



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO NA FITOMASSA AÉREA DE  
LEGUMINOSAS UTILIZADAS EM RECUPERAÇÃO DE ÁREA NO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DO RIO DE JANEIRO**

**RAFAELA SILVA DE OLIVEIRA**

**Sob orientação do professor**

**FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO**

**Seropédica  
Fevereiro/2007**

**RAFAELA SILVA DE OLIVEIRA**

**ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO NA FITOMASSA AÉREA DE  
LEGUMINOSAS UTILIZADAS EM RECUPERAÇÃO DE ÁREA NO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DO RIO DE JANEIRO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Sob a orientação do pesquisador**

**FABIANO DE CARVALHO BALIEIRO**

Seropédica, Rio de Janeiro.  
Fevereiro de 2008

**ESTOQUE DE CARBONO E NITROGÊNIO NA FITOMASSA AÉREA DE  
LEGUMINOSAS UTILIZADAS EM RECUPERAÇÃO DE ÁREA NO AEROPORTO  
INTERNACIONAL DO RIO DE JANEIRO**

**RAFAELA SILVA DE OLIVEIRA**

Banca examinadora:

---

**Fabiano de Carvalho Balieiro**  
**Pesquisador Embrapa Solos (orientador)**

---

**Hugo Barbosa Amorim**  
**Professor DS/ IF/ UFRRJ**

---

**Alúcio Granato de Andrade**  
**Pesquisador Embrapa solos**

## **AGRADECIMENTOS:**

Aos meus pais e a minha avó pela educação e pelo apoio;

Ao meu namorado pela compreensão;

Aos meus amigos queridos por existirem, sem vocês tudo seria mais complicado;

Ao orientador, Fabiano de Carvalho Balieiro, pela excelente orientação, pela paciência e pelo aprendizado;

Ao professor Hugo Amorim por todos os ensinamentos cedidos;

A Carolina Araújo, Rafael, Renata Botelho, Amilton, Rafael Rezende e a todos que ajudaram no trabalho de campo e/ou de laboratório;

Aos técnicos da Embrapa solos, Fabiano e Gustavo pela ajuda e pelo esforço necessário a finalização do trabalho de campo;

Ao André (Ponta do céu) pela grande ajuda em campo;

Ao Marcelo (técnico de laboratório – LASP, Embrapa solos) por aceitar e preparar as análises de C e N;

Aos pesquisadores da Embrapa solos Guilherme Donagema, pela orientação inicial, e Aluísio Granato pela oportunidade de estágio e de muito aprendizado.

Obrigada!

## RESUMO

A derrubada das florestas causa imensuráveis prejuízos. A fim de resgatar todos esses atributos perdidos, a recuperação de áreas se torna necessária. Outra atividade necessária é o plantio florestal que pode diminuir as pressões sobre as florestas nativas, reduzindo o seu desmatamento. Nesse contexto, foi montado um experimento para se avaliar o crescimento de duas leguminosas (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.- Sabiá e *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze - Maricá) submetidas a doses crescentes (0, 2,85; 5,70; 11,4 e 22,80 Mg ha<sup>-1</sup>) de lodo de esgoto em área de empréstimo localizada no aeroporto internacional do Rio de Janeiro, Galeão - Antonio Carlos Jobim. A fitomassa seca de parte aérea (tronco e galho) das espécies, em cada dose, foi determinada a partir de amostras retiradas de árvores abatidas. As árvores selecionadas para o abate foram as que possuíam área basal próxima a média da parcela. As espécies diferiram significativamente quanto à área basal, altura e fitomassa de tronco, galhos e tronco + galhos, sendo o sabiá a espécie com maior crescimento. Por outro lado, as doses de lodo influenciaram significativamente apenas a fitomassa seca de tronco das espécies. O Sabiá e o Maricá acumularam, em média, 41,4 e 24,6 Mg ha<sup>-1</sup> de C e 254,5 e 171,1 kg ha<sup>-1</sup> de N no tronco + galhos. Conclui-se que o Sabiá e o lodo de esgoto permitem maior acumulação de fitomassa, carbono e nitrogênio em área de empréstimo, comparativamente ao Maricá, sendo uma excelente alternativa de reciclagem de resíduo e seqüestro de carbono em área marginal do aeroporto.

## ABSTRACT

The deforestation of forests cause damages that can't be measure. In order to redeem all these attributes lost, the recovery of areas becomes necessary. This initiative could contributes reduce the pressure on native forests. In that context, was carried out an experiment to evaluate the growth of two Leguminous tree species (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth - Sabiá and *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze - Maricá) submitted to increasing doses (0, 2.85, 5.70, 22.80 and 11.4 Mg ha<sup>-1</sup>) of sewage sludge in the degraded area at the international airport in Rio de Janeiro, Galeão – Antonio Carlos Jobim. The dry phytomass of the shoots (trunk and branch) of species for each dose was estimated from samples taken from trees felled. The trees were selected by their basal area near the average of the plot. The species differ significantly on the basal area, height and phytomass, trunk, branches and trunk + branches, and the sabiá species presented higher growth. Furthermore, the sewage sludge alter significantly the trunk phytomass of the species. The sabiá and maricá accumulated, on average, 41.4 and 24.6 Mg ha<sup>-1</sup> of C and 254,5 and 171,1 kg ha<sup>-1</sup> of N on its trunk + branches. It is concluded that sabiá and sewage sludge allow greater accumulation of phytomass, carbon and nitrogen in the degraded area, compared to maricá and the species is a good alternative to recycling of waste and carbon sequestration in degraded land in airport.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
3.1 O aquecimento global .....	3
3.2 Ações políticas de mitigação do aquecimento global.....	4
3.3 A atual situação do Brasil.....	6
3.4 Conseqüências do aquecimento global.....	7
3.5 O real papel dos ecossistemas.....	7
3.6 Leguminosae.....	8
3.6.1 SABIÁ ( <i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth.).....	9
3.6.2 MARICÁ ( <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze).....	9
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
4.1 Localização e caracterização da área.....	11
4.2 Implantação do experimento.....	12
4.3 Área basal e altura.....	13
4.4 Avaliação da biomassa de parte aérea das plantas.....	13
4.5 Análise estatística.....	15
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
5.1 Falhas ocorridas no experimento .....	16
5.2 Altura .....	16
5.3 Área basal.....	16
5.4 Fitomassa, teor e estoque de C e N.....	17
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Espécie Maricá (*Mimosa bimucronata*), apresentando 4 bifurcações ..... 13
- Figura 2.** Compartimento galho sendo pesado, em campo, em balança digital com capacidade para 300 kg ..... 15
- Figura 3.** Fitomassa seca de troncos e galhos da espécie Sabiá, aos 6 anos de idade, submetida a crescentes doses de lodo de esgoto ..... 18
- Figura 4.** Fitomassa seca de troncos e galhos da espécie Maricá, aos 6 anos de idade, submetida a crescentes doses de lodo de esgoto ..... 18

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Propriedades químicas e físicas do solo no local onde foi instalado o experimento antes de sua implantação ..... 11
- Tabela 2** Composição química do lodo de esgoto utilizado no experimento ..... 12
- Tabela 3** Médias e erro-padrão da altura dos fustes, por tratamento, de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *Mimosa bimucronata* (Maricá), submetidas a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade ..... 16
- Tabela 4** Área basal (G/ha) (valores médio e erros padrão) dos indivíduos de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *Mimosa bimucronata* (Maricá), submetidas a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade ..... 17
- Tabela 5** Produção de fitomassa de parte aérea (galho e tronco) de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) em Mg.ha<sup>-1</sup> submetida a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade ..... 19
- Tabela 6** Produção de fitomassa de parte aérea (galho e tronco) de *Mimosa bimucronata* (Maricá) em Mg.ha<sup>-1</sup> submetida a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade..... 19
- Tabela 7** Produção de fitomassa de tronco (Mg/ha) de 5 espécies de Eucalipto em locais distintos de estado de Minas Gerais, com diferentes idades ..... 20
- Tabela 8** Teor de Carbono (%) encontrado de acordo com os compartimentos e as espécies em estudo, aos 6 anos de idade ..... 20
- Tabela 9** Estoque de Carbono (Mg.ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) sob crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade ..... 21
- Tabela 10** Estoque de Carbono (Mg.ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de *Mimosa bimucronata* (Maricá) sob crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade..... 21
- Tabela 11** Teor de Nitrogênio (g. kg<sup>-1</sup>) encontrado nos compartimentos galho e tronco de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *Mimosa bimucronata* (Maricá), aos 6 anos de idade ..... 22
- Tabela 12** Estoque médio de Nitrogênio (kg/ha) nos compartimentos galho e tronco de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *Mimosa bimucronata* (Maricá) aos 6 anos de idade.. 22

## 1. INTRODUÇÃO

Um ecossistema degradado é aquele que perde sua capacidade de recuperação natural após distúrbios, ou seja, perde sua resiliência. Dependendo da intensidade do distúrbio, fatores essenciais para a manutenção da resiliência como, banco de plântulas, e de sementes no solo, capacidade de rebrota, dentre outros, podem ser perdidos, dificultando o processo de regeneração natural ou tornando-o extremamente lento (MARTINS, 2001).

