco de sementes

Em cada área foram tomadas aleatoriamente 10 amostras do solo, sendo feitas análises qualitativas e quantitativas do banco de sementes, com o objetivo de determinar as espécies prontamente germináveis naquele solo e a sua distribuição vertical.

Para tanto foi utilizado um amostrador cilíndrico de 5 cm de diâmetro por 20 cm de altura, segmentado em 5 cilindros menores de 4 cm de altura, o que possibilitou a estratificação do solo em 5 diferentes profundidades, de 0 a 4, 4 a 8, 8 a 12, 12 a 16 e 16 a 20 cm (Figura 2).

No campo, cada amostra foi acondicionada em sacos plásticos e depois trazidas para a ESAL, onde foram colocadas em recipientes de plástico de 6 cm de diâmetro e 4 cm de profundidade e deixadas em sala de crescimento do Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Biologia, sob fotoperíodo de 12 horas, (claro/escuro) e temperatura média mínima de  $24^{\circ}\text{C}$  e média

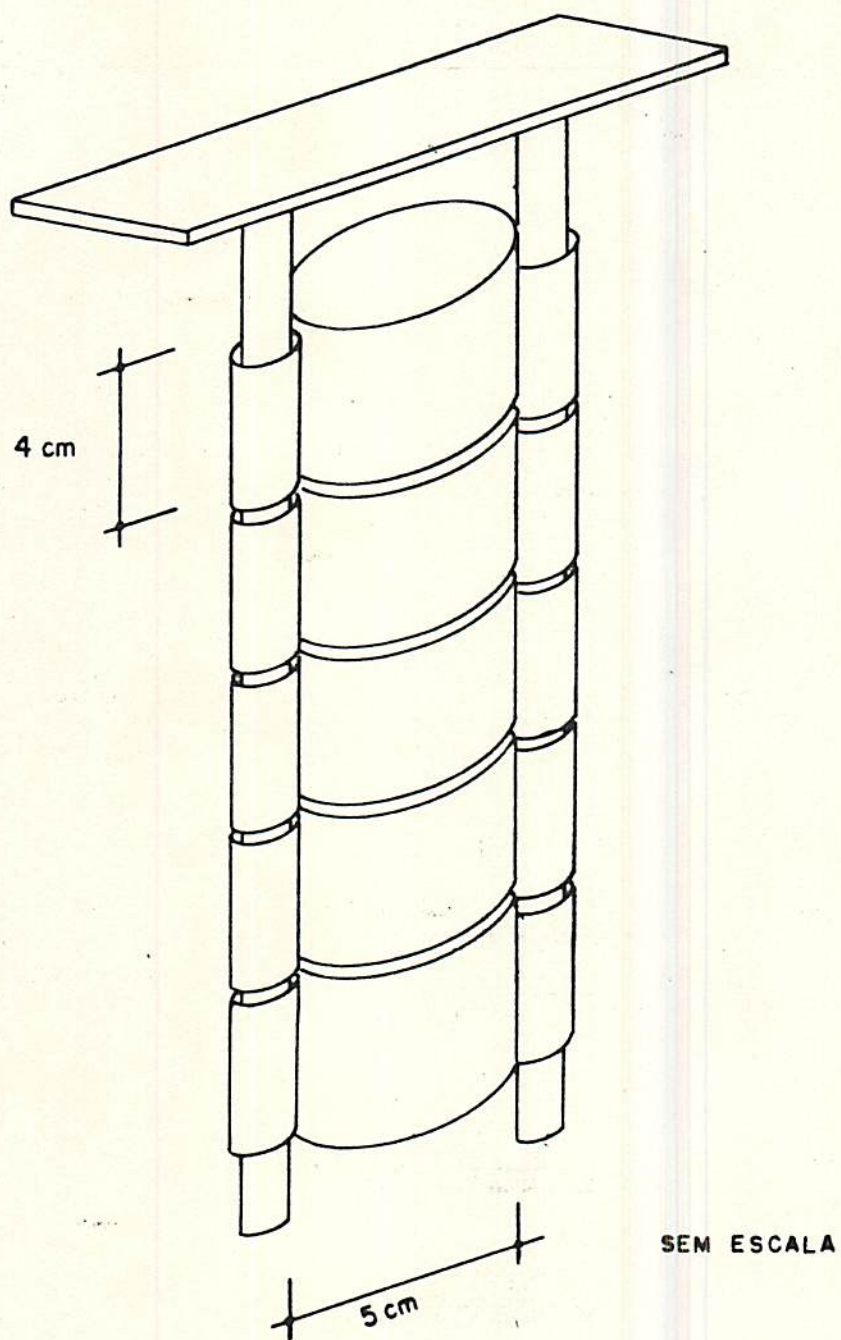


Figura 2: Amostrador de solo utilizado no ensaio com o banco de sementes.

máxima de 29°C, com regas diárias. O solo ficou nestas condições por um período de 6 meses afim de se verificar as espécies prontamente germináveis.

As plantas germinadas após o período de 6 meses foram cortadas rente ao solo, secas até peso constante em estufa de circulação forçada de ar a 105°C e pesadas. A identificação destas plantas também foi realizada com a colaboração de taxonomistas do herbário da ESAL.

Foram determinadas as características peso de matéria seca e número de plantas para cada profundidade amostrada.

#### 3.4. Tratamento estatístico para os ensaios

Para as características avaliadas na vegetação coletada nas dunas de rejeito foi feita análise de variância em delineamento inteiramente casualizado.

Para as características avaliadas no ensaio com o banco de sementes procedeu-se análise de variância em delineamento inteiramente casualizado com fatorial 4 x 5, onde 4 eram as áreas estudadas e 5 as profundidades amostradas.

As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.5. Estimativa da frequência das espécies

Foi calculada a frequência das espécies, segundo Matteucci e Colma (1982), tanto para aquelas coletadas nas dunas de rejeito quanto para as germinadas no ensaio com o banco de sementes, segundo a fórmula:

$$FA = NA_i/N$$

$$FR = FA/FA_t$$

onde: FA = frequência absoluta da espécie i

FR = frequência relativa espécie i

NA<sub>i</sub> = número de parcelas em que a espécie i aparece

N = número total de parcelas na área

FA<sub>t</sub> = somatório das frequências absolutas das espécies que aparecem na área

A frequência absoluta indica o número de vezes que determinada espécie aparece na área e a frequência relativa indica a importância desta determinada espécie em relação às demais espécies ocorrentes na área.



### 3.6. Agrupamento das unidades amostrais

As parcelas da vegetação epigea das dunas de rejeito, foram agrupadas segundo o índice de similaridade de Jaccard (J), modificado por Elleberg (1956) e citado por Mueller-Dombois e Elleberg (1974), de acordo com a seguinte fórmula:

$$J = (Ac / 2) / (Aa + Ab + Ac / 2)$$

Onde: J = índice de similaridade de Jaccard

Ac = somatório dos valores do atributo selecionado, para as espécies comuns à ambas as áreas.

Aa = somatório dos valores do atributo selecionado, para as espécies presentes apenas em uma área.

Ab = somatório dos valores do atributo selecionado, para as espécies presentes somente na outra área

O atributo selecionado para o cálculo do índice de similaridade foi o peso de matéria seca de cada espécie encontrada nas unidades amostrais. Foi utilizado como método de agrupamento a média de grupo.

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1.Vegetação das dunas de rejeito

#### 4.1.1.Área sem deposição de solo orgânico

Na Tabela 1 são apresentadas as espécies, com os respectivos pesos de matéria seca e frequência, da área onde não houve deposição de solo e onde foram plantadas algumas espécies nativas da região [*Paspalum maritimum* (Capim gengibre), *Canavalia maritima* (Fava de boi), *Ipomoea pes-caprae* (Salsa roxa) e *Sporobolus virginicus* (Capim da praia)]. Nesta área observa-se a maior frequência do *Paspalum maritimum*. Esta espécie apresenta características de desenvolvimento por perfilhamento, o que lhe confere maior poder de colonização, inibindo o desenvolvimento das demais espécies.

As espécies *Canavalia maritima* e *Ipomoea pes-caprae* são estoloníferas e apesar de adaptadas às condições das dunas, proporcionaram pouca cobertura do solo, deixando que as outras se desenvolvessem. Tais espécies ocorrem nas dunas originais da restinga praiana (Oliveira-Filho e Carvalho 1993), e onde as condições ambientais (ventos aliseos, rápida drenagem e mobilidade do substrato), são também adversas.

