



Aline Furtado Rodrigues

O efeito do biocarvão em mudas da Mata Atlântica: uma análise ambiental e socioeconômica

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Agnieszka Ewa Latawiec

Coorientador: Prof. Etelvino Henrique Novotny

Rio de Janeiro
Julho de 2017



Aline Furtado Rodrigues

O efeito do biocarvão em mudas da Mata Atlântica: uma análise ambiental e socioeconômica

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia e Meio Ambiente da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Profa. Agnieszka Ewa Latawiec

Orientadora

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Prof. Etelvino Henrique Novotny

Coorientador

Embrapa Solos

Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

Prof. Jeronimo Boelsums Barreto Sansevero

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Profa. Mônica Hertz

Vice-Decana de Pós-Graduação do Centro de Ciências Sociais – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 4 de julho de 2017

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização do autor, do orientador e da universidade.

Aline Furtado Rodrigues

Possui bacharelado e licenciatura em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro desde 2014. Durante a graduação foi bolsista da Embrapa Solos contemplada com uma bolsa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) sob a orientação do Prof. Etelvino Henrique Novotny. Atualmente, faz parte como assistente de pesquisa do Instituto Internacional para Sustentabilidade, sob orientação da Profa. Agnieszka Ewa Latawiec.

Ficha Catalográfica

Rodrigues, Aline Furtado

O efeito do biocarvão em mudas da Mata Atlântica : uma análise ambiental e socioeconômica / Aline Furtado Rodrigues ; orientadora: Agnieszka Ewa Latawiec ; coorientador: Etelvino Henrique Novotny. – 2017.

105 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia e Meio Ambiente, 2017.

Inclui bibliografia

CDD: 910

Aos meus pais José e Maria,
meus irmãos Adriana e
Alexandre, e meu companheiro
Lucas, por toda dedicação e
amor.

Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Agnieszka Ewa Latawiec por toda dedicação, incentivo, confiança, paciência e conselhos durante esses dois anos. A convivência com sua pessoa me tranquiliza e inspira. Um ser humano realmente especial.

Ao meu coorientador Prof. Etelvino Henrique Novotny. Por me apresentar a ciência, pela dedicação ao trabalho e pelas oportunidades durante esses setes anos. Como já disse em minha monografia, você é meu pai científico, exemplo de profissional ético que levarei por toda vida.

Ao Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira, pelas oportunidades nessa trajetória. Além de professor, um grande amigo.

Ao Prof. Bernardo Strassburg por todas as oportunidades e em especial por me conceder o privilégio de integrar sua equipe no Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS).

Ao Prof. Jeronimo Boelsums, por aceitar participar da avaliação deste trabalho.

Ao departamento de Geografia da PUC-Rio, por todas as contribuições acadêmicas e oportunidades. É com enorme satisfação que compartilho minha trajetória acadêmica e profissional com vocês, professores admiráveis.

A secretaria do Departamento de Geografia da PUC-Rio, por toda atenção durante esses últimos anos.

Aos meus colegas de turma, pelas deliciosas tardes que compartilhamos. Já sinto muitas saudades! Em especial a Maria Luciene por muitas trocas no processo dessa pesquisa.

Aos colegas da Embrapa Solos e do IIS. Em especial ao Carlos Alho, grande amigo, que muito contribui para o meu trabalho com conselhos e sugestões nesses últimos anos. A Ellen Fonte e Juliana Silveira do IIS pela ajuda em algumas etapas desse trabalho. A Ana Hardman, Gabriel Galvão, Luisa Lemgruber, Maiara Mendes e Vanderlucio Santana por toda ajuda no campo. Ao Gabriel Paes, amigo de longa data na PUC-Rio, pelos conselhos e ajuda no campo. A Associação do Mico Leão-Dourado e viveiristas por sempre me receberem tão bem.

Ao meu namorado Lucas Marins, por todo amor, incentivo, conselhos e apoio nos momentos mais difíceis.

E a minha família, aos meus pais Jose e Maria, por todo investimento e apoio em minha trajetória acadêmica; e aos meus irmãos Adriana e Alexandre por acreditarem em mim. Vocês são meus pilares e minha inspiração diária.