Os processos de degradação podem ser naturais, tais como os decorrentes de alterações climáticas abruptas (tornados, tufões, terremotos e outros), erosão, ou mesmo a invasão natural de plantas ou animais nocivos num determinado ecossistema. Ou podem ocorrer por ações antrópicas diretamente sobre o terreno ou indiretamente em razão das mudanças climáticas adversas induzidas também pelo homem (ARAÚJO *et al.*, 2005). Um estudo do GLASOD (Global Assessment of Human Induced Soil Degradation 1787-1990), conduzido pelo ISRIC (International Soil Reference e Information Centre) e pelo UNEP (United Nations Environment Programme) estima que das terras cultiváveis e pastos são perdidos anualmente de 5 a 12 bilhões de hectares (ha) de solo. Na América do sul, a principal causa da degradação é o desmatamento, apontado como responsável por 41% das áreas degradadas, em seguida vem o superpastejo, representando 28% e as atividades agrícolas com 26% (ISRIC/UNEP, 1991). Essas atividades (agricultura e pastagem), além de serem as principais contribuintes para a redução de florestas, colaboram para o aumento de emissões de carbono na atmosfera.

O Cerrado, reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade com mais de 10.000 espécies de plantas, sendo 4.400 endêmicas dessa área (IBAMA, 2008) é considerado um dos 34 *hotspots* de biodiversidade existentes no planeta. Esse bioma teve sua vegetação original reduzida a cerca de 13% do total e a expansão da fronteira agrícola brasileira nos últimos 30 anos, para a produção de soja, milho e a pecuária é sua principal origem (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2007). Em face disso, atualmente apenas 20% de sua área encontra-se em estado conservado (IBAMA, 2008). Outras atividades econômicas (de baixo rendimento) comuns nesse bioma são a exploração de lenha e carvão vegetal (DURIGAN, 2005). Na Amazônia, a mudança do uso da terra é dominada em cerca de 90% pelas conversões de floresta para pastagens de gado (LIMA, 2002), sendo esse o principal vilão do desmatamento na região.

O outro *hotspot* de biodiversidade existente no Brasil é a Mata Atlântica, também bastante ameaçada, com menos de 10% de sua cobertura original, possuindo 20.000 espécies de plantas, sendo 40% endêmicas (MYERS *et al.*, 2000). Sua degradação teve início com a exploração de pau - Brasil, no início do século XVI; exploração que durou por mais de três séculos e que acarretou na devastação de extensas áreas; seguida das plantações de cana, e, mais tarde, plantios de café. Atualmente enfrenta graves pressões causadas pela urbanização (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2007).

A importância de se conservar esses biomas é indiscutível, porém devido a quantidade de solos hoje degradados é urgente também que nos preocupemos em tornar produtivas essas áreas que hoje são denominadas áreas marginais, com baixa produtividade. Aumentar as plantações florestais para que as florestas nativas sofram menos com as pressões existentes sobre as mesmas é uma boa estratégia, pois além da preservação do solo, da água e da biodiversidade, também contribuem para a captação de carbono atmosférico. Segundo FUJIHARA & PARIS, (2005) as florestas tropicais são responsáveis por cerca de 40% da capacidade de assimilação de carbono no ambiente terrestre.

Nesse contexto, a revegetação de áreas degradadas com o uso de leguminosas fixadoras de N<sub>2</sub> para restauração de propriedades do solo perdidas pela degradação tem sido uma estratégia barata e interessante sob o ponto de vista de retorno e conservação dos estoques de carbono na vegetação e no solo e intensificação da sucessão vegetal (FRANCO & FARIA, 1997; CAMPELO, 1998; RESENDE *et al.*, 2006).

Esse trabalho buscou avaliar a produção de fitomassa e estoque de carbono e nitrogênio de plantios estabelecidos em área de empréstimo no Aeroporto Antônio Carlos Jobim, Galeão, no Rio de Janeiro.

## **2 OBJETIVO**

Avaliar o potencial de crescimento, acumulação de carbono e nitrogênio na fitomassa aérea das espécies *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Maricá) e *Mimosa caesalpinifolia* Benth (Sabiá) submetidas a doses crescentes de lodo de esgoto em áreas de empréstimo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 O aquecimento global

É fato que o clima da Terra foi alterado nos últimos anos. Segundo o relatório “Mudanças do clima, mudanças de vida: como o aquecimento global já afeta o Brasil”, realizado pelo *Greenpeace*, no último século, a temperatura do planeta já subiu 0,7° C e, nos próximos cem anos, o aumento pode chegar entre 1,4° C e 5,8° C (GREENPEACE, 2008). Mudanças climáticas são processos naturais, considerando as escalas de tempo de milhares de anos de eras geológicas. Entretanto, a velocidade e intensidade com que estão ocorrendo mudanças no sistema climático da Terra a partir da Revolução industrial é que tem sido objeto de preocupação de cientistas e líderes mundiais, principalmente nas duas últimas décadas (YU, 2004). Este aumento de temperatura está sendo associado ao aumento nas concentrações de gases do efeito estufa (GEE), por ações antrópicas, em grande parte associada a países desenvolvidos, que têm causado impacto no balanço de radiação solar do Planeta, tendendo ao aquecimento da Terra (LIMA, 2002). A concentração de GEE na atmosfera se dá em função de emissões acumuladas. Acredita-se que 80% do aumento da temperatura se deva a emissões realizadas anteriores a 1990 (YU, 2004).

Os principais GEE são: o vapor d’água, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). O vapor d’água é o GEE mais volumoso, no qual, no entanto, as atividades humanas têm pouca interferência direta (YU, 2004). O efeito estufa natural tem mantido a atmosfera da Terra por volta de 30<sup>0</sup>C, em média, mais quente do que ela seria na ausência dele, possibilitando a existência de vida no planeta. A radiação solar na superfície terrestre acontece na forma de comprimentos de onda curta. Após receber uma certa quantidade dessa radiação, as superfícies re-irradiam uma parte da energia, na forma de calor, de volta para a atmosfera em comprimentos de onda na região do infravermelho. Essa energia é aprisionada por alguns constituintes químicos da atmosfera (GEE) e pelas nuvens (vapor d’água), o que leva a um aquecimento da atmosfera acima da superfície da terra (LIMA, 2002). Sem esses gases a radiação infravermelha térmica solar absorvida pela Terra se dissiparia no espaço (YU, 2004), ou seja, esse é um processo natural e essencial a vida em nosso planeta; o problema está na escalas de emissões atuais desses gases.

O CO<sub>2</sub> é o principal gás causador do efeito estufa, as atividades antrópicas tem levado ao aumento da concentração desse gás na atmosfera para mais de 28% nos últimos 150 anos (WATSON *et al.*, 2000). De acordo com o relatório realizado pelo *Greenpeace* (GREENPEACE, 2008), sua concentração na atmosfera passou de 280 parte por milhão (ppm), antes da era industrial a 378,9 ppm, nos dias de hoje. Segundo YU (2004), esse gás circula entre quatro principais compartimentos: a atmosfera (760 Gt C), os oceanos (39.000 Gt C), os depósitos de combustível fóssil (16.000 Gt C), a biomassa terrestre (500 Gt C), sendo que cerca de 50% deste total se encontram estocados em florestas tropicais (MARTINELLI *et al.*, 1996) e solo (2.000 Gt C). No balanço global de carbono na atmosfera de nosso planeta, dos 6,3 Gt C emitidos, 3,3 Gt C permanecem na atmosfera, provocando o aumento do efeito estufa, e o restante é reabsorvido pelos oceanos e pelas biotas terrestres, aproximadamente em partes iguais (YU, 2004).

A atividade humana tem perturbado o ciclo biogeoquímico do carbono de duas maneiras distintas. Primeiramente, a maior perturbação é resultante da queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) e da utilização de rochas carbonatadas para a produção de cimento. A outra perturbação antropogênica e que causa a emissão de

quantidades significativas de carbono para a atmosfera (cerca de 30% do emitido pelos combustíveis fósseis) ocorre por meio de mudanças na cobertura vegetal, oriundas de diferentes formas de uso da terra e associadas ao desmatamento, é o chamado nos relatórios da área de *Land Use and Land Use Change and Forestry* (LULUCF) (ROSCOE, 2003). Estima-se, por exemplo que, de 1989 a 2006 a média de deflorestamento anual da região Amazônica tenha sido de 1,7 milhões de hectares (INPE, 2007). Segundo ROSCOE (2003), que revisou trabalhos recentes nessa área, atualmente a queima de combustíveis fósseis e a produção de cimento contribuem com, aproximadamente, 75% de emissões antropogênicas ( $6,3 \pm 0,6 \text{ Gt C ano}^{-1}$ ), enquanto LULUCF contribui com a fração restante ( $1,6 \pm 0,8 \text{ Gt C ano}$ ).

### 3.2 Ações políticas de mitigação do aquecimento global

Diante desses acontecimentos, a comunidade científica e os políticos começaram a se preocupar com o assunto e em 1979 ocorreu a primeira conferência mundial sobre o clima, na qual, foi reconhecida a gravidade do problema; em 1991, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) das Nações Unidas, finalizou o Primeiro Relatório de Avaliação sobre o aumento da temperatura no globo devido à intensificação do efeito estufa, mostrando que este traria conseqüências bastante danosas em todo o planeta. Em maio de 1992, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) foi adotada em Nova York objetivando estabilizar as concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera em um nível que impedisse perigos no clima global (YU, 2004). Nele, foi lançado o conceito sobre seqüestro de carbono, que refere se à mitigação biológica, ou seja, a forma natural de seqüestrar o CO<sub>2</sub> pelos vegetais, por meio da fotossíntese, cujo processo permite fixar o carbono em forma de matéria lenhosa em plantas (FUJIHARA & PARIS, 2005). Na conferência sobre meio ambiente no Rio de Janeiro, realizada em junho de 1992, na Cúpula da Terra, a UNFCCC foi aberta para assinatura (YU, 2004). A evolução das discussões sobre a questão da mudança climática e as medidas de mitigação se deu, e continua se dando, através das reuniões chamadas Conferências das Partes (Conference of the Parties – COPs), convocadas anualmente desde 1995, com a participação de todas as partes, países signatários da Convenção Quadro. Na COP 2, realizada em Genebra no ano de 1992, concordou-se em iniciar imediatamente as negociações para estabelecer um Protocolo que tornaria obrigatória a redução de emissões por parte dos países pertencentes ao Anexo 1 (anexo um), e que tentaria estudar formas de estabelecer mecanismos complementares (VIOLA, 2002). Já na COP-3, realizada em Kyoto, em 1997, foi lançado o chamado Protocolo de Kyoto (PK) (YU, 2004), que além de estabelecer a redução de combustíveis fósseis, também gerou a oportunidade de redução da taxa de acúmulo de dióxido de carbono na atmosfera, aproveitando o fato do carbono poder se acumular no solo e na vegetação em sistemas terrestres (WATSON *et al.*, 2000). Esse protocolo estabeleceu um termo de compromisso de redução anual da emissão dos GEE para os países do Anexo 1, que são 38 nações industrializadas; dele fazem parte os membros da Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OECD) e países do ex-bloco comunista do Leste Europeu e os demais países ficaram nomeados como os não pertencentes ao Anexo 1 (VIOLA, 2002).