A ausência da espécie *Sporobolus virgunicus* também plantada na área, deve-se, provavelmente, às poucas mudas plantadas, uma vez que também se trata de espécie adaptada às condições das dunas, pois ocorre em outras áreas onde também foi plantada (Oliveira-Filho e Carvalho 1993), mas que não foram alvo do presente estudo.

A ocorrência de espécies que não foram plantadas na área sem deposição de solo orgânico (*Indigofera hirsuta*, *Mitracarpus frigidus*, *Polygala hebeclada* e *Emilia sagittata*), se deve provavelmente à dispersão pelo vento que é forte na região, ou então por outros métodos de disseminação como por animais ou insetos.

#### 4.1.2. Área com deposição de solo orgânico há 1 ano

Na Tabela 2 são apresentadas as espécies, com os respectivos pesos de matéria seca e frequência de ocorrência, da área onde o solo orgânico havia sido depositado há 1 ano, na época da amostragem. O número de espécies é bem superior se comparado com a área onde houve plantio, evidenciando a eficiência do uso do solo orgânico em fornecer um banco de sementes rico em espécies, o que está de acordo com os trabalhos de Beauchamp, Lang e May (1975) no Wyoming, E.U.A., Tacey e Glossop (1980) no oeste da Austrália e Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982) no Tennessee, E.U.A..

Houve também maior incidência de gramíneas. Apesar de *Cenchrus echinatus* ser a espécie mais frequente, *Rhynchelytrum repens* apresentou maior peso de matéria seca.

Tabela 1: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, <sup>area</sup> sem deposição de solo. P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/m<sup>2</sup>); F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Paspalum maritimum</i>	1388,44	100	52,63
2. <i>Indigofera hirsuta</i>	118,20	10	5,26
3. <i>Canavalia maritima</i>	82,92	30	15,39
4. <i>Ipomoea pes-caprae</i>	56,48	20	10,53
5. <i>Mitracarpus frigidus</i>	29,24	10	5,26
6. <i>Polygala hebeclada</i>	8,92	10	5,26
7. <i>Emilia sagittata</i>	8,60	10	5,26

Tabela 2: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, <sup>area com</sup> deposição de solo há 1 ano. P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/m<sup>2</sup>); F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Rhynchelytrum repens</i>	277,04	30	9,38
2. <i>Cenchrus echinatus</i>	177,92	60	18,75
3. <i>Digitaria horizontalis</i>	149,80	20	6,25
4. <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	143,04	20	6,25
5. <i>Digitaria ciliaris</i>	134,16	10	3,13
6. <i>Indigofera hirsuta</i>	45,52	10	3,13
7. <i>Phaseolus uleanus</i>	41,44	20	6,25
8. <i>Cyperus sp</i>	37,92	20	6,25
9. <i>Mitracarpus selloanus</i>	30,60	10	3,13
10. <i>Borreria sp</i>	28,52	10	3,13
11. <i>Solanum paniculatum</i>	26,60	10	3,13
12. <i>Physalis neesiana</i>	24,88	10	3,13
13. <i>Mitracarpus frigidus</i>	24,08	10	3,13
14. <i>Panicum sp</i>	10,96	10	3,13
15. <i>Scoparia dulcis</i>	5,56	10	3,13
16. <i>Solanum paludosum</i>	4,32	10	3,13

Visualmente notou-se na área uma predominância de *Cenchrus equinatus* sobre as demais espécies.

O maior peso de matéria seca de *Rhynchelytrum repens* se deve, possivelmente, ao maior porte desta espécie quando comparada com *Cenchrus echinatus*, que mesmo ocorrendo em menor frequência que a primeira, quando encontrada em uma unidade amostral, possuía maior peso.

Outras espécies aparecem na área com deposição de solo há 1 ano com menor frequência como a *Digitaria horizontalis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Phaseolus uleanus* e *Cyperus ferax*.

#### 4.1.3. Área com deposição de solo orgânico há 2 anos

Na Tabela 3 são apresentadas as espécies, com os respectivos pesos de matéria seca e frequência de ocorrência, encontradas na área com deposição de solo há 2 anos. Nota-se que o número de espécies não variou muito, quando comparada com a área onde a deposição de solo foi feita há 1 ano.

Nesta área, *Rhynchelytrum repens* também supera *Cenchrus echinatus* em peso de matéria seca, porém ambas apresentam a mesma frequência. *Diodia sp* apesar de apresentar uma baixa frequência, mostrou o segundo maior peso de matéria seca, provavelmente devido ao seu maior porte.

*Digitaria horizontalis* aparece com uma frequência de 40% nesta área, sendo aparentemente também uma das primeiras espécies a germinarem nas dunas de rejeito, após a colocação do solo orgânico.

Outras espécies aparecem com menores frequências, como *Digitaria ciliaris*, *Indigofera hirsuta* e *Phaseolus uleanus*.

#### 4.1.4. Área com deposição de solo há 3 anos

Na Tabela 4 são apresentadas as espécies, com os respectivos pesos de matéria seca e frequência de ocorrência, que apareceram na área com deposição de solo há 3 anos. *Paspalum maritimum* apresentou maior peso de matéria seca, porém a espécie de maior frequência foi *Rhynchelytrum repens*.

Não foi constatada a presença de *Cenchrus echinatus*, nesta área.

*Borreria verticillata* aparece com o terceiro maior peso de matéria seca. *Canavalia brasiliensis* ocorre, porém com a terceira maior frequência de ocorrência.

As demais espécies que aparecem nesta área apresentam a mesma frequência.

#### 4.1.5. Análise global do estudo da vegetação epígea

Na Tabela 5 é apresentada a lista de todas as 37 espécies ocorrentes na vegetação epígea das dunas de rejeito, com os respectivos nomes vernaculares.

Pode-se observar que as espécies germinadas nas condições das dunas de rejeito são, em sua maioria do tipo pioneiras de porte herbáceo, adaptadas à colonização, sendo que a família Poaceae (Gramineae) é a que possui o maior número de espécies.

Tabela 3: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área com deposição de solo há 2 anos. P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie ( $\text{g}/\text{m}^2$ ); F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Rhynchelytrum repens</i>	530,16	60	16,67
2. <i>Diodia dasycephala</i>	243,76	20	5,56
3. <i>Pavonia cancellata</i>	205,32	10	2,78
4. <i>Digitaria ciliaris</i>	180,00	20	5,56
5. <i>Digitaria horizontalis</i>	174,24	40	11,11
6. <i>Canavalia maritima</i>	164,36	10	2,78
7. <i>Cenchrus echinatus</i>	135,52	60	16,67
8. <i>Indigofera hirsuta</i>	120,84	20	5,56
9. <i>Mitracarpus selloanus</i>	82,96	20	5,56
10. <i>Phaseolus uleanus</i>	68,68	20	5,56
11. <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	66,72	10	2,78
12. <i>Borreria capitata</i>	64,12	10	2,78
13. <i>Waltheria indica</i>	60,56	10	2,78
14. <i>Merremia aegyptia</i>	47,64	10	2,78
15. <i>Stylosanthes viscosa</i>	36,96	10	2,78
16. <i>Schranckia lepodocarpa</i>	16,44	10	2,78
17. <i>Hyptis sp</i>	2,72	10	2,78



Tabela 4: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, área com deposição de solo há 3 anos. P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie ( $\text{g/m}^2$ ); F.A.= Freqüência Absoluta (%) e F.R.= Freqüência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Paspalum maritimum</i>	638,52	50	16,67
2. <i>Rhynchelytrum repens</i>	588,76	60	20,00
3. <i>Borreria verticillata</i>	507,20	30	10,00
4. <i>Canavalia brasiliensis</i>	472,48	40	13,33
5. <i>Digitaria sp</i>	403,72	10	3,33
6. <i>Cyperus ferax</i>	136,72	10	3,33
7. <i>Brachiaria mutica</i>	133,84	10	3,33
8. <i>Mitracarpus selloanus</i>	64,20	10	3,33
9. <i>Stylosanthes scabra</i>	52,88	10	3,33
10. <i>Cassia rotundifolia</i>	42,92	10	3,33
11. <i>Pavonia cancellata</i>	41,28	10	3,33
12. <i>Cassia patellaria</i>	27,80	10	3,33
13. <i>Borreria tenela</i>	24,64	10	3,33
14. <i>Cynodon dactylon</i>	19,80	10	3,33
15. <i>Passiflora feetida</i>	15,19	10	3,33
16. <i>Digitaria ciliaris</i>	12,00	10	3,33
17. <i>Setaria vulpiseta</i>	10,20	10	3,33

Tabela 5: Espécies ocorrentes nas dunas de rejeito, com os respectivos nomes vernaculares - R.I.B. - Mataraca/PB.