Resumo

Rodrigues, Aline Furtado; Latawiec, Agnieszka Ewa (Orientadora); Novotny, Etelvino Henrique (Coorientador). **O efeito do biocarvão em mudas de Mata Atlântica: uma análise ambiental e socioeconômica**. Rio de Janeiro, 2017. 105 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O bioma da Mata Atlântica, após cinco séculos de degradação, hoje está disposto em pequenos fragmentos florestais. Projetos que busquem recuperar a floresta para reaver o habitat de milhares de espécies endêmicas e garantir a provisão de serviços ecossistêmicos são urgentes. Um dos obstáculos na restauração é a produção de mudas, visto que se observa baixo desempenho para algumas espécies e alto custo. Nesse contexto, o presente estudo avaliou o efeito do biocarvão na composição dos substratos para mudas de espécies da Mata Atlântica usadas na restauração florestal. O biocarvão é um produto obtido a partir da pirólise de resíduos, que pode ser aplicado aos solos para melhorar sua qualidade nutricional. Nesse estudo o biocarvão foi produzido a partir de Gliricidia. As espécies utilizadas no experimento foram: *Schinus terebinthifolius*, *Cariniana legalis*, *Senna multijuga* e *Trema micrantha*. Os tratamentos foram (30 repetições cada): controle, 20% de biocarvão, 40% de biocarvão e calcário. A germinação, altura e o diâmetro do coleto das mudas foram mensurados mensalmente. Grupos focais com os viveiristas e entrevistas com os técnicos foram realizadas, assim como, análise de custo-benefício dos substratos. Após a fase nos viveiros as mudas foram transplantadas para uma área degradada e foi adicionado hidrogel em metade dessas plantas. A taxa de sobrevivência foi calculada. O substrato com biocarvão apresentou o melhor custo-benefício para a *Schinus terebinthifolius*, *Senna multijuga* e *Trema micrantha*. O uso do biocarvão como uma alternativa para os substratos foi de interesse para a grande maioria dos viveiristas. No plantio, as mudas de *Schinus terebinthifolius* apresentaram alta taxa de sobrevivência; ao contrário da *Cariniana legalis* que apresentou baixa sobrevivência para os tratamentos com biocarvão; e as de *Senna multijuga* e *Trema micrantha* de sobrevivência elevada a moderada.

Palavras-chaves

Restauração florestal; Floresta tropical; Viveiros; Substratos.

Abstract

Rodrigues, Aline Furtado; Latawiec, Agnieszka Ewa (Advisor); Novotny, Etelvino Henrique (Co-advisor). **The effect of biochar in Atlantic Forest Seedlings: environmental and socio-economic analysis**. Rio de Janeiro, 2017. 105 p. Dissertação de mestrado – Departamento de Geografia e Meio Ambiente, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The Atlantic Forest biome, after five centuries of degradation is now disposed in small forest fragments. Projects that aim to recovery the forest in order to re-establish the habitat of thousands of endemic species and guarantee the provision of ecosystem services are pressing. Poor seedling production with low performance of some species and high costs is an obstacle to restoration. In this context, this study assessed the effect of biochar on Atlantic Forest seedlings used in restoration. Biochar is obtained from residue pyrolysis, which can be applied on soil to improve its nutritional quality. In this study biochar was produced from Gliricidia. The species used in experiment were: *Schinus terebinthifolius*, *Cariniana legalis*, *Senna multijuga* and *Trema micrantha*. The treatments used (30 repetitions each) were: control, 20% of biochar, 40% of biochar and limestone. The species' germination, height and stem diameter were measured monthly. Focal groups with *viveiristas* and interviews with stakeholders and cost-benefit analyses of the substract were carried out. After the fase in the nurseries the seedlings were tansplanted to a degraded area and hydrogel was added in half of these plants. The survival rate was calculated. For *Schinus terebinthifolius*, *Senna multijuga* and *Trema micrantha* the use of biochar in its substrates showed the best cost-benefit. Using biochar as alternative in substrates compounds attracted the interest of the vast marjority of *viveiristas*. In planting, *Schinus terebinthifolius* seedlings showed a high survival rate; as opposed to *Cariniana legalis* that presented low survival for the treatments with biochar; and *Senna multijuga* and *Trema micrantha* of high to moderate survival.

Keywords

Forest Restoration; Atlantic Forest; Nurseries; Substrates.