O compromisso para o período de 2008 a 2012, seria de reduzir em 5,2% as emissões referentes ao ano de 1990. Também foram estabelecidos no mesmo Protocolo três mecanismos de flexibilização com o objetivo de reduzir os custos da mitigação do efeito dos países com compromisso. São eles:

- Implementação Conjunta (Joint Implementation- JI) (artigo 6 ), que dá maior flexibilidade entre os países do Anexo 1 de transferir ou adquirir entre si os créditos de carbono para cumprimento de seus compromissos de redução;
- Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Clean Development mechanism – CDM) (artigo 12), que permite aos países industrializados financiar projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento e receber créditos na forma de cumprir o seu compromisso de redução. Este artigo estabelece, também, que projetos MDL devem contribuir para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro;
- Comércio Internacional de Emissões (International Emissions Trading) (artigo 17), que permite aos países do Anexo B<sup>3</sup> (países desenvolvidos que concordaram em ter metas de redução de GEE) comercializarem entre si as quotas de emissão.

O PK foi aberto para assinatura em 1998 com a condição de entrar em vigor 90 dias após a sua ratificação por pelo menos 55 países signatários da convenção, incluindo pelo menos 55% do total das emissões de CO<sub>2</sub> em 1990 dos países do Anexo 1 (YU, 2004). Em março de 2001 os Estados Unidos, o maior emissor mundial de CO<sub>2</sub>, anunciou a sua saída do Protocolo de Kyoto, alegando que o custo para a redução de emissões seria muito elevado para a economia norte-americana e contestando a ausência de metas de redução para os países do Sul, em especial a China, Índia e o Brasil. Os Estados Unidos são responsáveis por um quarto das emissões globais de carbono em 1990 (YU, 2004). Segundo VIOLA (2002), sem ratificar o tratado, as emissões nos EUA devem crescer 30% (a continuar a tendência atual) até o primeiro período de vigência do PK, ainda que o país esteja dando indicações de que estabelecerão medidas domésticas de redução das emissões. Essa situação pode ser insustentável, em longo prazo, uma vez que provocaria uma perda de competitividade das empresas nos países industrializados que aderissem ao PK, que estariam incorrendo em custos maiores para mudar o processo produtivo visando diminuir suas emissões. Ressalta o autor que, sem a participação do maior emissor, o PK corre o risco de não ser efetivo para mitigar o aquecimento global.

No mesmo ano, durante a COP 7, realizada em Marrakesh, Marrocos, foram definidos os acordos de Marrakesh, nos quais foi aprovado o seqüestro florestal como uma modalidade de MDL, mas excluíram o manejo florestal e a conservação para o primeiro período de compromisso do tratado de Kyoto (2008-2012) (FUJIHARA & PARIS, 2005). Definiu-se, também, nesses acordos que os países do anexo 1 teriam um limite de 1% das emissões referentes a 1990 para uso do MDL (Yu, 2004). Na COP 9, realizada em Milão, ocorreram regulamentações de projetos de florestamento e reflorestamento (PEARSON *et al.*, 2005). Na COP 10, que ocorreu em Buenos Áries, na Argentina em 2004 foram aprovadas as regras para a implementação do Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor no dia 16 de fevereiro do ano seguinte, com a adesão da Rússia (DOMINGOS, 2007, retirado de [www.carbonobrasil.com](http://www.carbonobrasil.com)); o terceiro maior país emissor (YU, 2004). Até junho do mesmo ano 150 países tinham ratificado o PK, incluindo 34 das 38 nações industrializadas, que juntos emitem 61,6% do CO<sub>2</sub> emitido por todos os países industrializados. (PEARSON *et al.*, 2005). Na COP 11/MOP1, realizada em 2005, em Montreal, Canadá, as discussões giraram em torno das perspectivas para o segundo período do acordo, pós 2012. As associações ambientais da Europa apontaram para a necessidade de uma redução de 20 a 30% das emissões de gases de efeito de estufa (com base no ano de 1990) até 2030, e de 60% a 80% até 2050 (DOMINGOS, 2007, retirado de [www.carbonobrasil.com](http://www.carbonobrasil.com)).

A mais recente COP realizada, em 2007, na Indonésia, obteve resultados que permitirão aos países, nos próximos dois anos, negociar uma segunda etapa para o Protocolo de Kyoto. Entre eles está a inclusão do desmatamento evitado nos cálculos das metas de

redução das emissões para o período Pós-Kyoto (a partir de 2012). Porém, o documento final da conferência não incluiu metas concretas de redução das emissões (THUSWOHL, 2007).

### **3.3 A atual situação do Brasil**

O Brasil possui as vantagens de não ter compromisso de redução de emissões dos GEE, ter uma matriz energética com baixa intensidade de emissão, e possuir muita área de floresta para fixação de carbono (YU, 2004), mas ocupa uma posição pouco confortável frente a outras nações com relação às emissões GEE, sendo o quarto no ranking dos países que mais emitem GEE no mundo. Isso devido ao desmatamento da Amazônia, que é responsável por algo da ordem de 75% das emissões de GEE realizadas pelo país. Numa escala global, este desmatamento representa cerca de 2% na mudança do clima, o que coloca a floresta amazônica como uma vítima e vilã das mudanças climáticas (GREENPEACE, 2008). Porém, de acordo com FUJIHARA & PARIS (2005), quando se compara emissões advindas de combustíveis fósseis com as relacionadas à destruição de florestas é algo inconseqüente, pois as florestas são ecossistemas vivos e as devastações podem ser seguidas por regeneração, que leva à absorção de carbono. De qualquer maneira, esse desmatamento deve ser evitado e pouca coisa está sendo feita para reduzir de forma efetiva a devastação da maior floresta tropical do planeta, sendo poucos recursos investidos na promoção de estudos de vulnerabilidade e planos de adaptação às mudanças climáticas. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o mecanismo, dentre os três estabelecidos no Protocolo de Kyoto, o mais interessante para o Brasil, por ser o que admite a participação voluntária de países em desenvolvimento. Tal mecanismo tem um papel bastante importante para incentivar projetos ambientais que retirem gases como o CO<sub>2</sub> e o metano da atmosfera. Ele funciona de maneira que os projetos de redução de emissões de gases do efeito estufa (CERs) recebam certificações e estes certificados de redução de emissão sejam vendidos a países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas de redução de GEE, sendo o gás carbônico o mais relevante dos GEE representando 66% dos projetos de redução. O Brasil ocupa o 3º lugar em número de atividades de projeto, com 255 projetos (9%), sendo que em primeiro lugar encontra-se a China com 874 e, em segundo, a Índia com 776. Os projetos de redução de florestamento e reflorestamento são classificados como de pequena escala. Estes projetos (de pequena escala englobam, também, outros tipos de atividades) representam 43% dos projetos brasileiros (MCT, 2007).

As dimensões territoriais do país, o padrão de ocupação do solo e da terra, os altos níveis de insolação e de pluviosidade, e mesmo as grandes demandas sociais do campo brasileiro, concorrem no sentido de o florestamento e reflorestamento de partes significativas do país, com o seqüestro de quantidades substanciais de carbono atmosférico, poderem vir a se configurar em alternativa economicamente atraente para o Brasil. Desta forma, cria-se condições para melhor atender a agenda de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira, gerando também bônus positivos para todo o clima da Terra, pois o requisito de o MDL contribuir ao desenvolvimento sustentável do país hospedeiro não pode ser deixado de lado e deve ser discutido interna e democraticamente.

Atualmente, o governo brasileiro tem se posicionado nas COPs de maneira a priorizar projetos energéticos, o que pode implicar ao setor florestal um favorecimento aos projetos florestais do tipo comercial de substituição energética à base de biomassa, ainda que esses não sejam o que mais contribuam para o desenvolvimento sustentável do país. Ou seja, carbono florestal no MDL tem um alcance de ação que o setor energético não possui, que é o do desenvolvimento rural e do uso sustentável dos recursos florestais (YU, 2004). Um exemplo

de projeto florestal de MDL é o Peugeot-ONF, que tem como meta inicial a reabilitação de 2.000 ha em terras degradadas no noroeste do Mato Grosso, no chamado Arco do desmatamento da Amazônia legal, área antes destinada a criação de gado, e a captura de 500.000 tC em 100 anos. O projeto fortaleceu a integração local por meio de um programa de educação ambiental e distribuição de mudas para agricultores locais; criou mais empregos do que a atividade anterior e desenvolveu um componente de extensão florestal dirigido a agricultores de pequeno porte que viviam próximo a fazenda (MAY *et. al*, 2005).