Espécies	Nome vernacular
-ASTERACEAE (Compositae): <i>Emilia sagittata</i> (Vahl.) DC.	pincel
-CAESALPINIACEAE: <i>Cassia patellaria</i> D.C. <i>Cassia rotundifolia</i> Pers.	----- erva coração
-CONVOLVULACEAE: <i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Sweet	jitirana de pelo salsa roxa
-CYPERACEAE: <i>Cyperus ferax</i> L. C. Rich.	junquinho
-FABACEAE: <i>Canavalia brasiliensis</i> Mart. et Benth. <i>Canavalia maritima</i> D.C. <i>Indigofera hirsuta</i> L. <i>Phaseolus uleanus</i> Hans. <i>Stylosanthes scabra</i> Sw. Prodr. <i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	----- fava de boi anileira ----- ----- meladinho
-LAMIACEAE (Labiatae): <i>Hyptis sp</i> Jacq. Coll.	-----
-MALVACEAE: <i>Pavonia cancellata</i> Cav. <i>Sida paniculata</i> L.	----- guaxuma
-MIMOSACEAE: <i>Schranckia lepodocarpa</i> DC.	malícia
-PASSIFLORACEAE: <i>Passiflora feetida</i> L.	-----
-POACEAE (Gramineae): <i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf. <i>Cenchrus echinatus</i> Schrader <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv. <i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel. <i>Digitaria horizontalis</i> Willd. <i>Paspalum maritimum</i> Trin. <i>Panicum sp</i> (L.) <i>Rhynchelytrum repens</i> (Will.) Hud. <i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	brachiaria capim carrapicho grama de burro capim mão de sapo capim colchão capim da roça capim genibre ----- capim favorito capim rabo de raposa

Tabela 5 - continuação...

---

-POLYGALACEAE:	
<i>Polygala hebeclada</i> DC.	roxinha
-RUBIACEAE:	
<i>Borreria capitata</i> (Ruiz et Pav.) D.C.	vassourinha de botão
<i>Borreria verticillata</i> (L.)G.F.W. Meyer	vassourinha de botão
<i>Diodia sp</i> (Gronov.) L.	----
<i>Mitracarpus frigidus</i> Zucc. Schult	----
<i>Mitracarpus selloanus</i> Chant Schelecht	----
-SCROPHULARIACEAE:	
<i>Scoparia dulcis</i> L.	----
-SOLANACEAE:	
<i>Physalis neesiana</i> Sendtn. Mart.	canapu
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	jurubeba
<i>Solanum paniculatum</i> L.	jurubeba branca
-STERCULIACEAE:	
<i>Waltheria indica</i> L.	malva veludo

---

A alta competitividade das gramíneas anuais é expressa pelo crescimento rápido por perfilhamento, especialmente pelas espécies dominantes, provocando uma rápida cobertura do solo e dificultando a invasão de outras plantas. Isto comprova a habilidade das gramíneas anuais em invadir e dominar diferentes comunidades de plantas, sob alterações das condições ambientais (Evans e Young 1972).

*Cenchrus echinatus* aparece como sendo a espécie de maior frequência na área com deposição de solo há 1 ano, é encontrado na área com 2 anos de deposição de solo igualando-se ao *Rhynchelytrum repens* com as maiores frequências, entretanto *Cenchrus echinatus* não aparece na área com deposição de solo há 3 anos. Isto indica que esta é uma das primeiras espécies a germinar e dominar a área logo após a deposição do solo orgânico, sendo, após algum tempo, sucedido por outras espécies.

Outra Poaceae, *Digitaria horizontalis* parece ser também uma das primeiras espécies a germinar quando o solo orgânico é depositado nas dunas de rejeito, sendo, após algum tempo, sucedida por outras espécies. Pois ela aparece com a terceira maior frequência na área com 1 ano de deposição de solo, com a quinta maior frequência na área com 2 anos de deposição de solo, porém não aparece na área com deposição de solo mais antiga.

*Paspalum maritimum* parece ser uma espécie bem adaptada às condições das dunas de rejeito, pois obteve maior frequência na área onde foi plantada, além de apresentar a segunda maior frequência na área com deposição de solo mais antiga.

As espécies *Cenchrus echinatus*, *Paspalum maritimum* e *Digitaria horizontalis*, parecem compor o primeiro estágio

sucessional, ou seja a colonização da área, sendo posteriormente sucedidas por outras espécies, que possivelmente são mais adaptadas para germinarem e se estabelecerem nas novas condições do ambiente, com o solo parcialmente coberto. *Rhynchelytrum repens* apesar de ser uma espécie adaptada à colonização de terrenos, aumenta sua frequência após o segundo ano da deposição de solo orgânico. Isto pode ter ocorrido porque, possivelmente as sementes desta espécie estão em baixa frequência no solo orgânico advindo da mata de restinga e, sendo a dispersão de suas sementes feitas pelo vento, estas alcançam as dunas de rejeito advindas de locais próximos, como os canaviais, porém levando um maior tempo para colonização que outras espécies mais abundantes no solo orgânico da restinga.

Carvalho e Oliveira-Filho (1993) que estudaram a composição florística e a estrutura da comunidade vegetal e áreas anexas às do presente estudo, também encontraram um maior número de famílias e espécies para a área com deposição de solo orgânico, quando comparada com a área onde não houve deposição deste tipo de solo, somente o plantio das mesmas espécies citadas no presente trabalho. Estes autores também identificaram *Paspalum maritimum* como a espécie mais frequente na área de plantio, porém na área com deposição de solo orgânico, as espécies encontradas com maiores frequências não foram as mesmas encontradas pelo presente trabalho, isto talvez tenha ocorrido pela heterogeneidade das formações vegetais que ocorrem nas áreas com deposição de solo orgânico oriundo de diversos locais das dunas de rejeito, ou seja, em uma área ocorria o predomínio de uma

espécie, a qual já não ocorria em outra área, onde o predomínio era de outra espécie, conforme relato de Carvalho e Oliveira-Filho 1993.

#### 4.2. Vegetação do banco de sementes.

##### 4.2.1. Área sem deposição de solo orgânico.

Na Tabela 6 são apresentadas as espécies que, nas condições da sala de crescimento, germinaram do banco de sementes da área onde não foi depositado solo orgânico. Observa-se que somente *Emilia sagitatta* e *Paspalum maritimum*, que germinaram do solo amostrado, estavam presentes também na vegetação epigea da mesma área nas dunas de rejeito (Tabela 1). *Cenchrus echinatus* foi a espécie de maior peso de matéria seca e *Spermacoceodes sp* foi a espécie de maior frequência.

*Paspalum maritimum* que foi plantada nesta área ocorre com boa frequência na vegetação epigea, portanto, conforme discutido anteriormente, esta espécie pela sua capacidade de colonização, parece ter inibido o desenvolvimento de outras espécies, de forma que nesta área, além de não ter havido deposição de solo orgânico, seu banco de sementes ficou ainda mais pobre pelo menor número de espécies na vegetação epigea.

Percebe-se também, nesta área, um baixo peso de matéria seca e uma baixa frequência de ocorrência para as espécies de um modo geral.

#### 4.2.2. Área com deposição de solo orgânico há 1 ano.

Na Tabela 7 são apresentadas as espécies que, nas condições da sala de crescimento, germinaram do banco de sementes do solo coletado na área com deposição do solo orgânico há 1 ano.

A espécie que obteve maior peso de matéria seca e a maior frequência foi a *Digitaria ciliaris*. *Setaria geniculata* e *Cyperus sp* ocorreram também com boa frequência nesta área. *Cenchrus echinatus* ocorre também nesta área, embora com baixa frequência.

Observa-se que somente *Digitaria ciliaris* e *Cenchrus echinatus* estavam presentes na vegetação epigea da respectiva área estudada na duna de rejeito (Tabela 2). Estas espécies possivelmente possuem habilidade para germinar em solos descobertos pois, aparentemente, são as primeiras a germinar, pois são frequentes nas áreas com deposição de solo orgânico mais recentes, porém não aparecem na área com deposição de solo mais antiga.