Sumário

1- Introdução	15
1.1 – Questão norteadora	17
1.2 – Objetivos	17
1.3 – Hipóteses	18
2- Transformando a paisagem da Mata Atlântica	19
2.1 – O conceito de paisagem e seu uso na geografia	19
2.2 – O bioma de Mata Atlântica e seu histórico de uso e ocupação	26
2.3 – A bacia do rio São João e seu histórico de uso e ocupação	31
2.4 – Restauração florestal na Mata Atlântica	34
2.5 – Projeto de restauração florestal na bacia do Rio São João	39
2.6 – As espécies nativas da Mata Atlântica	42
3- O biocarvão na restauração florestal	44
3.1 – O que é biocarvão?	44
3.2 – O biocarvão na matéria orgânica do solo	47
3.3 – O biocarvão na restauração florestal	48
4- Procedimentos Metodológicos	50
4.1 – Caracterização da área de estudo	50
4.2 – Biocarvão	52
4.2.1 – Produção do biocarvão derivado de Gliricidia	52
4.2.2 – Análise elementar	53
4.2.3 – Caracterização do biocarvão por RMN do ¹³ C	53
4.3 – Viveiros	54
4.3.1 – Descrição do experimento	54
4.3.1.1 – Descrição das espécies selecionadas	54
4.3.1.2 – Substratos do experimento	57
4.3.2 – Análise de fertilidade dos substratos	58
4.3.3 – Germinação das mudas	59

4.3.4 – Medidas de altura e diâmetro das mudas	59
4.4 – Plantio das mudas na área experimental	60
4.4.1 – Sobrevivência das mudas nos meses iniciais	60
4.5 – Recolhimento de dados sociais	61
4.5.1 – Grupo focal com os viveiristas	61
4.5.2 – Entrevistas com técnicos	61
4.6 – Análise de dados econômicos	62
5- Resultados e discussões	63
5.1 – Análise elementar e espectroscópica por RMN do ¹³ C do Biocarvão	63
5.2 – Atributos químicos dos substratos	65
5.3 – Germinação	66
5.4 – Análise de crescimento das mudas	68
5.5 – Sobrevivência das mudas na área experimental	74
5.6 – Percepção dos viveiristas e técnicos	79
5.7 – Análise de custo e benefício do substrato	82
6- Considerações finais	86
7- Referências bibliográficas	88
8- Anexos	100

Lista de figuras

- Figura 1-** Mapa do bioma da Mata Atlântica com indicação de áreas potenciais para a restauração; remanescentes florestais; e limites originais da Mata Atlântica. Fonte: PINTO *et al.*, 2014. 27
- Figura 2-** Imagem da Reserva Biológica de Poço das Antas. Fonte: Luis Paulo Ferraz. 34
- Figura 3-** Imagens do mico-leão-dourado e do preguiça-de-coleira. Fonte: ICMBio e Savio Freire Bruno. 40
- Figura 4-** Esquema ilustrativo das Unidades de Conservação existentes na bacia do rio São João. 41
- Figura 5-** Biocarvão derivado de *Gliricidia* produzido na Embrapa Agrobiologia. Fonte: IIS 45
- Figura 6-** Mapa com os limites da bacia do rio São João e os locais de amostragem na bacia. 50
- Figura 7-** Mapa com a localização dos dois viveiros e do plantio na bacia do rio São João. 51
- Figura 8-** Imagens do forno denominado de “um latão” utilizado para a produção do biocarvão. 53
- Figura 9-** Imagens das sementes das espécies plantadas nos viveiros. 1- *Schinus terebinthifolius*, 2- *Cariniana legalis*, 3- *Senna multijuga* e 4- *Trema micrantha*. Fonte: IIS e Instituto Brasileiro de Florestas. 58
- Figura 10-** Diagrama de Van Krevelen para diferentes biocarvões. Fonte: bagaço de *Saccharum officinarum* (DELA PICCOLA, 2013) e *Eucalyptus dunnii* (ALHO, 2013). 64
- Figura 11-** Espectro de RMN do ¹³C do biocarvão derivado de *Gliricidia*