### **3.4 Conseqüências do aquecimento global**

De acordo com o relatório “mudanças do clima, mudanças de vida: como o aquecimento global já afeta o Brasil”, realizado pelo GREENPEACE, (2008) nos últimos cem anos a Terra ficou 0,7° C mais quente. Se as emissões de gases estufa fossem congeladas nos níveis atuais, até 2200 a temperatura teria um aumento entre 0,4° C e 0,8° C. No entanto, as emissões mundiais aumentam. No pior cenário, a temperatura pode subir 5,4° C até o final do século. As mudanças provocadas pela atividade humana, ao contrário daquelas provocadas por eventos naturais, como erupções vulcânicas, aumento ou diminuição da atividade solar ou movimentação dos continentes, têm duas características muito peculiares. Elas são muito rápidas e abruptas. Regiões aquecem muito, enquanto outras esfriam de forma espantosa. (GREENPEACE, 2008). Essas mudanças de clima atingem os países e regiões de maneiras diferentes. Algumas regiões de certos países podem até se beneficiar com o aumento das temperaturas e dos índices pluviométricos, ao mesmo tempo, que o nível dos oceanos coloca em risco a própria existência de várias ilhas. Nos dois casos, existem conceitos diferentes de interferência antrópica perigosa. Com isso, qualquer definição de risco, em nível global, será uma decisão política. (FUJIHANA & PARIS, 2005). Os impactos da mudança climática ocorrem sobre os ecossistemas naturais, a agricultura, as estruturas urbanas, as regiões costeiras e a saúde humana. Fenômenos climáticos locais/regionais extremos (secas mais fortes e prolongadas, ondas de calor mais intensas, inundações mais severas, tormentas e furacões mais fortes) já ocorrem com mais freqüência desde meados da década de 1990. Os países, em geral, têm sofrido com essas alterações: aumento de mortalidade nos países de renda baixa (enchentes na África Austral e Norte da Índia, furacões em Bangladesh e América Central, seca na Ásia Central etc.), destruição de patrimônio em países de renda alta (tormentas e enchentes na Europa Ocidental, seca no Meio Oeste e queimadas no Oeste dos Estados Unidos etc.), prejuízos semelhantes em graus variáveis nos países de renda média (enchentes na Venezuela e na província de Buenos Aires etc.)(VIOLA, 2002).

### **3.5 O real papel dos ecossistemas**

A implantação de florestas (reflorestamentos) apresenta algumas limitações quanto a mitigação de carbono; algumas projeções sugerem que os ecossistemas terrestres podem passar de sumidouros a fontes do CO<sub>2</sub> em decorrência de uma saturação dos processos que garantem um aumento da fixação de CO<sub>2</sub> pelos ecossistemas terrestres (principalmente o crescimento de florestas boreais e a fertilização de CO<sub>2</sub>), enquanto os processos inversos, que promovem um aumento nas emissões (principalmente decomposição), continuarão a ser favorecidos por crescentes temperaturas (ROSCOE, 2003). De acordo com projeções realizadas por WATSON *et al.* (2001), citadas no trabalho de ROSCOE (2003), se não houvesse aquecimento, o seqüestro de CO<sub>2</sub> realizado pelos ecossistemas terrestres seria de 450 Gt C/ano. Porém, se a temperatura atmosférica aumentasse em 4 a 5,5 °C, o seqüestro

realizado pelos ecossistemas terrestres teria um balanço negativo de 60 Gt C/ano e caso esse aquecimento fosse de 5,5 a 8 °C esse seqüestro passaria a -170 Gt C/ano. Isso, desconsiderando medidas públicas para mitigar as emissões pelos ecossistemas terrestres (ROSCOE, 2003). Ou seja, as alternativas visando à fixação de carbono nos ecossistemas terrestres seriam ineficientes para reverter os problemas causados pelo acúmulo desse gás na atmosfera, caso sejam mantidos os atuais padrões de consumo de combustíveis fósseis (ROSCOE, 2003).

Porém, é importante enfatizar que o reflorestamento traz diversos benefícios ambientais, como a proteção do solo e da água, e quando este é realizado para fins comerciais diminui a pressão sobre as florestas nativas, colaborando para a manutenção da biodiversidade, isso significa a manutenção de serviços ambientais incomensuráveis. Além disso, se seus produtos florestais forem usados em aplicações duráveis, a estocagem adicional de carbono seria bastante significativa (LIMA, 2002). As espécies de leguminosas arbóreas e pioneiras apresentam as vantagens de terem elevada taxa de crescimento, alto potencial para serem utilizadas em áreas degradadas e possuírem simbiose eficiente com bactérias do gênero *Rhizobium*, capazes de realizar fixação biológica de nitrogênio (ANDRADE *et al.*, 2000; AQUINO & ASSIS, 2005).

### 3.6 Leguminosae

A Leguminosae representa uma das maiores famílias de Angiosperma, e também uma das principais no ponto de vista econômico. No Brasil, ocorrem cerca de 200 gêneros e 1500 espécies (SOUZA & LORENZI, 2005). Na classificação mais recente, feita por SOUZA & LORENZI (2005), a família é nomeada de Fabaceae e apresenta 4 subfamílias (Cercideae, Mimosoideae, Faboideae e Cesalpinioideae). De acordo com os autores, há grande divergência a circunscrição de Fabaceae e sua divisão em famílias ou subfamílias distintas.

As Leguminosas (Fabaceae) possuem grande importância no ecossistema quando utilizadas como alimento; na produção de madeira; como cerca-viva; na recuperação de áreas degradadas; etc

A família possui grande importância na recuperação de uma área por proteger o solo contra erosão, repor a matéria orgânica, pelo controle de pragas, pela reciclagem de nutrientes e pela associação com bactérias fixadoras de Nitrogênio (*Rhizobium*) que produzem pequenos nódulos nas raízes das plantas. Dos nutrientes minerais, o Nitrogênio é o requerido em maior quantidade, o que consome mais energia na sua produção e distribuição e o mais limitante nas regiões tropicais. A principal fonte do nutriente é a matéria orgânica no solo, que é perdida com a remoção das florestas e em áreas degradadas há escassez de matéria orgânica. Logo, o crescimento satisfatório das plantas só será possível com adição de grandes quantidades de composto orgânico, adição frequente de adubos nitrogenados ou da fonte inesgotável de nitrogênio do ar através da fixação biológica (AQUINO & ASSIS, 2005).

As espécies em estudo (*Mimosa bimucronata*, Maricá, e *Mimosa caesalpiniiifolia*, Sabiá) pertencem a subfamília Mimosoideae, que apresenta folhas geralmente bipinadas, flores actinomorfas, diclamídeas, corola com prefloração valvar, frequentemente gamopétala, estames em número igual ou duplo ao das pétalas ou numerosos, vistosos e sementes com pleugrama (SOUZA & LORENZI, 2005). Essa subfamília se destaca pela alta proporção de espécies que fixam nitrogênio atmosférico (FARIA *et al.*, 1999), merecendo destaque aos programas de recuperação de áreas degradadas.

### 3.6.1 Maricá (*Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze)

Também conhecida como Silva, Espinheiro, Espinheiro-de marica e Espinheiro de cerca é uma planta espinhenta e muito ramificada, de 4-8m de altura, dotada de copa arredondada e baixa; possui o tronco geralmente tortuoso, com casca rugosa de cor clara, de 20-30 cm de diâmetro, suas folhas são compostas bipinadas, com eixo comum (pecíolo + raque) pubescente e canaliculado de 2-12 cm. Ocorre desde de Pernambuco ao Rio Grande do Sul (LORENZI, 2002). De acordo com PAULA *et al.* (1997) a espécie é adaptada a áreas inundáveis ou em margem de córregos. Possui densidade de 620 kg/m<sup>3</sup> de madeira seca; a lenha da espécie queima com facilidade, mesmo verde. Sua madeira é dura, de textura média, grã ondulada, mediamente resistente e bastante durável. É utilizada para marcenaria, carpintaria e usos externos, como estacas e moirões. Além disso, é ótima para lenha que produz grande quantidade de calor, para olarias, padarias e aquecimento de caldeiras (LORENZI, 2002). MARCHIORI (1993) destaca a importância econômica da espécie, que reside no bom poder calorífico da madeira e em sua excelência apícola, pela abundante floração estival. No sul do país, a espécie é muito cultivada como cerca viva defensiva em divisas de propriedades, principalmente em terrenos brejosos, é ornamental, com flores perfumadas. É uma espécie pioneira, característica e exclusiva da planície litorânea e da mata semidecídua das bacias do Paraná e do Uruguai, onde é muito abundante em agrupamentos puros no extrato superior. Produz anualmente abundante quantidade de sementes viáveis e floresce durante os meses de janeiro a março. Os frutos amadurecem em abril-junho (LORENZI, 2002). MARCHIORI (1993), cita BRAGA (1960), em seu trabalho, que afirma que a espécie é de fácil reprodução por estacas e que rebrota com vigor, dando novo corte para lenha a cada 2 ou 3 anos. Apesar destes aspectos, o Maricá é pouco conhecido e requer pesquisas mais detalhadas (MARCHIORI, 1993).