#### 4.2.3. Área com deposição de solo orgânico há 2 anos.

Na Tabela 8 são apresentadas as espécies que, nas condições da sala de crescimento, germinaram do banco de sementes do solo da área com deposição de solo orgânico há 2 anos. Observa-se que as gramíneas *Setaria geniculata*, *Cenchrus echinatus* e *Digitaria ciliaris*, foram as espécies que obtiveram os maiores peso de matéria seca e frequência de ocorrência. As espécies *Cyperus sp.* e *Mollugo verticillata*, ocorreram também nesta área, embora com menor frequência.

Nesta área, também apenas as espécies *Digitaria ciliaris* e *Cenchrus echinatus* estavam presentes na vegetação epigea da área com deposição de solo orgânico há 2 anos (Tabela 3). Isto confirma que estas espécies possuem habilidade para germinar nas condições da sala de crescimento e em solo desnudo.

#### 4.2.4. Área com deposição de solo orgânico há 3 anos.

Na Tabela 9 são apresentadas as espécies, que nas condições da sala de crescimento, germinaram do banco de sementes do solo da área com deposição de solo orgânico há 3 anos. Verifica-se que as gramíneas *Setaria geniculata* e *Cenchrus echinatus* mais uma vez alcançaram os maiores pesos de matéria seca e frequências, mostrando que são espécies abundantes no banco de sementes das áreas onde foi deposto o solo orgânico.

*Cyperus sp.* obteve, nesta área, frequência igual ao do *Cenchrus echinatus*, sendo que a *Digitaria ciliaris* aparece com pouca frequência nesta área.

*Digitaria ciliaris* continua ocorrendo na vegetação do ensaio com o banco de sementes e na vegetação epigea das dunas de rejeito da respectiva área (Tabela 4). *Cenchrus echinatus*, entretanto, ocorre no ensaio com o banco de sementes e não ocorre na vegetação das dunas de rejeito, o que confirma a discussão anterior sobre esta espécie, que parece ser sensível à competição. Já a espécie *Digitaria ciliaris* parece ser mais tolerante à competição com outras espécies, pois continua ocorrendo também na vegetação epigea das dunas de rejeito.



Tabela 6: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL-Lavras/MG.), área sem deposição de solo orgânico.

P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/0,25m<sup>2</sup>);  
F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Cenchrus echinatus</i>	0,29	2	16,67
2. <i>Emilia sagitatta</i>	0,27	2	16,67
3. <i>Spermacoceodes sp</i>	0,09	4	33,33
4. <i>Paspalum maritimum</i>	0,08	2	16,67
5. <i>Polygala hebeclada</i>	0,01	2	16,67

Tabela 7: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL-Lavras/MG.), área com deposição de solo há 1 ano.

P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/0,25M<sup>2</sup>);  
F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Digitaria ciliaris</i>	2,48	40	55,56
2. <i>Setaria geniculata</i>	0,69	10	13,89
3. <i>Cyperus sp</i>	0,62	10	13,89
4. <i>Cenchrus echinatus</i>	0,16	2	2,78
5. <i>Paspalum maritimum</i>	0,11	2	2,78
6. <i>Mollugo verticillata</i>	0,08	4	5,56
7. <i>Cenchrus sp</i>	0,04	2	2,78
8. <i>Spermacoceodes sp</i>	0,01	2	2,78

Tabela 8: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL- Lavras/MG.), área com deposição de solo há 2 anos.  
 P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/0,25m<sup>2</sup>);  
 F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Setaria geniculata</i>	2,51	34	43,59
2. <i>Cenchrus echinatus</i>	0,99	12	15,38
3. <i>Digitaria ciliaris</i>	0,87	18	23,08
4. <i>Cyperus sp</i>	0,44	4	5,13
5. <i>Mollugo verticillata</i>	0,10	8	10,26

Tabela 9: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL- Lavras/MG.), área com deposição de solo há 3 anos.  
 P.M.S.= Peso de Matéria Seca total de cada espécie (g/0,25m<sup>2</sup>);  
 F.A.= Frequência Absoluta (%) e F.R.= Frequência Relativa (%).

Espécies	P.M.S.	F.A.	F.R.
1. <i>Setaria geniculata</i>	4,16	26	32,50
2. <i>Cenchrus echinatus</i>	1,47	14	17,50
3. <i>Cyperus sp</i>	1,27	14	17,50
4. <i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	6	7,50
5. <i>Merremia aegyptia</i>	0,27	2	2,50
6. <i>Hyptis sp</i>	0,24	2	2,50
7. <i>Spermacoceodes sp</i>	0,18	12	15,00

#### 4.2.5. Análise global do ensaio com o banco de sementes

Na Tabela 10 são listadas todas as espécies, com os respectivos nomes vernaculares, que germinaram em sala de crescimento, do solo coletado nas mesmas áreas onde se estudou a vegetação epígea nas dunas de rejeito. As espécies germinadas neste ensaio não são, geralmente, as mesmas encontradas na amostragem da vegetação epígea (Tabela 5). Isto se deve, possivelmente, às condições da sala de crescimento em que as amostras de solo permaneceram por um período de seis meses, a fim de se verificar as espécies germináveis. Apesar da temperatura e do fotoperíodo controlados, tais condições dificilmente se igualam às condições ambientais naturais das dunas de rejeito.

Em se tratando de espécies pioneiras, as sementes possuem uma dormência, que somente é quebrada com um estímulo particular, diferente para cada espécie (Grime 1981) e que, possivelmente não foi alcançado.

Nota-se que as espécies que ocorrem com maiores frequências nas áreas onde houve deposição de solo orgânico são as mesmas, variando apenas a ordem entre elas, dependendo da área em questão.

Fato semelhante foi verificado na vegetação epígea das dunas de rejeito, onde nas áreas com deposição de solo orgânico, houve pouca variação nas espécies encontradas nas diferentes idades estudadas. Isto mostra que, apesar da diferença de idade entre cada área, a composição do banco de sementes pouco varia.

O número de espécies nas áreas com deposição de solo foi pouco maior em comparação com o da área onde não houve

Tabela 10: Espécies do banco de sementes do solo das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL-Lavras/MG.), com os respectivos nomes vernaculares.

Espécies	Nome vernacular
-ASTERACEAE (Compositae): <i>Emilia sagittata</i> (Vahl.) DC.	pincel
-CONVOLVULACEAE: <i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban	jitirana de pelo
-CYPERACEAE: <i>Cyperus</i> sp L. Syst.	----
-LAMIACEAE (Labiatae): <i>Hyptis</i> sp Jacq. Coll.	----
-MOLLUGINACEAE: <i>Mollugo verticillata</i> L.	molugo
-POACEAE (Gramineae): <i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel. <i>Cenchrus echinatus</i> Schrader <i>Cenchrus</i> sp. L. <i>Paspalum maritimum</i> Trin. <i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.	capim colcão capim carrapicho ---- capim gengibre capim rabo de raposa
-POLYGALACEAE: <i>Polygala hebeclada</i> DC.	roxinha
-RUBIACEAE: <i>Spermacoceodes</i> sp	----

deposição de solo. Entretanto o peso de matéria seca e frequência das espécies aumentaram consideravelmente, caracterizando um banco de sementes mais rico.

*Cenchrus echinatus* parece ter encontrado boas condições de germinação na sala de crescimento, pois aparece no banco de sementes de todas as áreas estudadas. Isto confirma o que foi discutido anteriormente sobre esta espécie, como sendo uma espécie capaz de germinar nas condições de solo descoberto.

Algumas espécies parecem não ter encontrado condições de germinação na sala de crescimento pois possuem uma boa frequência na vegetação epígea das dunas de rejeito, como é o caso de *Rhynchelytrum repens*, principalmente nas áreas com deposição de solo orgânico há 2 e 3 anos, mas não aparece na vegetação germinada do banco de sementes.

Com a deposição de solo orgânico sobre as dunas de rejeito acontece uma colonização que se assemelha à natural, ou seja, o banco de sementes daquele solo fornece sementes de espécies da restinga, de onde foi retirado. É provável que este banco de sementes também possua espécies pioneiras de maior porte (arbustivas e arbóreas), que darão sequência à sucessão nesta comunidade vegetal. Isto, entretanto dependerá das condições ambientais que, sendo adversas no local, torna a interferência do homem necessária, no sentido de melhorá-las; principalmente quando o tempo se torna um fator importante, como no caso de recuperação de dunas litorâneas que estão sujeitas à ação dos ventos, podendo causar danos maiores.