utilizado no experimento.	65
Figura 12- Germinação das mudas sobre diferentes tratamentos dentro de cada espécie.	67
Figura 13- Altura e diâmetro de sete meses de mudas de <i>Schinus terebinthifolius</i> em diferentes substratos.	69
Figura 14- Altura e diâmetro de sete meses de mudas de <i>Cariniana legalis</i> em diferentes substratos.	70
Figura 15- Altura e diâmetro de sete meses de mudas de <i>Senna multijuga</i> em diferentes substratos.	71
Figura 16: Altura e diâmetro de setes meses de mudas de <i>Trema micrantha</i> em diferentes substratos.	72
Figura 17- Sobrevivência da <i>Schinus terebinthifolius</i> dentro de cada tratamento no plantio.	75
Figura 18- Sobrevivência da <i>Cariniana legalis</i> dentro de cada tratamento no plantio.	76
Figura 19- Sobrevivência da <i>Senna multijuga</i> dentro de cada tratamento no plantio.	77
Figura 20- Sobrevivência da <i>Trema micrantha</i> dentro de cada tratamento no plantio.	78
Figura 21- Benefícios de se ter um viveiro na visão dos viveiristas (a) e dos técnicos (b).	79
Figura 22- Dificuldades relacionadas aos viveiros na visão dos viveiristas (a) e dos técnicos (b).	80
Figura 23- Principal problema na produção das mudas na visão dos	

viveiristas (a) e dos técnicos (b). 80

Figura 24- Custo-benefício dos substratos testados na *Schinus terebinthifolius*. 82

Figura 25- Custo-benefício dos substratos testados na *Cariniana legalis*. 83

Figura 26- Custo-benefício dos substratos testados na *Senna multijuga*. 84

Figura 27- Custo-benefício dos substratos testados na *Trema micrantha*. 84

Lista de tabelas

Tabela 1- Quantidade de componentes usados para a composição dos substratos controle formados nos dois viveiros.	57
Tabela 2- Caracterização elementar do biocarvão derivado de <i>Gliricidia</i> utilizado no presente estudo; de biocarvão derivado de <i>Eucalyptus dunnii</i> ; e de biocarvão de bagaço de <i>Saccharum officinarum</i> .	63
Tabela 3- Caracterização química dos substratos utilizados no experimento.	66
Tabela 4- Análise de variância (ANOVA) das espécies analisadas com medidas repetidas para altura.	73
Tabela 5- Análise de variância (ANOVA) das espécies analisadas com medidas repetidas para diâmetro.	73
Tabela 6- Teste de Tukey ($p < 0.05$) dos tratamentos para altura e diâmetro.	73
Tabela 7- Custo do substrato calcário fornecido pela AMLD e viveiristas em $0,625 \text{ m}^3$.	85
Tabela 8- Custos dos substratos dos diferentes tratamentos para cada viveiro.	85

Lista de abreviaturas e siglas

APP - Área de Preservação Permanente

AMLD - Associação do Mico-Leão-Dourado

C - Carbono

Ca - Calcio

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

K - Potássio

Mg - Magnésio

MMA - Ministério do Meio Ambiente

N - Nitrogênio

Na - Sódio

P – Fósforo

REBIO - Reserva Biológica

RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural

TPI - Terra Preta de Índio

UC - Unidade de Conservação

1.

Introdução

A geografia é uma ciência que tem se empenhado desde a sua fundação em compreender os fenômenos naturais e humanos. E tem através do conceito de paisagem explorado os processos da relação homem-natureza, contribuindo sobremaneira para os estudos nesse campo. Dentre diversos temas, em âmbito brasileiro, destaca-se a modificação no bioma de Mata Atlântica, reconhecida pelo caráter agressivo de transformação das florestas nos últimos cinco séculos.

Foi no Séc. XV, com o colonialismo que a Mata Atlântica experimentou pela primeira vez elevada perda de habitat derivada de uma intensa atividade antrópica concentrada no litoral do Brasil. A história de ocupação do país pelo litoral muito tem a revelar sobre a perda de recursos naturais, permitindo um melhor entendimento sobre o quadro atual do bioma que muito tem preocupado os ambientalistas. A Mata Atlântica se estende por longa faixa latitudinal no litoral, com ampla faixa longitudinal e que abriga milhares de espécies endêmicas, possuindo atualmente uma cobertura vegetal original no Brasil de 11,4% a 16% (RIBEIRO *et al.*, 2009). Os maiores fragmentos estão localizados nas regiões serranas do Brasil, como a Serra do Mar, preservados pela dificuldade de acesso e uso do solo.