### 3.6.2 Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)

Também conhecida como Cebiá e Sansão-de campo, é uma planta espinhenta de 5-8 m de altura, com tronco de 20-30 cm de diâmetro, suas folhas são compostas, bipinadas, geralmente com seis pinas opostas, cada pina com 4 a 8 folíolos ovais, glabros, com 3 a 8 cm de comprimento. É uma espécie pioneira, ocorre preferencialmente em solos profundos, tanto em formação primária quanto em secundária; produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis; floresce durante os meses de novembro-março e os seus frutos amadurecem nos meses de setembro-novembro (LORENZI, 2002). Possui crescimento cespitoso, ou seja, uma mesma planta contém vários fustes (MOURA *et al.*, 2006). De acordo com PAULA *et al.* (1997), o número de ramificações desde a base se situa de 3 a 8. Ocorre no Maranhão e na região Nordeste até a Bahia, na caatinga. Sua madeira é pesada, dura, compacta, com superfície brilhante e lisa, de grande durabilidade, sendo apropriada para usos externos, como moirões, dormente, estacas e postes (LORENZI, 2002); também é muito usada como alternativa energética pelo alto poder calorífico e forragem, pelo alto valor nutritivo (DRUMOND *et al.*, 1999). Sua madeira seca possui 1040 kg/m<sup>3</sup> de densidade de madeira seca, sendo de cor bege avermelhada, macia, boa de se trabalhar (PAULA *et al.*, 1997). De acordo com DRUMOND *et al.* (1984) citado por DRUMOND *et al.* (1999) possui alto peso específico básico, com poder calorífico e rendimento gravimétrico de carbonização equivalente a 420±20<sup>0</sup>C de 41,1%, com 73% de carbono fixo e teor de cinzas de 1,8%. Além disso, a casca do sabiá possui propriedades medicinais e a árvore características ornamentais, principalmente pela forma que geralmente apresenta, podendo ser empregada no paisagismo

em geral; é também muito empregada como cerca viva defensiva. Como planta tolerante à luz direta, de rápido crescimento que e ainda enriquece o solo através da fixação de nitrogênio, é ideal para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente e na região nordeste do país, é amplamente cultivada para produção de madeira (LORENZI, 2002), pois há, nessa região, grande interesse pela espécie para comercialização de estacas. Entretanto, a presença de acúleos dificulta o manejo de povoamentos, limitando a sua exploração em condições naturais. A seleção de plantas sem acúleos é possível, uma vez que estas ocorrem em povoamentos naturais; à medida em que a planta torna-se mais velha o número de acúleos é reduzido (DRUMOND *et.al*, 1999). O autor enfatiza a necessidade do estabelecimento de um Programa de Melhoramento do Sabiá, com o objetivo de aumentar a produtividade madeireira e outras características desejáveis. Apesar da importância dessa espécie para a Região Nordeste, o conhecimento sobre ela ainda é incipiente, principalmente no que se refere aos aspectos silviculturais e nutricionais (MOURA *et al.*, 2006).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da área

O experimento foi instalado na área denominada Jazida de Itacolomi no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Galeão/ Antônio Carlos Jobim, Ilha do Governador, Rio de Janeiro. Suas coordenadas geográficas são 22° 48' 40" Sul e 43° 14' 46" Oeste.

A área é caracterizada por possuir uma estação seca definida, que inicia, em geral, entre os meses de maio e junho, estendendo-se até o final de novembro, época em que começa o período chuvoso, ocorrendo fortes precipitações, que vão diminuindo até o mês de maio; o relevo é suave ondulado e ondulado; as altitudes não são superiores a 60 m e a vegetação original foi definida como floresta tropical subcaducifolia (PORTOCARRERO *et al.*, 2002).

O histórico de uso da área foi detalhado por BEZERRA *et al.* (2003), mas de forma resumida cita-se que o relevo do terreno foi bastante descaracterizado devido à extração de material terroso, para a construção do Terminal de Passageiros 2 do aeroporto, gerando uma área de empréstimo de aproximadamente 3 hectares.

Antes da exploração da jazida, a área era coberta por um Latossolo Amarelo, pertencente à classe de solos originados de sedimentos argiloarenosos, que se caracterizam por sua baixa fertilidade natural, boa drenagem permeabilidade, sendo muito profundos, com horizonte C ocorrendo em torno de 4 a 5 metros de profundidade.

Após a exploração mineral, a superfície original do terreno foi rebaixada em até 10 metros, deixando exposto o horizonte C do solo, causando alterações na biodiversidade local, na rede de drenagem e nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Encerrada a exploração da jazida, a área passou a ser utilizada como depósito de entulhos e lixo, gerando pilhas de resíduos em vários pontos. Para recuperar esta área degradada foram necessárias medidas de limpeza e sistematização.

A Tabela 1 apresenta a fertilidade e a granulometria de amostras retiradas do solo/substrato, anteriormente ao momento de implantação do experimento.

Tabela 1 – Propriedades químicas e físicas do solo no local onde foi instalado o experimento antes de sua implantação.

Bloco	Prof. (cm)	pH	C N		Ca Mg Na K Al P					Argila Areia Silte			
			g Kg <sup>-1</sup>		mg Kg <sup>-1</sup>					g Kg <sup>-1</sup>			
1	(0-20)	7,15	1,7	0,35	701,4	130,3	25,29	46,92	0	0,3	260	499	241
	(20-40)	7,78	2,2	0,20	721,4	100,2	19,54	60,61	0	0,5	260	537	203
2	(0-20)	7,31	2,1	0,15	641,3	90,18	29,89	54,74	0	1,1	280	547	173
	(20-40)	7,04	1,2	0,15	581,2	90,18	37,94	35,19	0	1,0	280	535	185
3	(0-20)	7,90	2,9	1,25	641,3	90,18	11,5	37,15	0	3,0	220	590	190
	(20-40)	7,77	3,1	0,25	641,3	80,16	13,79	58,65	0	2,6	240	615	145

FONTE: Adaptado de BEZERRA *et al.*, 2003.

## 4.2 Implantação do experimento

No mês de março de 2001, a Embrapa Solos e a Gerência de Meio Ambiente do aeroporto montaram um estudo da viabilidade da aplicação do lodo de esgoto produzido pela Estação de Tratamento do Aeroporto no processo de revegetação desta área, seguindo delineamento experimental de blocos ao acaso e arranjo fatorial 2 x 5 com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de espécies vegetais (*Mimosa caesalpinifolia*, Sabiá, e *Mimosa bimucronata*, Maricá) inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* e com fungos micorrízicos e doses de lodo (0, 2,85; 5,70; 11,4 e 22,80 Mg ha<sup>-1</sup>). As covas foram abertas com dimensões de 0,30x 0,30x 0,30m e espaçamento 2,0 x 2,0 m, totalizando uma área de 64 m<sup>2</sup> por parcela (16 plantas/parcela). Todos os tratamentos receberam uma complementação com fertilizantes minerais, de 80 g de fosfato de rocha e 30 g de sulfato de potássio, por cova.

No mês de junho de 2003 foi realizada uma complementação da aplicação do lodo nas parcelas seguindo as mesmas dosagens da primeira aplicação e no fim desse mesmo mês foi relatada a ocorrência de um incêndio na área experimental que atingiu alguns tratamentos dos blocos 1 e 2. A Tabela 2 apresenta a composição da amostra de lodo usada no experimento.

Tabela 2 – Composição química do lodo de esgoto utilizado no experimento.

PARÂMETROS	TEORES
Umidade	8,2 g kg <sup>-1</sup>
pH H <sub>2</sub> O	5,6 (1:2,5)
C orgânico	224,1 g kg <sup>-1</sup>
N total	26,7 g kg <sup>-1</sup>
Matéria orgânica	386,3 g kg <sup>-1</sup>
Relaçãõ C/N	8,4
P	4.800 mg kg <sup>-1</sup>
K	1.000 mg kg <sup>-1</sup>
Mg	3.400 mg kg <sup>-1</sup>
Ca	15.400 mg kg <sup>-1</sup>
Na	400 mg kg <sup>-1</sup>
Fe	19.200 mg kg <sup>-1</sup>
Al	13.100 mg kg <sup>-1</sup>
B	70 mg kg <sup>-1</sup>
Mn	200 mg kg <sup>-1</sup>
Mo	8,3 mg kg <sup>-1</sup>
Cu	362,7 mg kg <sup>-1</sup>
Zn	1.543,3 mg kg <sup>-1</sup>
Ni	39,2 mg kg <sup>-1</sup>
Cr	72,7 mg kg <sup>-1</sup>
Pb	185,3 mg kg <sup>-1</sup>
Cd	3,1 mg kg <sup>-1</sup>

FONTE: Adaptado de BEZERRA *et al.*, 2003.

### 4.3 Área basal e altura

Durante o período de 5 de fevereiro de 2007 até 7 de junho de 2007 foram mensuradas a altura (h) e circunferência a altura do peito (CAP) de todos os fustes das árvores existentes no experimento, com o auxílio de uma vara graduada e uma fita métrica, respectivamente. Com os dados de CAP foi calculada a área basal (G) de cada indivíduo e, posteriormente, foi feita a média da área basal por tratamento, que teve seu valor extrapolado para hectare (G/ha).

Com os dados de altura foi realizada a média aritmética da altura dos fustes por tratamento, sendo desconsideradas as falhas (árvores mortas).

As médias e os erros-padrão das variáveis (h e G/ha) foram estimados e usados na discussão dos resultados.

É importante destacar que as duas espécies vegetais utilizadas apresentam muitas ramificações e similaridade entre os diâmetros de tronco e galho (Figura 1), por isso houve dificuldade em distinguir esses compartimentos. A fim de padronizar as medições, foi considerado tronco todo compartimento que surgia a uma altura inferior a 0,30m e caso ocorresse alguma bifurcação, era considerado tronco a de maior diâmetro.



Figura 1 – Espécie Maricá (*Mimosa bimucronata*), apresentando 4 bifurcações.

### 4.4 Avaliação da fitomassa de parte aérea das plantas

A determinação da fitomassa ocorreu entre os meses de julho a agosto de 2007 e foi realizada através do método direto e destrutivo, de maneira que foram identificadas 18 árvores de cada espécie (3 de cada tratamento do bloco 1 e uma dos tratamentos 1 3 e 5 dos blocos 2 e 3) com área basal mais próxima da média das árvores da parcela. Durante os meses de julho e

agosto, buscou-se abater essas árvores e pesar seus compartimentos de parte aérea, a saber: tronco (casca + lenho), galho, folhas e estruturas reprodutivas. Nesse trabalho são apresentados apenas os dados referentes aos tecidos lenhosos de troncos e galhos.