#### 4.3. Peso de matéria seca e número de plantas para a vegetação epigea das dunas de rejeito

##### 4.3.1. Peso de matéria seca

Verifica-se, na Figura 3, que a área de deposição de solo há 3 anos se destacou na produção de matéria seca, sobre as demais áreas.

A área com deposição de solo há 1 ano apresentou peso semelhante ao da área onde houve o plantio, mesmo sendo esta última dois anos mais velha. Isto evidencia a superioridade em termos de produção de massa vegetativa na regeneração pelo banco de sementes do solo orgânico sobre a área onde somente foi feito o plantio.

Estes resultados estão de acordo com o trabalho desenvolvido por Farmer Jr., Cunningham e Barnhill (1982) que, utilizando a deposição de solo orgânico como fornecedor do banco de sementes em área degradada por mineração nos Montes Appalachian, Estados Unidos, conseguiram maior produção de biomassa que a semeadura de gramíneas e leguminosas.

Brown e Odum (1985) em estudos sobre a utilização do banco de sementes na revegetação de áreas de mineração de fosfato na Flórida, E.U.A., conseguiram também maior produção de biomassa de plantas herbáceas do que o controle sem deposição de solo.

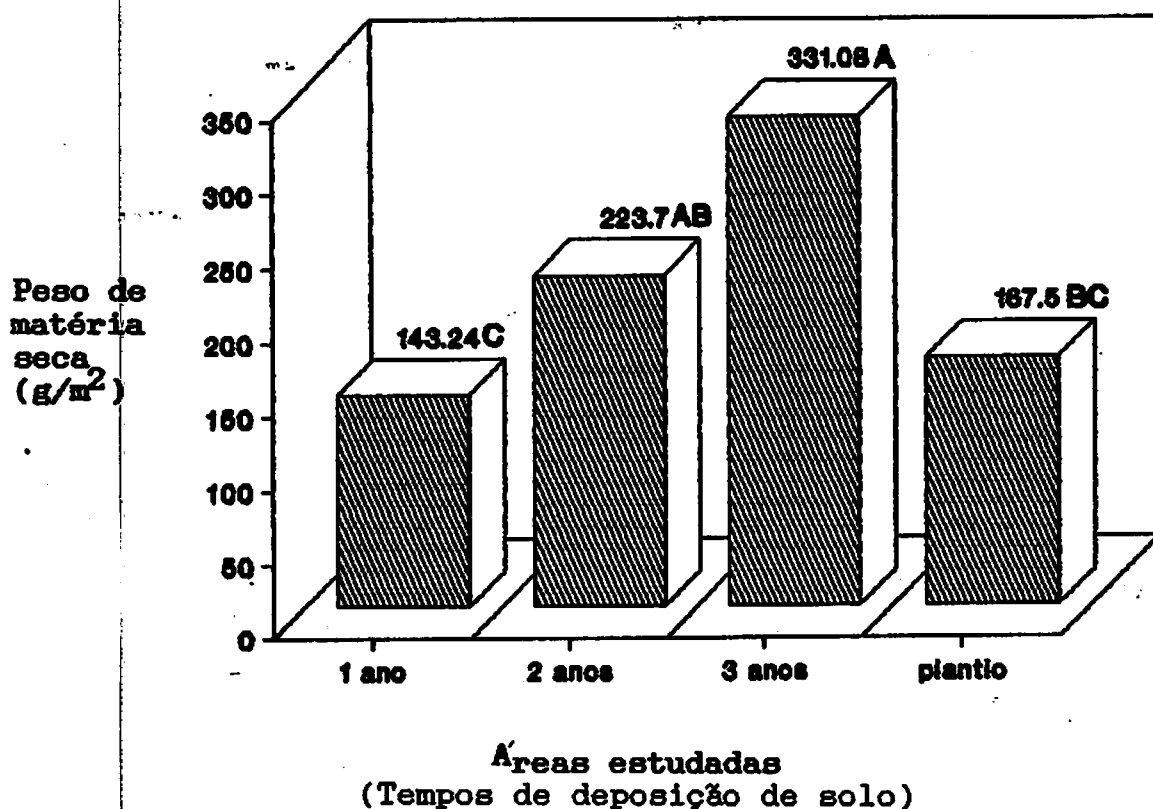


Figura 3: Peso de matéria seca, da vegetação das dunas de rejeito, R.I.B. - Mataraca/PB, em áreas com diferentes idades de deposição de solo orgânico e área com plantio, sem deposição de solo orgânico.

As médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

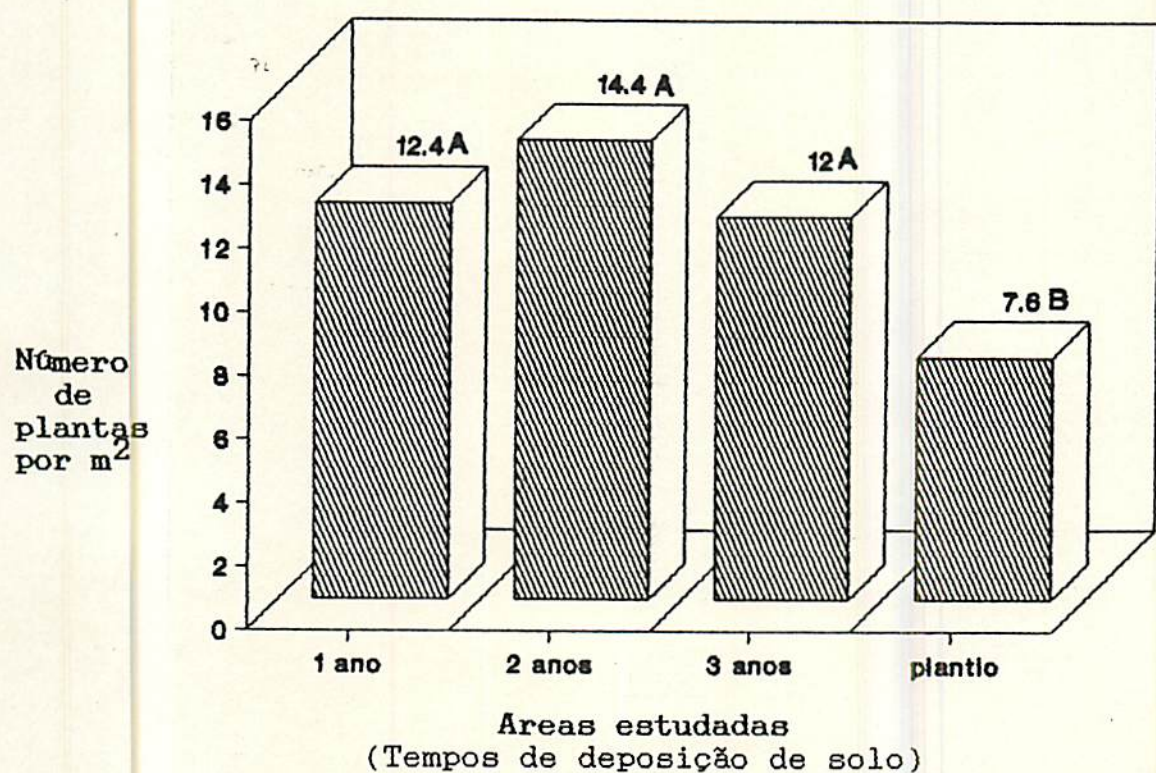


Figura 4: Número de plantas, da vegetação epígea das dunas de rejeito, R.I.B. - Mataraca/PB, em áreas com diferentes idades de deposição de solo orgânico e área com plantio, sem deposição de solo orgânico.

As médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



#### 4.3.2. Número de plantas por m<sup>2</sup>

Observa-se, na Figura 4, que o número de plantas foi maior nas áreas com deposição de solo orgânico, quando comparadas com a área de plantio, sem deposição deste tipo de solo, embora não tenha havido grandes diferenças entre as idades de deposição de solo orgânico. Porém houve uma tendência para um maior número de plantas para a área com deposição de solo há 2 anos, seguida pela de 1 e 3 anos. Isto pode ser explicado, levando-se em conta que o tamanho da parcela é invariável e que, na área mais antiga de deposição de solo (3 anos), as plantas são mais desenvolvidas, pelo próprio tempo de deposição de solo orgânico ser maior; ocorre assim um menor número de plantas dentro de uma mesma área. Na área com deposição de solo mais recente (1 ano) ocorreu porém um menor número de plantas, pelo menor tempo que o solo orgânico havia sido depositado, não decorrendo tempo suficiente para um aumento considerável no número de plantas. Portanto aos 2 anos de deposição de solo foi que ocorreu o maior número de plantas por área.