A degradação do bioma de Mata Atlântica derivado da expansão das áreas urbanas, agropastoris e do extrativismo, afeta a fauna e flora nativa, solos, sistemas aquáticos e as comunidades que dependem diretamente dos recursos naturais existentes nesse domínio. Diante desses problemas, iniciativas como o Pacto da Restauração da Mata Atlântica, que busca restaurar o que foi desmatado se faz necessário e urgente, sendo um esforço conjunto de diversas instituições dentre elas o governo federal, estadual e municipal, setores privados, instituições de pesquisa, organizações não governamentais, proprietários rurais, comunidades locais, associações e cooperativas, comitês de bacias, etc (PINTO *et al.*, 2009). A restauração segundo a *Society for Ecological Restoration* (SER), é a ciência prática e também a arte de assistir e manejar à recuperação dos processos ecológicos dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos,

considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais. Tem por objetivo recuperar a funcionalidade do ecossistema afetado.

Estudos indicam que o estado do Rio de Janeiro em 1.500, apresentava uma cobertura florestal da ordem de 97% de seu território composta por Mata Atlântica e ecossistemas associados como matas de altitude, manguezais e restingas (RAMBALDI *et al.*, 2003a). Dados mais atuais do SOS Mata Atlântica e INPE (2016) indicam que em 2014-2015, o estado apresentava 18,7% de remanescente desse bioma. Toda essa perda da cobertura original é decorrente do processo de ocupação do estado que levou a ameaça de extinção de diversas espécies nativas nos últimos anos, como por exemplo, o emblemático mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*).

Dentre as diversas regiões do estado do Rio de Janeiro afetadas pelo desmatamento, deve-se destacar a região das baixadas litorâneas e a região norte fluminense, que vêm sofrendo intensa transformação nas últimas décadas. As modificações ocorreram principalmente pela atividade petrolífera, expansão turística e a construção da Rodovia Amaral Peixoto, ocasionando degradação ambiental e um rápido processo de urbanização. Mudanças na estrutura da população e habitação, produção de lixo e poluição foram características que se acentuaram nessas regiões após a expansão dessas atividades.

A bacia do rio São João, área da presente pesquisa, está situada na região das baixadas litorâneas e sofreu impactos decorrentes desses processos. É marcante a presença não só de áreas degradadas, mas também de remanescentes florestais, esperança para uma nova conexão entre florestas e ampliação do habitat de diversas espécies. Nesse sentido, a presente pesquisa busca otimizar os meios de produção de mudas de Mata Atlântica com o uso do biocarvão, produto derivado de resíduos, que no caso desse estudo é originado a partir de *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.). O biocarvão tem apresentado potencial para sequestro de gases do efeito estufa e usos na agricultura, porém seu uso na restauração é recente. O propósito é desenvolver possíveis técnicas que venham a auxiliar na reparação dos danos causados pelo homem nos últimos séculos, restaurando áreas do bioma da Mata Atlântica.

1.1.

Questão norteadora

O biocarvão, derivado de *Gliricidia*, incorporado ao substrato usados em dois viveiros em Casimiro de Abreu – Rio de Janeiro, pode melhorar o desempenho de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica, tanto na fase de desenvolvimento nos viveiros como após o plantio no campo?

1.2.

Objetivos

O trabalho tem por objetivo geral avaliar o desempenho do biocarvão, derivado de *Gliricidia*, na produção de mudas de Mata Atlântica direcionadas à restauração florestal visando identificar se esse condicionador de solo pode melhorar o desempenho dessas mudas. E os objetivos específicos serão:

- (I) Avaliar o desempenho das mudas durante oito meses nos dois viveiros selecionados.
- (II) Avaliar o potencial do biocarvão como alternativa para o substrato de mudas e verificar os efeitos (calagem, fonte de nutrientes, tratamento de resíduos, diminuição de custos) que possam subsidiar os viveiristas.
- (III) Avaliar o interesse dos viveiristas em usar o biocarvão.
- (IV) Avaliar o custo-benefício dos substratos investigados em relação as espécies.
- (V) Avaliar a sobrevivência das mudas após o plantio em uma área degradada entre dois fragmentos de Mata Atlântica (corredor ecológico).

1.3.**Hipóteses**

- I) O biocarvão pode diminuir a acidez do solo
- II) O biocarvão pode aumentar a disponibilidade de macronutrientes (presente nas cinzas) para as plantas
- III) O biocarvão pode ser usado para melhorar o desempenho de mudas
- IV) O biocarvão pode substituir parte do substrato das mudas
- V) O biocarvão pode diminuir o custo de produção de mudas

2.

Transformando a paisagem da Mata Atlântica

2.1.