Como a amostragem se procedeu exatamente nos meses de menor pluviosidade, a identificação do que era galho seco e morto ficou dificultado. Assim, de forma a facilitar e agilizar os trabalhos de campo, todo galho existente nas árvores foram considerados galhos, sem qualquer distinção. Após pesagem no campo, com auxílio de uma balança tipo digital, com capacidade para 300 kg (Figura 2), amostras dos compartimentos de parte aérea foram retiradas para estimativa da biomassa dos mesmos.

Depois de determinado o peso seco dos compartimentos, as amostras foram moídas até apresentarem textura de talco (peneira 0,21 mm) e levadas para Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASP), da Embrapa solos, para determinação dos teores de C e N totais por meio de digestão seca no analisador modelo Perkin Elmer CHNS/O e digestão sulfúrica e destilação pelo método de Kjeldhal, respectivamente.

Ressalta-se aqui que as amostras de tronco tiveram a casca moída separada do lenho e, neste trabalho foram apresentados apenas os dados de teores e estoques de C e N do lenho.

Como os teores de C das amostras de tronco e galhos apresentaram desvios e erros-padrão pequenos para as duas espécies, foi utilizado o teor de C médio de todas as doses avaliadas na estimativa do C estocado pelas espécies em cada tratamento. Para os estoques de N foram utilizados os valores médios (n=5) dos teores de N no tronco e nos galhos das doses 0; 2,85; 5,70 e 22,80 para a espécie Sabiá e doses 0 e 2,85 para o Maricá e os valores médios de fitomassa das espécies em todas as doses de lodo.



Figura 2- Compartimento galho sendo pesado, em campo, na balança digital com capacidade para 300 kg.

#### 4.5. Análise estatística

Os dados de altura, área basal, fitomassa seca de tronco (casca + lenho), galhos e total (tronco+galho) foram submetidas a análise de variância (ANOVA), com critério de significância de 5% de probabilidade e fontes de variação as espécies, as doses de lodo e suas interações. Não foi incluído nas análises dos dados o tratamento referente a dose 11,4 Mg ha<sup>-1</sup> de lodo devido ao comportamento discrepante das variáveis nessa dose.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1 Falhas ocorridas no experimento

Como dito na metodologia deste trabalho, as falhas ocorridas nos tratamentos não foram consideradas para os cálculos de média das variáveis.

Observou-se que a maior porcentagem de falhas ocorreu na espécie Maricá, com 53 falhas, num total de 320 mudas implantadas. Já, o Sabiá apresentou 39 falhas e teve a mesma quantidade de mudas implantadas. Respectivamente, a quantidade de falhas representou 16,6 e 12,2 % do total.

### 5.2 Altura

Os dados referentes às alturas estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias e erros-padrão da altura dos fustes, por tratamento, de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) e *Mimosa bimucronata* (Maricá), submetidos a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade.

Lodo de Esgoto (Mg ha <sup>-1</sup> )	h (m) Sabiá	h (m) Maricá
0	7,1 ± 0,45	6,6 ± 0,32
2,85	8,1 ± 0,30	6,0 ± 0,50
5,70	7,7 ± 0,41	5,4 ± 0,31
22,80	8,1 ± 0,33	6,2 ± 0,29
Média	7,7 ± 0,21 a	6,1 ± 0,22 b

Ao submeter os dados a análise estatística, observou-se que houve diferença altamente significativa ( $p < 0,01$ ) da altura quando as duas espécies são comparadas. O Sabiá apresentou valores de altura, para todas as doses de lodo, superior ao Maricá, com média de 7,7 m, contra 6,1 m. Porém, não houve influência das doses de lodo no crescimento dos fustes, para ambas espécies. BEZERRA *et al.* (2003) que mediram a altura dessas plantas após 210 dias do plantio obteve os mesmos resultados, concluindo que as espécies vegetais apresentaram diferenças no desenvolvimento, mas não as doses de lodo. Os mesmos autores encontraram as maiores médias para o Sabiá associadas as maiores doses, ao passo que para o Maricá, as maiores médias estavam associadas às menores doses de lodo. Embora o Maricá tenha apresentado os maiores valores de altura na dose 0 de lodo (Tabela 3) também aos 6 anos de idade, a discussão desse parâmetro fica dificultada pela frequência de tombamento das copas da espécie. Como o efeito de dose de lodo foi não significativo, preferiu-se não atribuir qualquer efeito inibitório do lodo a esta variável para o Maricá, conforme sugerido por BEZERRA *et al.* (2003).

### 5.3 Área basal

Os dados referentes a área basal por hectare (G/ha) de cada espécie e sob cada dose com seus respectivos erros-padrão são expressos na Tabela 4.

Tabela 4 – Área basal (G/ha) (valores médios e erros-padrão) dos indivíduos de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) e *M. bimucronata* (Maricá) submetidos a crescentes doses de lodo de esgoto aos 6 anos de idade.

Lodo de Esgoto (Mg ha <sup>-1</sup> )	G/ha (m <sup>2</sup> ) Sabiá	G/ha (m <sup>2</sup> ) Maricá
0	14,81 ± 0,76	11,38 ± 1,86
2,85	19,22 ± 1,52	10,84 ± 1,06
5,70	20,25 ± 2,81	11,10 ± 1,97
22,80	17,79 ± 1,83	13,36 ± 1,81
Média	18,02 ± 0,85 a	11,67 ± 0,42 b

A espécie Sabiá apresentou maiores valores de área basal em todos os tratamentos testados, quando comparada à espécie Maricá.

Assim como para a variável altura, a área basal não foi afetada pela dose de lodo de forma significativa ( $p > 0,05$ ), o que implica inferir que o uso do lodo não prejudica, mas também não altera a área basal das espécies.

Geralmente é esperado que as variáveis altura e área basal sejam correlacionados de maneira direta. Porém, esse comportamento não foi verificado em nosso estudo. Esse achado se deve ao fato de algumas árvores, especialmente de Maricá, terem apresentado fustes bastante tortuosos (principalmente tratamentos 2 e 4, bloco 1), tendo um tamanho maior do que o que foi considerado como a altura.

Submetendo os dados a análise de variância, as espécies apresentaram diferenças altamente significativas entre elas.

### 5.4 Fitomassa, teor e estoque de C e N

A produção de matéria seca da parte aérea (tronco e galho) diferiu significativamente entre as duas espécies testadas e apenas a fitomassa do tronco foi influenciada pelas doses crescente dose de lodo. Sendo a interação não significativa entre as fontes de variação dose e espécies, pode-se afirmar que as duas espécies se comportaram de maneira semelhante às doses.

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os dados de fitomassa seca (Kg) de tronco e galho das duas leguminosas de acordo com as doses de lodo testadas e nas Tabelas 5 e 6 estão representados os mesmos dados em Mg ha<sup>-1</sup>.

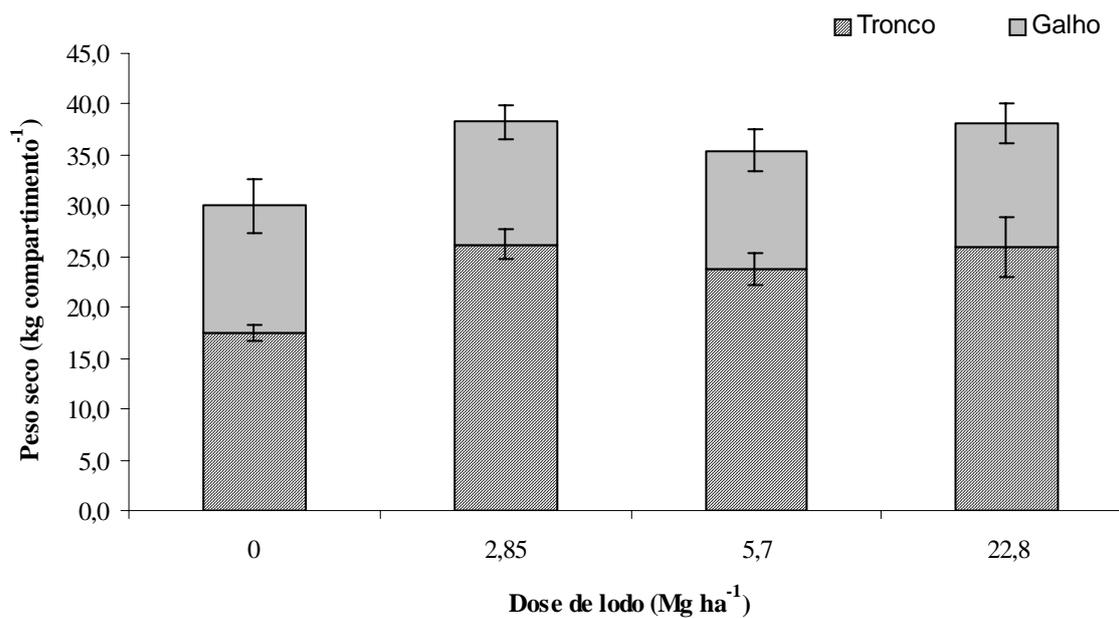


Figura 3. Fitomassa seca de troncos e galhos da espécie Sabiá, aos 6 anos de idade, submetida a crescentes doses de lodo de esgoto.