#### 4.4. Peso de matéria seca e número de plantas da vegetação germinada do banco de sementes, na sala de crescimento.

##### 4.4.1. Peso de matéria seca

Verifica-se na Figura 5, que dentro das diferentes profundidades de solo amostradas, somente houve variação significativa entre as áreas até 12 cm de profundidade.

Percebe-se que a área com deposição de solo há 3 anos tem a tendência de superioridade sobre as demais, em todos os extratos estudados, acima dos 12cm de profundidade. A área com deposição de solo há 2 anos, somente se destacou sobre a mais recente e a área sem deposição, na camada mais superficial do solo.

Na área onde somente foi realizado o plantio, que tem a mesma idade que a de deposição de solo mais antiga (3 anos), a produção de matéria seca é bastante inferior. Isto confirma novamente a importância da deposição de solo orgânico na revegetação das dunas de rejeito.

Nota-se que, nos extratos mais profundos, o de 12 a 16 cm e o de 16 a 20 cm, não há diferença entre os tempos de deposição de solo, possivelmente devido ao baixo número de sementes.

Observa-se uma tendência de maior produção de matéria seca nas áreas estudadas, para os extratos mais superficiais, principalmente para a área de deposição solo mais antiga, possivelmente devido a um maior número de sementes naqueles extratos, pela própria produção de sementes das plantas germinadas nesta área.

O banco de sementes do solo orgânico que é trazido da restinga é homogeneizado quando depositado sobre as dunas de rejeito. Após a colonização e produção de sementes das espécies germinadas deste solo, ocorre um enriquecimento deste banco de sementes.

A área com deposição de solo há 1 ano não apresentou esta mesma tendência, não variando muito à medida em que se

aprofunda no solo. Este resultado pode ter ocorrido pelo pouco tempo da colocação de solo orgânico, não dando tempo suficiente para a produção de sementes das plantas germinadas na própria área.

A área sem deposição de solo obteve uma baixa produção de matéria seca em todas as profundidades estudadas, isto evidencia um banco de sementes mais pobre.

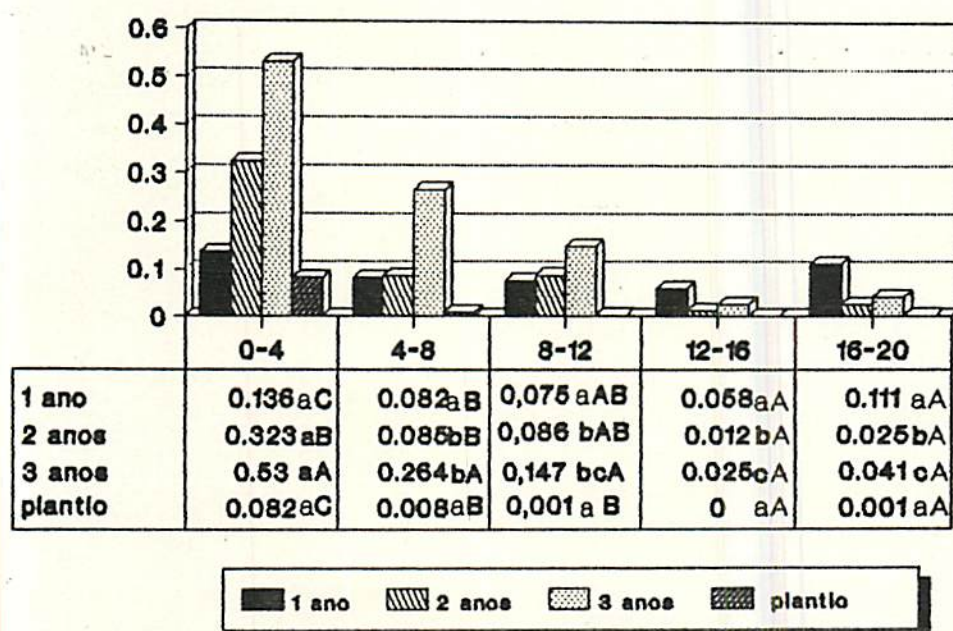
#### 4.4.2. Número de plantas

Observando a Figura 6, nota-se a semelhança dos resultados com a característica matéria seca, sendo que também só houve maiores diferenças entre as áreas até os 12cm de profundidade. Havendo uma tendência de superioridade em número de plantas nas áreas estudadas, para os extratos mais superficiais, destacando-se nesta característica, a área com deposição de solo há 3 anos.

Aparentemente o baixo número de sementes nas maiores profundidades do solo dificultou a comparação entre as diferentes áreas estudadas. Sementes enterradas em maiores profundidades no solo, tendem a permanecer dormentes por longo período de tempo, entretanto somente poucas sementes tem sucesso na germinação e na formação de novas plantas (Roberts e Feast 1972).

A área de plantio não mostrou diferenças nas profundidades estudadas, apresentando um baixo número de plantas em todas elas, evidenciando um banco de sementes mais pobre.

Peso de  
matéria  
seca  
(g/100cc  
de solo)



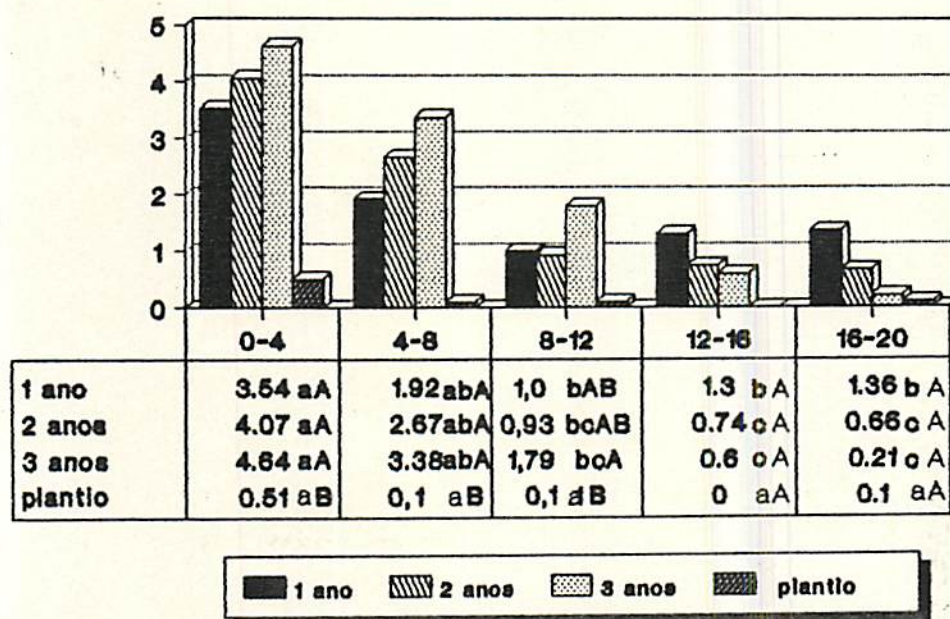
**Areas estudadas**  
(Tempos de deposição de solo e profundidades)

Figura 5: Peso de matéria seca das plantas do banco de sementes das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL - Lavras MG.)

As médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As letras maiúsculas devem ser comparadas entre as áreas estudadas (na vertical) e as letras minúsculas devem ser comparadas entre as diferentes profundidades (na horizontal).

Número  
de  
plantas  
por 100cc  
de solo



Áreas estudadas  
(Tempos de deposição de solo e profundidades)

Figura 6: Número de plantas do banco de sementes das dunas de rejeito (R.I.B.-Mataraca/PB.), germinadas em sala de crescimento (ESAL - Lavras MG.).

As médias seguidas pela mesma letra não se diferenciam, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As letras maiúsculas devem ser comparadas entre as áreas estudadas (na vertical) e as letras minúsculas devem ser comparadas entre as diferentes profundidades (na horizontal).

Para a área com deposição de solo há 1 ano houve diferença entre as profundidades, ocorrendo maior número de plantas nas camadas mais superficiais. Isto acontecendo devido, possivelmente à produção de sementes das plantas germinadas na própria área, que ficam depositadas nas camadas superficiais do solo.