O conceito de paisagem e seu uso na geografia

A paisagem é um dos conceitos chave da geografia que tem variado ao longo do tempo e espaço. Já obteve caráter de conceito central na disciplina, para depois ser relegado a uma posição marginal em detrimento de outros conceitos. A partir do senso comum, a paisagem se reduz a uma porção do espaço de campo visual relativo a um observador geralmente situado, ou seja, ao espaço abarcado pela visão de um observador geralmente situado sob um terreno elevado (SANTOS, 1988; HOLZER, 1999; SOUZA, 2013; BESSE, 2014). Porém, está definição é simples demais para a complexidade intrínseca ao conceito. Assim, explorar essa complexidade se torna fundamental para os estudos da paisagem, e é a partir desse ato que avanços admiráveis na ciência tem ocorrido.

O uso da palavra paisagem é antigo. Na cultura oriental e árabe a palavra paisagem era associada a natureza; na italiana a uma noção estética e artística do território visto de cima, território esse cultivado, rural e habitado; na francesa relacionada às características físicas de uma região; na portuguesa a pinturas de figuras em panos ou em referência a um país e região. Para a cultura inglesa o “*landscape*” tem o sentido de formatação da terra associado às formas físicas e culturais; e na alemã a “*Landschaft*” refletia a combinação de um povoado e seus residentes. Assim, de maneira geral podemos dizer que nas línguas orientais a paisagem teve sua origem associada aos elementos da natureza, e nas línguas ocidentais associada a presença humana no espaço (SANSOLO, 2007).

Na história da geografia, foi com o alemão Alexandre Von Humboldt¹ no século XIX que o conceito de paisagem foi utilizado pela primeira vez de forma científica. Seus estudos da composição florística do novo mundo, se dava a partir de observações, registros, descrições, deduções e induções buscando uma

¹ Alexander Von Humboldt é considerado o pai da geografia e de outras ciências. Descreveu pela primeira vez a paisagem da América do Sul, sob uma perspectiva científica e interdisciplinar.

abordagem integrada dos componentes da paisagem. Com o passar do tempo no início do século XX, temos a contribuição do francês Paul Vidal de La Blache, que definiu a paisagem como uma fisionomia, que é resultado da relação entre habitantes e o uso que fazem de recursos naturais em uma determinada região e tempo. Os norte-americanos Carl Troll e Carl Sauer também tiveram sua contribuição. Troll tratou a paisagem como objeto da geografia em estudos que correlacionavam as ciências naturais, humanas, econômico-sociais, sendo todos esses itens considerados uma unidade orgânica em uma determinada escala (SANSOLO, 2007). E Sauer definiu a paisagem como uma união das qualidades físicas da área do homem, e das formas como estas eram utilizadas, construindo o que ele denominou de geografia cultural.

Do início do Século XX até os anos 60 a preocupação da geografia com a paisagem era estabelecer bases metodológicas direcionadas a diversos programas de estudos. Após a década de 60, Carl Sauer adiciona a importância do pensamento humano embutido de influências nos estudos da paisagem (COSGROVE, 2004), assim como o russo Viktor Sotchava, que contribui com a ideia da paisagem como uma categoria de análise integradora e dinâmica, em que os elementos não devem ser analisados de forma separada (SANSOLO, 2007). No final do século XX e início do século XXI, o avanço ocorre na percepção do homem como um item a ser investigado na paisagem e não apenas como um contemplador (SOUZA, 2013; HOLZER, 1999).

A inclusão do homem na paisagem reforça a amplitude do conceito, uma vez que cada indivíduo é diferente. Ou seja, cada ser humano constrói diferentes dinâmicas e processos em sua relação com a natureza e com outros seres humanos. Cada ser faz parte de uma cultura, participando da paisagem tanto de maneira individual como coletiva. Metzger (2001, p.2) também destaca essa pluralidade de formas de estar e ver a paisagem:

Pintores, geógrafos, geólogos, arquitetos, ecólogos, todos tem uma interpretação própria do que é uma paisagem. Apesar da diversidade de conceitos, a noção de espaço aberto, espaço “vivenciado” ou de espaço de inter-relação do homem com o seu ambiente está imbuída na maior parte dessas definições. Esse espaço é vivenciado de diferentes formas, através de uma projeção de sentimentos ou emoções pessoais, da contemplação de uma beleza cênica, da organização, o planejamento da ocupação territorial, da domesticação ou

modificação da natureza segundo padrões sociais, do entendimento das relações da biota com o seu ambiente, ou como cenário/palco de eventos históricos.