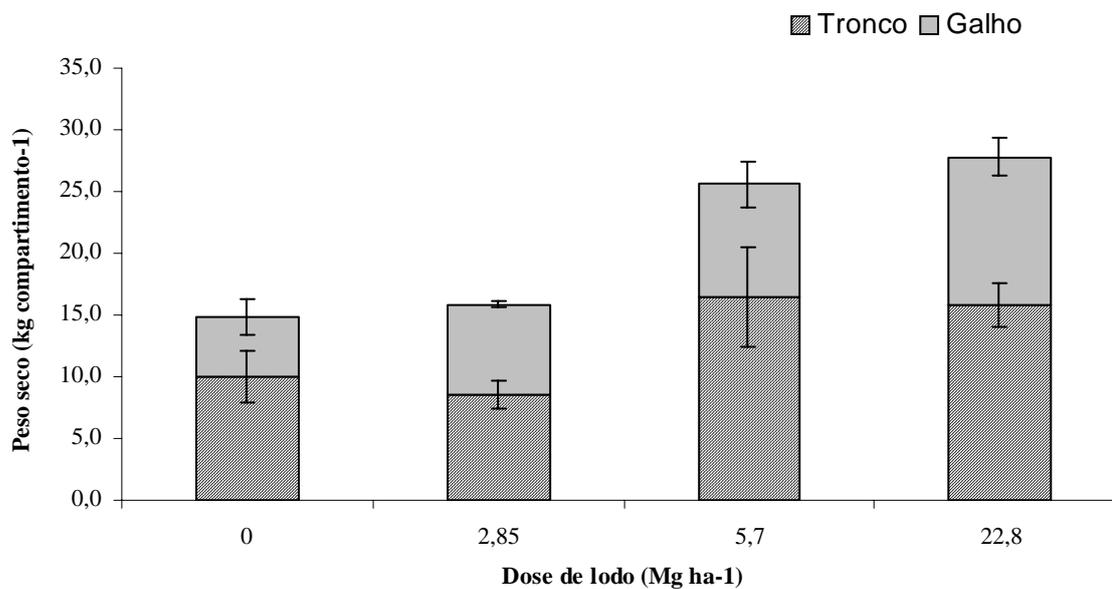


Figura 4. Fitomassa seca de troncos e galhos da espécie Maricá, aos 6 anos de idade, submetida a crescentes doses de lodo de esgoto.

Tabela 5- Produção de fitomassa de parte aérea (galho e tronco) de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) em Mg.ha<sup>-1</sup> submetida a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade.

Biomassa (Mg/ha) Sabiá			
Dose de lodo	Tronco	Galho	Total
0	43,7	31,3	75,0
2,85	65,5	30,3	95,8
5,7	59,5	29,2	88,6
22,8	64,9	30,3	95,1
Média	58,4	30,3	88,6

Tabela 6- Produção de fitomassa de *Mimosa Bimucronata* (Maricá) em Mg.ha<sup>-1</sup> submetida a crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade.

Biomassa (Mg/ha) Maricá			
Dose de lodo	Tronco	Galho	Total
0	25,1	12,0	37,1
2,85	21,3	18,4	39,7
5,7	41,0	23,1	64,1
22,8	39,6	29,9	69,6
Média	31,8	20,8	52,6

Observa-se que a produção de peso seco de galho e tronco do Sabiá (30,3 e 58,4 Mg ha<sup>-1</sup>) foi maior que a do Maricá (20,8 e 31,8 Mg ha<sup>-1</sup>) em todas as doses testadas.

As maiores quantidades de fitomassa foram encontradas no tronco, representando 65,91% da fitomassa total do Sabiá e 60,46% da fitomassa total do Maricá e houve uma tendência de aumento de fitomassa de acordo com o crescimento das doses de lodo.

MOURA *et al.*, (2006), em estudo desenvolvido com dois povoamentos distintos na Estação Experimental de Itambé, PE com a espécie Sabiá. Onde, o povoamento I possuía 8 anos de idade, espaçamento 3,0 x 3,0 m e o povoamento II possuía 11 anos e espaçamento 4,5 x 4,5 m; encontrou uma produção nos povoamentos 1 e 2, respectivamente de 43,14 e 29,79 Mg ha<sup>-1</sup> de fitomassa referente a galho e 35,70; 37,14 Mg ha<sup>-1</sup> de fitomassa referente a tronco. Ele obteve, no total, contando também com o compartimento folha, 80,78 Mg ha<sup>-1</sup> e 66,22 Mg ha<sup>-1</sup> implantados no mesmo local. Mesmo sem considerar as folhas, os valores de produção total de peso seco foi superior aos de MOURA *et al.*(2006). Portanto, a produção de fitomassa foi elevada quando comparada a de MOURA *et al.*, (2006), mesmo o plantio tendo sido realizado em solo degradado e bastante descaracterizado. O desenvolvimento das plantas pode ter sido favorecido pela inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Rhizobium* selecionadas e com fungos micorrízicos, pela aplicação de dose de lodo, já que a produção de tronco e a total tiveram influências significativas e por BEZERRA *et al.*ter concluído em seus estudos que a presença do lodo causou um aumento significativo dos teores de carbono orgânico, nitrogênio, fósforo, magnésio, potássio e cálcio, bem como da capacidade de troca catiônica no solo. Além disso, as condições ambientais na região sudeste são mais favoráveis,

em especial o índice pluviométrico, quando comparadas às condições encontradas na região nordeste.

Os valores de fitomassa, das duas espécies, quando comparados com a fitomassa de tronco de eucalipto, citados por BARROS & NOVAIS (1990), em locais distintos do estado de Minas Gerais (Tabela 7) são satisfatórios, embora de em alguns casos a produção do eucalipto ser muito superior a das espécies vegetais testadas (em até 5 vezes maior que do Maricá e 3 vezes maior que do Sabiá). O eucalipto é a espécie mais utilizada para reflorestamentos com fins comerciais pela alta produção de fitomassa. Além disso, em outros casos como no do *Eucalyptus saligna*, o Sabiá teve uma produção superior se levarmos em consideração a idade dos plantios.

Tabela 7 –Produção de fitomassa de tronco (Mg/ha) de 5 espécies de Eucalipto em locais distintos do estado de Minas Gerais, com diferentes idades.

ESPÉCIE	LOCAL	IDADE	BIOMASSA (Mg/ha)
E. saligna	Dinísio, MG	10	72
E. saligna	Viçosa, MG	8	262
E.citriodora	Paraopeba, MG	8	77
E.citriodora	Curvelo, MG	9	117
E.grandis	B. Despacho, MG	6	72
E.grandis	Ipatinga, MG	8	163
E.urophylla	Ipatinga, MG	9	154
E.clôeziana	Paraopeba, MG	8	102

FONTE: Adaptado de BARROS & NOVAIS, 1990.

Como os teores de C das espécies não diferiram significativamente (Tabela 8), observa-se a mesma tendência verificada para fitomassa, a maior quantidade de carbono estocado na parte aérea foi encontrado no compartimento tronco da espécie Sabiá (27,3 Mg ha<sup>-1</sup>), seguido do tronco do Maricá (14,7 Mg ha<sup>-1</sup>), galho de Sabiá (14,1 Mg ha<sup>-1</sup>) e, por último, galho de Maricá (9,9 Mg ha<sup>-1</sup>) (Tabelas 9 e 10).

Tabela 8- Teor de Carbono (%) encontrado de acordo com os compartimentos nas espécies em estudo, aos 6 anos de idade.

ESPÉCIE	TEOR DE CARBONO (%)	
	Tronco (lenho)	Galho
Sabiá	46,8 ± 0,4	46,4 ± 0,4
Maricá	46,3 ± 0,6	47,7 ± 0,4

Os estoques de C, nas crescentes doses de lodo, também acompanham as proporções encontradas para fitomassa. Sendo que, no caso do tronco, só foi utilizada a fitomassa

referente ao lenho (90,74% da fitomassa de tronco no caso do Sabiá e 87,46% no caso do Maricá) (Tabelas 9 e 10).

**Tabela 9-** Estoque de Carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) sob crescentes doses de lodo de esgoto, aos 6 anos de idade.

Estoque de Carbono (Mg/ha)			
Dose de lodo	Tronco (lenho)	Galho	Total
0	18,5	14,5	33,0
2,85	27,8	14,1	41,9
5,7	25,3	13,5	38,8
22,8	27,6	14,1	41,7
Média	24,8	14,1	38,9

**Tabela 10-** Estoque de Carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) na parte aérea de *Mimosa Bimucronata* (Maricá) sob crescentes doses de lodo de esgoto aos 6 anos de idade.

Estoque de Carbono (Mg/ha)			
Dose de lodo	Tronco (lenho)	Galho	Total
0	10,2	5,7	15,9
2,85	8,7	8,8	17,5
5,7	16,6	11,0	27,6
22,8	16,1	14,3	30,4
Média	12,8	9,9	22,7

É importante destacar que geralmente a fitomassa referente ao galho é deixada no plantio para servir como fonte de nutrientes ao solo e rotações sucessivas. Assim, o carbono estocado por este compartimento retorna, em parte, para a atmosfera. Enquanto o tronco pode ser utilizado em aplicações duráveis, podendo manter esse carbono estocado por um grande período de tempo.

De acordo com o PEARSON *et al.* (2005) normalmente é utilizado para cálculo de estoque de Carbono a divisão do valor da fitomassa por 2. Ou seja, um teor de 50% de Carbono. Os resultados evidenciam valores semelhantes entre a 50% (Tabela 8).

A concentração média de N no tronco (lenho) do Sabiá foi superior a encontrada no Maricá, sendo o oposto observado para o galho. Desta forma, observa-se que embora o Maricá tenha acumulado pouca biomassa nos seus galhos, a quantidade de N associada a esses tecidos é superior ao acumulado pela espécie em seus troncos (Tabela 11 e 12).

Tabela 11- Teor de Nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) encontrado nos compartimentos galho e tronco de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) e *Mimosa Bimucronata* (Maricá), aos 6 anos de idade.