Nota-se ainda que na área com idade de deposição de solo há 2 anos, houve superioridade no número de plantas para o extrato mais superficial, havendo uma diminuição do número de plantas à medida em que a profundidade aumentou.

Na área com deposição de solo mais antiga, houve também maior número de plantas no extrato mais superficial. Nota-se também a diminuição do número de plantas com o aumento da profundidade. Isto ocorre devido a produção de sementes das plantas germinadas nesta área da duna de rejeito, que possivelmente também contribuiu com a superioridade da área de deposição de solo mais antiga, pois esta teve mais tempo para produção destas sementes.

#### 4.5. Agrupamento das unidades amostrais da vegetação epigea das dunas de rejeito, levando-se em consideração a produção de matéria seca das espécies.

Analisando o dendrograma de agrupamento das unidades amostrais de vegetação das dunas de rejeito (figura 7), observa-se os que, somente as unidades amostrais da área sem deposição de solo formam um grupo com maiores índices de similaridade, isto, possivelmente, devido ao plantio nesta área, de um número

restrito de espécies, havendo uma maior frequência de *Paspalum maritimum*, que parece ter inibido o desenvolvimento das demais espécies, conferindo assim uma maior homogeneidade entre as unidades amostrais.

Nas demais áreas onde houve a deposição de solo orgânico, não ocorreu distinção marcante entre elas, podendo portanto a vegetação ser considerada similar nestas áreas. Possivelmente a diferença de idade de deposição de solo, não foi suficiente para uma marcante alteração das espécies nestas áreas, favorecendo apenas um maior desenvolvimento de algumas espécies nas áreas mais antigas.

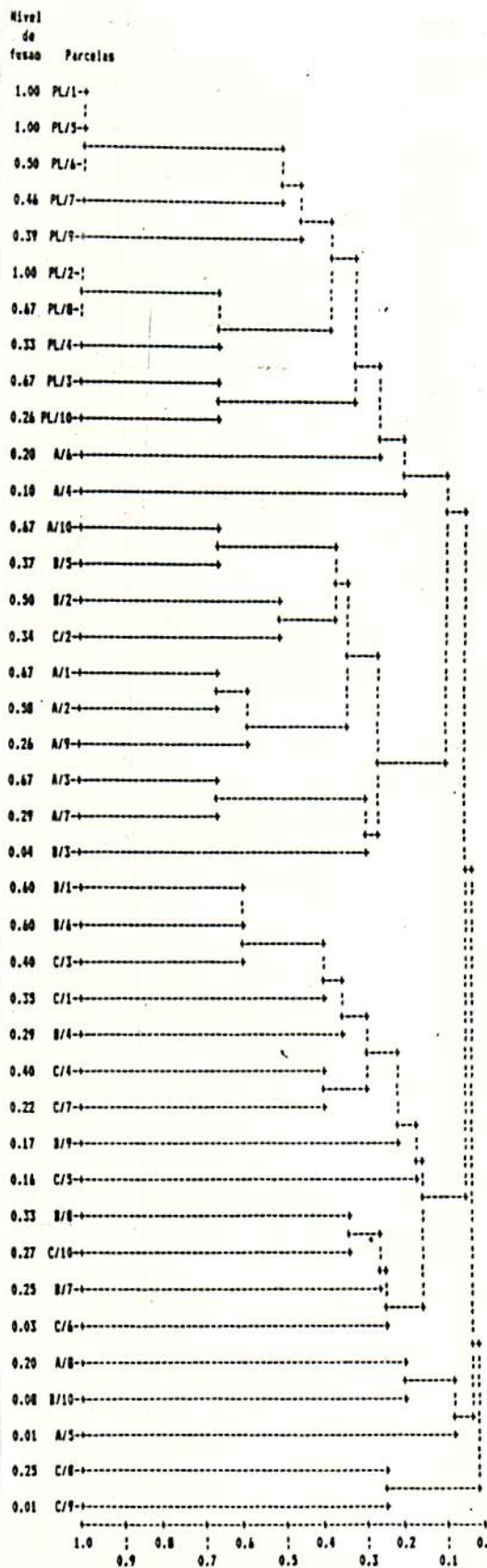


Figura 7: Dendrograma de agrupamento das unidades amostrais, segundo o índice de similaridade de Jaccard, da vegetação epigea das dunas de rejeito (R.I.B.- Mataraca-PB.)



---

Legenda da figura 7:

---

Onde:

PL= Área de plantio

A= Área com deposição de solo orgânico há 3 anos

B= Área com deposição de solo orgânico há 2 anos

C= Área com deposição de solo orgânico há 1 ano

Os números após as barras são as identificações das unidades amostrais.

Ex: PL/2 significa área de plantio unidade amostral nº 2.

A/5 significa área com deposição de solo orgânico há 3 anos, unidade amostral nº 5.

B/3 significa área com deposição de solo orgânico há 2 anos, unidade amostral nº 3.

C/9 significa área com deposição de solo orgânico há 1 ano, unidade amostral nº 9.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos do presente trabalho possibilitaram tirar as seguintes conclusões:

1 - A deposição de solo orgânico, sobre as dunas de rejeito, foi efetiva em fornecer um banco de sementes, sendo as plantas germinadas deste banco de sementes, em sua maioria, de plantas pioneiras herbáceas.

2 - Nas áreas estudadas houve alteração das espécies dominantes conforme aumento das idades de deposição de solo, embora o período de 3 anos tenha sido curto para uma definição com relação à capacidade do banco de sementes no suprimento de espécies de porte arbóreo para dar continuidade ao processo de sucessão.

3 - A fisionomia da vegetação não varia muito nas áreas estudadas, exceto na área onde houve somente plantio, na qual se observa um menor número de espécies e a maior frequência de *Paspalum maritimum*.

4 - As áreas com deposição de solo orgânico, e o conseqüente fornecimento do banco de sementes, foram superiores, nas características avaliadas (Peso de matéria seca e número de

plantas), em relação à área onde somente houve o plantio de espécies nativas da região (sem a deposição de solo orgânico).

5 - Houve uma evolução para as características avaliadas, peso de matéria seca e número de plantas, conforme o aumento da idade de deposição de solo orgânico nas áreas estudadas.

## 6. SUGESTÕES

No desenvolvimento do presente trabalho foram observadas algumas restrições, por se tratar de um trabalho inicial na área e que nos permite fazer algumas sugestões para trabalhos futuros.

A primeira seria no tocante à elaboração de estudo para verificação das sementes germináveis no solo orgânico das dunas de rejeito, em diferentes condições de temperaturas e fotoperíodos.

Sugeriríamos também a continuidade do estudo da sucessão na comunidade vegetal das dunas de rejeito, com o acompanhamento do respectivo banco de sementes do solo, a fim de se verificar as possíveis alterações.

## 7. APÊNDICES

APÊNDICE 1: Análise de variância do peso de matéria seca da vegetação epígea das dunas de rejeito. Dados transformados em  $X^{1/2}$ .

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F
Peso de matéria seca	3	5,1086724	1,7028908	7,5619**
Resíduo	36	8,1069536	0,2251932	
Total	39	13,2156261		

Coefficiente de Variação = 8,992%

APÊNDICE 2: Análise de variância do número de plantas da vegetação epigea das dunas de rejeito. Dados transformados em  $X^{1/2}$ .

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F
Número de plantas	3	5,8161825	1,9387275	6,183**
Resíduo	36	11,2874969	0,3135416	
Total	39	17,1036794		

Coefficiente de Variação = 16,752%

APÊNDICE 3: Análise de variância para peso de matéria seca da vegetação germinada do ensaio com o banco de sementes. Dados transformados em  $\log(X + 10)$ .

Causas de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor de F
Peso de matéria seca	3	0,0081445	0,0027148	7,1246**
Resíduo (A)	36	0,0137178	0,0003810	
Parcelas	39	0,0218623		
Profundidades	4	0,0143764	0,0035941	20,7743**
PMS. x Profund.	12	0,0088684	0,0007390	4,2717**
Total	199	0,0700202		

Coefficiente de Variação (A) = 0,377%

Coefficiente de Variação (B) = 0,569%

APÊNDICE 4: Análise de variância para número de plantas germinadas do ensaio com banco de sementes. Dados transformados em  $\log(X + 10)$ .