Assim, pelo fato de cada observador possuir uma história de vida e um determinado conhecimento científico e cultural, vivenciando e observando de maneira diferenciada a paisagem, esta nunca poderá ser tida como padrão. O aparelho cognitivo de cada um tem importância crucial nesse entendimento, pelo fato que todo conhecimento, seja ela formal ou informal, é feita de forma seletiva, reforçando a ideia de que pessoas diferentes apresentam diversas versões sobre um mesmo fato (SANTOS, 1988). E são a partir dessas visões variadas que o conceito se torna cada vez mais rico para a geografia e ciências afins.

É importante está consciente que toda paisagem é repleta de significados e símbolos de influência cultural, que ao mesmo tempo que influencia é também influenciada. Neste sentido, Berque (1988, p.84) elucida:

A paisagem é uma marca, pois expressa uma civilização, mas é também uma matriz porque participa dos esquemas de percepção, de concepção e de ação – ou seja, da cultura – que canalizam, em um certo sentido, a relação de uma sociedade com o espaço e com a natureza e, portanto, a paisagem de seus ecúmenos. E assim, sucessivamente, por infinitos laços de codeterminação.

Carl Sauer foi um dos primeiros autores que associou paisagem a cultura, abordando a capacidade do homem em transformar a natureza através de práticas como o uso do fogo, domesticação de plantas e animais, crença religiosas, sistemas políticos, entre outros (COSGROVE, 2004; MORIN, 2007). Culturas dominantes em geral influenciam a forma de pensar de quem as retratam, buscando aumentar sua extensão de influência através dos elementos que compõem a paisagem. Reproduz de forma geral ideologias e valores masculinos, brancos, burgueses e heterossexuais (MORIN, 2007). O comportamento da sociedade influenciada pela cultura dominante se dá através de ações não reflexivas, rotineiras da vida cotidiana. Em contrapartida surgem a visão de grupo

de “minorias”², de grupo de mulheres, negros e pobres, que também fazem parte da composição da paisagem. Portanto, pode-se dizer que a sociedade está inserida em um contexto de produção e reprodução de paisagens de grupos dominantes, que já fazem parte do senso comum. Mas também inserida em paisagens de resistência, como de grupos de “minorias”.

Representações sociais da paisagem são comuns em pinturas, filmes, comerciais e mídias. Em uma paisagem é possível verificar conflitos sociais e culturais, presença do estado e interesses de grupos diferenciados. Dessa forma, não basta somente discutir o que é paisagem, mas também sobre o que a paisagem faz, como é produzida e como ela atua em práticas sociais (MORIN, 2007). E a geografia é uma ciência que busca elucidar os processos que configuraram tal paisagem, ordenando os elementos e percebendo as dinâmicas, na desordem em que a paisagem se expressa.

Marcelo Lopes de Souza (2013) aborda que “ é saudável ‘desconfiar’ da paisagem, e é conveniente sempre buscar interpretá-la ou decodificá-la a luz das relações entre forma e conteúdo, aparência e essência”. É importante destacar que todas as paisagens são carregadas de interesses ideológicos e manipuladas.

Deve-se destacar também que a paisagem é o resultado de camadas de história e processos sociais e naturais de um determinado local, que recebe influência de diversos fenômenos de maneira multiescalar. A paisagem é sempre uma herança, segundo Ab’Saber (2003, p.):

Todos os que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza atingem a ideia de que a paisagem é sempre uma herança. Na verdade, ela é uma herança em todo o sentido da palavra: herança de processos fisiogeográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades.

Portanto, a ideia de paisagem atrelada a herança deve ser o passo inicial para toda pesquisa científica, pois é de fundamental importância compreender os processos anteriores que ocasionaram a presente configuração. E embora se tenha

² Nas ciências humanas, esse grupo de minorias faz parte do que conhecemos como subcultura, indicando diferenciações dentro de uma cultura geral, e também da contracultura por estar em alguns casos, em conflito com a cultura dominante. Conflitos esses que se expressam de forma clara ou não nas paisagens.

um início para explorar o conceito, é necessário ter em mente que o mesmo não pode ser tido como algo fechado e definido. Sua imprecisão deve permanecer para apresentar novas possibilidades e potencialidades como ferramenta conceitual. A evolução do conhecimento teórico permite a evolução também da ciência prática, partes fundamentais de toda pesquisa.