ESPÉCIE	TEOR DE NITROGÊNIO ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	
	Tronco (lenho)	Galho
Sabiá	$2,40 \pm 0,10$	$4,20 \pm 0,70$
Maricá	$2,15 \pm 0,10$	$5,35 \pm 0,65$

Tabela 12- Estoque médio de Nitrogênio ( $\text{kg/ha}$ ) nos compartimentos galho e tronco de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) e *Mimosa Bimucronata* (Maricá), aos 6 anos de idade.

ESPÉCIE	ESTOQUE DE NITROGÊNIO ( $\text{kg/ha}$ )		
	Tronco (lenho)	Galho	Total
Sabiá	127,2	127,3	254,5
Maricá	59,80	111,3	171,1

O estoque médio de Nitrogênio foi superior na espécie Sabiá, com 254,5  $\text{kg/ha}$ . Enquanto o Maricá apresentou 171,1  $\text{kg/ha}$ .

Coêlho (2006) quantificou, em seus estudos, o teor e estoque de N na parte aérea de *Mimosa Caesalpinifolia* com 2 anos de idade consorciada a *Eucalyptus grandis* em Itatinga, SP utilizando espaçamento 3 X 3 para o eucalipto e a leguminosa tendo sido plantada entre as linhas. Os valores de concentração do nutriente, encontrados em seus estudos foi superior ao encontrado no aeroporto, obtendo valores de  $5,2 \text{ g kg}^{-1}$  e  $13,7 \text{ g kg}^{-1}$  para os compartimentos tronco e galho, respectivamente. Porém, a produção de fitomassa foi baixa, mesmo considerando a idade do povoamento. O estoque de Nitrogênio foi de 5,2  $\text{kg/ha}$  e 13,7  $\text{kg/ha}$  referentes a galho e tronco, sendo muito inferiores aos valores encontrado no aeroporto.

## 6. CONCLUSÃO

A altura, a área basal, a produção de fitomassa da parte aérea (tronco e galho) diferiram de forma significativa entre a *Mimosa caesalpinifolia*, Sabiá, e *Mimosa bimucronata*, Marica, sendo o Sabiá a espécie de destaque, com os maiores valores para as variáveis.

A biomassa de tronco, de tronco + galho e, conseqüentemente, o estoque de Carbono e Nitrogênio no compartimento tronco foram influenciados significativamente pelas crescentes doses de lodo de esgoto e esta influência ocorreu de maneira semelhante para as duas espécies. Logo, a adubação da área degradada foi uma boa destinação dada ao dejetos.

A produção de fitomassa do compartimento tronco foi maior que a do galho, representando de 60-65 % da fitomassa total das espécies;

As duas espécies são boas indicações para a recuperação de áreas de empréstimo marginais ao aeroporto, sendo o Sabiá vantajoso por ter apresentado o melhor desenvolvimento e o Maricá por ser nativo do Rio de Janeiro.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A. G. Deposição e decomposição da serapilheira em provoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO: Viçosa, V. 24, p. 777-785, 2000

AQUINO, A. M. & ASSIS, R. L. PROCESSOS BIOLÓGICOS NO SISTEMA SOLO-PLANTA FERRAMENTA PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL. 1ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2005 368p.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. GESTÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320p.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. RELAÇÃO SOLO-EUCALIPTO. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. 330p.

BEZERRA F. B.; ANDRADE, A. G.; PÉREZ, D. V.; MENEGUELI, N. A.; OLIVEIRA, M. A. C. L. Uso do lodo de esgoto na revegetação de área degradada do entorno do aeroporto internacional do Rio de Janeiro: Embrapa solos – boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 34, 2003. 27p.

CAMPELLO, E.F.C. Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.E. E MELLO, J.W.V. (Ed.). RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 183-196.

COÊLHO, S. R. F. Crescimento e fixação de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas nativas. 2006. 55f. Dissertação (mestrado em recursos florestais). Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CONSERVATION INTERNACIONAL. Biodiversity hotspots. Disponível em <<http://www.biodiversityhotspots.org>> Acesso em: 1 dez. 2007.

DOMINGOS, S. Iniciativas contra o aquecimento global. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com/mudancas.htm?id=125636>> Acesso em: 24 dez. 2007.

DRUMOND, M.A.; OLIVEIRA, V.R.; LIMA M.F. *Mimosa caesalpinifolia* Benth.: Estudos de melhoramento genético realizados pela Embrapa Semi-Árido, 1999 ( <http://www.cpatia.embrapa.br/catalogo/livroorg/sabiasemiarido.pdf>)

DURIGAN, G. Cerrado: técnicas e normas podem reduzir desmatamento. Visão agrícola, São Paulo, n.4, p.20-23, jul/dez 2005.

FARIA, S.M., LIMA, H.C., OLIVARES, F.L., MELO, R.B., XAVIER, R.P. Nodulação em espécies florestais, especificidade hospedeira e implicações na sistemática de leguminosae. In:

SIQUEIRA, J.O., MOREIRIA, F.M.S., LOPES, A.S., GUILHERME, L.R.G., FAQUIN, V., FURTINI NETO, A.E., CARVALHO, J.G. (Ed.). Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Lavras: Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciência do Solo, p.667-686, 1999.

FUJIHARA, M. A. & PARIS, A. G. Relação entre recursos florestais e mudanças climáticas. Visão agrícola florestas, São Paulo, n.4, p. 34-35, jul/dez 2005.

GREENPEACE. Mudanças do clima mudanças de vida como o aquecimento global já afeta o Brasil. Disponível em: <[http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo\\_clima.pdf](http://www.greenpeace.org.br/clima/pdf/catalogo_clima.pdf) > Acesso em: 7 dez.2007.

IBAMA. Ecossistemas brasileiros. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/> > Acesso em: 8 jan.2008.

INPE. Projeto Prodes - Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes\\_1988\\_2007.htm](http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2007.htm)> Acesso em: 20 dez. 2007.

ISRIC/UNEP World Map Of The Status Of Human-Induced Soil Degradation. Disponível em: <<http://www.isric.org/isric/webdocs/Docs/ExplanNote.pdf> > Acesso em: 9 dez. 2007.

LIMA, M. A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidade e desafios. Cadernos de Ciência & tecnologia, Brasília, V.19, n.3, p. 451-472 set/dez 2002.

LORENZI, H. ÁRVORES BRASILEIRAS: MANUAL DE IDENTIFICAÇÃO E CULTIVO DE PLANTAS ARBÓREAS DE BRASIL. V.2, 2ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002 368 p.

MARCHIORI, J. N. C. Anatomia da madeira e casca do Maricá, *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze. Ci. Flor, Santa Maria. V.3, n.1, p. 85-106, 1993.

MARTINELLI, L.A.; CAMARGO, P.B.de. O monitoramento do carbono em áreas florestadas. Série técnica IPEF, Piracicaba, V.10, n.29, p.6 – 10, Nov.1996.

MARTINS, S. V. RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES. 1ed. Viçosa: Aprenda fácil, 2001. 146 p.

MAY, P.; BOYD, E.; CHANG, M.; VEIGA, F.C. Incorporando o desenvolvimento sustentável aos projetos de carbono florestal no Brasil e na Bolívia Estudos sociedade e agricultura, Rio de Janeiro, V. 13, n.1, p. 5-50, 2005.

MCT (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA) Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil e no mundo. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html> > Acesso em: 20 dez. 2007.

MOURA, O.N.; PASSOS, M.A.A.; FERREIRA, R.L.C.; MOLICA, S.G.; JUNIOR, M.A.L. de; LIRA, M.A. de; SANTOS, M.V.F.dos. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* benth. Revista árvore, Viçosa, V.30, n.6, p.877-844, 2006.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, V. 403, p. 853-858, 2000.

PAULA J.E.de & ALVES, J.L.H.de. MADEIRAS NATIVAS: ANATOMIA, DENDROLOGIA, DENDROMETRIA, PRODUÇÃO E USO. Brasília: Gutemberg 1997 543 p.

PEARSON, T., WALKER, S., BROWN, S. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. Winrock international, 2005.

PORTOCARRERO, H.; ÂNGELO, D. C.; CARVALHO, G. F.; ANDRADE, A. G.; FERNANDES, N.F.; SIMÕES, B. B.; ARAÚJO, F. O. Monitoramento hidrológico em voçoroca submetida à práticas de recuperação de áreas degradadas: aeroporto internacional – RJ In: X simpósio brasileiro de geografia física aplicada, Rio de Janeiro 2002.

ROSCOE, R. Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no seqüestro de carbono. Caderno de Ciência & Tecnologia, Brasília, V.20, n.2, p. 209-223 maio/ago 2003.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. BOTANICA SIATEMÉTICA GUIA ILUSTRADO PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE ANGIOSPERMAS DA FLORA BRASILEIRA, BASEADO EM APG II Nova Odessa, SP Instituto Plantarum, 2006 640 p.

THUSWOHL, M. ONGs avaliam que conferência de Bali ficou aquém do esperado. Disponível em: <<http://envolverde.ig.com.br/?edt=11&&pg=1&PHPSESSID=2f9f3b9eb421ba4739a75faf16ce101b#>> Acesso em : 25 dez. 2007.

VIOLA, E. O regime internacional de mudanças climáticas e o Brasil. Revista brasileira de ciências sociais, São Paulo. V. 17, n. 50, p. 25- 46 2002. ([http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0102-69092002000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-69092002000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt))

WATSON, R.T.; NOBLE, I.R.; BOLIN, B.; RAVINDRANATH, N.H.; VERARDO, D.J.; DOKKEN, D.J. IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry. Disponível em: <[http://www.grida.no/climate/ipcc/land\\_use/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm)> Acesso em: 10 jan. 2008.

YU, C. M. SEQÜESTRO FLORESTAL DE CARBONO NO BRASIL DIMENSÕES POLÍTICAS, SOCIOECONÔMICAS E ECOLÓGICAS. 1ed. São Paulo: Annablume IEB, 2004. 280 p.