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor de F
Número de plantas	3	0,9000132	0,3000044	6,9423**
Residuo (A)	36	1,5556980	0,0432138	
Parcelas	39	2,4557112		
Profundidades	4	1,3298375	0,3324594	20,9204**
No.Pl. x Profund.	12	0,4988790	0,0414733	2.6161**
Residuo (B)	144	2,2883921	0,0158916	
Total	199	6,5728198		

Coefficiente de Variação (A) = 3,820%

Coefficiente de Variação (B) = 5,180%

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABREU, S.F. Pigmentos minerais. In:\_\_\_\_. Recursos minerais do Brasil. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1973. cap. 7, p.196-218 v.1.
- BARRALIS, G.; CHADOEUF, R.; GOUET, J.P. Essai de determination la taille de léchantillon pour l'étute du potentiel semencier d'um sol. Weed Research, Oxford, v.26, n.4, p.291-297, Aug. 1986.
- BARTH, R.C. Avaliação da recuperação de áreas mineradas no Brasil. S.I.F. Viçosa: UFV, 1989. 41p. (Boletim Técnico, 01).
- BAUER, H.J. Ten year's studies of biocenological sucession in the excavated mines of the cologne lignite discript. In: HUTNIK,R.J.; Davis G. Ecology and reclamation of devastated land. New York: Gordon & Breach ,1973. v.1, p.271-83.
- BEAUCHAMP, H.; LANG,R.; MAY,M. Topsoil as a seed source for resseding strip mine soils. Research Journal of Wyoming Agricultural Experiment Station, v.90, p.1-8, 1975.



- BEURLÉN, K. Estatigrafia da faixa sedimentar costeira. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, João Pessoa, v.16, p.43-53, 1967.
- BITTENCOURT, A.C.S.P. Sedimentação recente na Costa Atlântica de Salvador. *Revista Brasileira de Geociência*, v.5, p.46-63, 1975.
- BRADSHAW, A.D.; CHADWICK, M.J. *The restoration of land*. Oxford: Blackwell, 1980. 187p.
- BRAUN-BLANQUET, J. *Plant sociology*. London: McGraw-Hill, 1932. 439p.
- BROWN, M.T.; ODUM, H.T. Studies of a method of wetland reconstruction following phosphate mining. *Florida Institute of Phosphate research*, Bartow, v.3, p.22-32, 1985.
- CARVALHO, D.A. de.; OLIVEIRA FILHO, A.T. de. Avaliação da recomposição da cobertura vegetal de dunas de rejeito de mineração, em Mataraca/PB. *Acta Botânica Brasileira*, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.107-117, 1993.
- EVANS, A. R.; YOUNG, J. A. Competition within the grass community. In: YOUNGNER, V. B. & McKELL, C. M. *The biology and utilizatin of grasses*. New York, Academic Press, 1972. Cap. 16, p. 230-246.

- FARMER JR, R.E.; CUNNINGHAM, M.; BARNHILL, M.A. First year development of plant communities originating from forest topsoils placed on southern appalachian minesoils. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v.19, p.283-294, 1982.
- FLOYD, A.G. Effect of burning of regeneration from seeds in wet sclerophyll forest. *Australian Forestry*, Canberra, v.39, p.210-220, 1976.
- FREIRE, M.S.B. Experiência de revegetação nas dunas costeiras do Natal. *Brasil Florestal*, São Paulo, v.53, p.35-42, 1983.
- GRIFFITH, J.J. Recuperação conservacionista de superfícies mineradas. Viçosa: U.F.V., 1980. 51p. (Boletim técnico, 02).
- GRIME, J. P. *Plant strategies and vegetation processes*. New York: John Wiley and Sons, 1979. 247 p.
- GRIME, J.P. The role of seed dormancy in vegetation dynamics. *Annals of Applied Biology*, London, v.98, p.555-558, 1981.
- GRUBB, P.J. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, Amsterdam, v.52, p.107-145, 1977.
- HEYDECKER, W. *Seed ecology*. London: Pennsylvania State University Press, University Park and London, 1969. 243p.
- HOWARD, G.S.; SAMUEL, M.J. The value of fresh-stripped topsoil as a source of useful plants for surface mine revegetation. *Journal of Range Management*, Denver, v.32, p.76-77, 1979.

- HUNTER, F.; CURRIE, J.A. Structural changes during bulk soil storage. *Journal of soil science*, Edimburgh, v.7, p.75-80, 1965.
- HUTCHINGS, M.S. The structure of plant population. In: CRAWLEY, M.J. (ed.). *Plant Ecology*, Oxford: Blackwell, 1986. cap. 4, p.97-136.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação*. Brasília, 1990. 95p.
- JOHNSON, M.S.; BRADSHAW, A.D. Ecological principles for the restoration of dirturbed and degraded land. *Applied Ecology*, Bethesda, v.4, p.141-200, 1979.
- LIMAVERDE, J. de A. *O setor mineral no nordeste*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1979. 242p.
- MABESOONE, J.M.; CASTRO C. Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. *Boletim do Núcleo Nordestino da Sociedade Brasileira de Geologia*, Belém, v.3, p.5-35, 1975.
- MAJER, J.D. Fauna studies and land reclamation technology: a review of the history and need for such studies. In: MAJER, J.D. *Animals in primary succession the role of fauna in reclaimed lands*. Londres: Cambridge University Press, p.3-33, 1989.

- MAJOR, J.; PAYOTT, W.T. Burried viable seed in two California bunch grass sites and their bearing on the definition of a flora. *Vegetatio*, Den Haag, v.13, p.253-282, 1966.
- MALONE, C.R. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. *Weeds*, New York, v.15, n.3, p.381-382, May 1967.
- MARTINS, P.S. Estrutura populacional, fluxo genico e conservação "in situ". IPEF, Piracicaba, v.35, p.71-78, 1987.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. Metodologia para el estudio de la vegetación. Washington: Organización de Estudios Americanos, 1982. 168p. (Monografia, 22).
- MAUN, M.A.; KRAJNYK, I. Stabilization of Great Lake (USA, Canadá) sand dunes: Effect of planting time, mulches an fertilizer on seedling estabilishment. *Journal of Coastal Research*, v.5, n.4, p.791-800, 1989.
- MILLER, R.W.; CAMERON, R.E. Some effects on soil microbiota of topsoil storage during surface mining. In: **COAL CONFERENCE St. LOUIS, 1976**. Illinois: Argone National Laboratory, 1976.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547p.
- OLIVEIRA FILHO, A.T.; CARVALHO, D.A. Descrição e classificação dos tipos de vegetação do extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica*, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.115-130, mar. 1993.

- RAPP, J.K., CARREL, J.E., KUCERA, C.L. WEEMS, S.R.; REESE, G.A. Plant biomass production in Missouri surface coal mines. *Bulletin of the Ecological Society of America*, Durham, v.61, p.124, 1980.
- ROBERTS, H.A.; FEAST, P.M. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. *Weed Research*, Oxford, v.12, n.5, p.316-324, 1972.
- SKINER, B.J. Metais; os elementos abundantes. In:\_\_\_\_. *Recursos minerais da terra*. São Paulo: Edgard Blucher, 1969. Cap. 3, p. 19-41.
- SMITH, L.M.; KADLEC, J.A. Predictions of vegetation change following fire in Great Salt Lake marsh. *Aquatic Botany*, Amsterdam, v.21, p.43-51, 1985.
- STANDIFER, L.C. A technique for estimating weed seed populations in cultivated soil. *Weed Science*, Champaign, v.28, n.2, p.134-138, mar. 1980.
- SUSZCZYNSKI, E. F. *Os recursos minerais e potenciais do Brasil e sua metalogenia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1975. 533 p.
- TACEY, W.H.; GLOSSOP B.L. Assesment of topsoil handling techniques for rehabilitation of sites mined for bauxite within the Jarrah Forest of western Australia. *Journal of Applied Ecology*, London, v.17, p.195-201, 1980.

THORSEN, J.A.; CRABTREE, G. Washing equipment for separating weed seed from soil. *Weed Science*, Champaign, v.25, n.1, p.41-42, Jan. 1977.

van der VALK, A.G.; PEDERSON, R.L. Seed bank and the management and restoration of natural vegetation. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic Press, 1989. Chap. 15, p.329-46.

WELLING, C. H.; PEDERSON, R. L.; van der VALK, A. G. Recruitment from the seed bank and the development of emergent zonation during a drawdown in a prairie wetland. *Journal of Ecology*, Oxford, v.76, p.487-496, 1988.