A relação homem-natureza tem criado paisagens com enormes desafios sociais, culturais, econômicos, políticos, ambientais e sanitários. Desafios que necessitam ser levados a sério, por ameaçar o bem-estar não só humano mais de toda a natureza (BESSE, 2014). Nesse sentido, diversas áreas de estudos nas ciências ambientais, utilizando a paisagem como referencial empírico, têm surgido para apoiar pesquisas que busquem propor soluções para os problemas existentes. Dentre elas destacamos a ecologia da paisagem, a ecologia histórica e a história ambiental.

Assim como na geografia, a paisagem aparece como um dos conceitos chaves da ecologia. Desse modo, ao identificar temas correlatos nas pesquisas da geografia e da ecologia, Carl Troll na década de 30 do século passado, criou o termo ecologia de paisagem, incentivando uma maior colaboração entre as duas áreas científicas (NUCCI, 2007). Mesmo com os princípios da geografia, a ecologia de paisagem por vezes foi utilizada sem a inserção do homem nos seus estudos com um viés estritamente ecológico, como o famoso trabalho de Richard Forman (1995), que destaca as paisagens como mosaicos naturais. Dessa maneira, há de se destacar a contribuição da geografia para ecologia, ao trazer para as análises o ser humano, com sua dimensão sócio-cultural como parte pertencente a paisagem.

Assim sendo, a ecologia de paisagem deve ser compreendida como uma área de estudo que nasceu dentro da ecologia, com duas abordagens, sendo uma geográfica e a outra ecológica (METZGER, 2001). Considera que todos biomas florestais são resultados da relação do homem com a natureza em graus diferenciados, alterando a dinâmica ecológica pré-existente, visão importante nos estudos direcionados a conservação (ELLIS, *et al.* 2008). Eventualmente autores que trabalham com a ecologia da paisagem tendem a utilizar mais uma abordagem do que a outra, como por exemplo, estudos somente focados na relação entre meio

biótico e abiótico. Contudo, espera-se que a visão integradora da ciência que inclua também fenômenos sociais seja mantida para uma compreensão abrangente da paisagem.

A ecologia histórica desempenha sua análise através da compreensão dos itens e processos ecológicos, como a funcionalidade de ecossistemas, a composição e estrutura de comunidades etc. considerando legados históricos e atividades humanas (SOLORZANO *et al.*, 2009). Nesta perspectiva, merece destaque duas linhas metodológicas na ecologia histórica, uma que surge da ecologia em que a história está presente nos aspectos naturais, e a outra que surge da história, como relatos de usos passados e fotografias antigas (OLIVEIRA, 2005). A ecologia histórica busca investigar os fenômenos ecológicos de ecossistemas no passado e a sua evolução para o estado atual, assim como, inserir uma abordagem antropológica, a identificar variadas vias de utilização e modificação da natureza, a partir do comportamento de sociedades. O foco é estudar populações tradicionais, buscando obter dados do quadro natural (SOLORZANO *et al.*, 2009).

A história ambiental, por sua vez, surge na década 1970, período em que vem à tona a crise ambiental e social que abateu sobre o mundo após a metade do século passado. Sua contribuição inicial para a paisagem, surge com Roderick Nash, que parte do princípio de que a mesma deve ser interpretada como um documento histórico (WOSTER, 1991). O foco da história ambiental se baseia nos acontecimentos históricos que modificaram, e ao mesmo tempo, foram modificados pelo ambiente. Em outras palavras, tem por objetivo interpretar compreender como a natureza afetou o ser humano e, ao mesmo tempo, como a humanidade afetou o meio ambiente (WOSTER, 1990). Oliveira (2011, p10.) destaca:

Legados do passado, assim como aqueles ligados a eventos naturais, podem repercutir nos ecossistemas, controlar o funcionamento deles e persistir por centenas a milhares de anos, influenciando a estrutura da vegetação, a composição de espécies, a ciclagem de nutrientes, o fluxo da água e o clima. De forma cumulativa, esses legados vêm apresentando crescentes impactos globais nas funções ecológicas dos ecossistemas. No entanto, muitas vezes estão escondidos sob o véu de uma visão estática das paisagens, feita apenas a partir de sua configuração atual.

Dessa forma, percebemos que o uso da história ambiental em trabalhos da história, da ecologia e da geografia tem contribuído para uma análise integrada da paisagem, a partir da ideia de que a paisagem hoje é produto das relações de populações com seus ambientes. A história das Terras Pretas de Índio da Amazônia (TPI) (NOVOTNY *et al.*, 2009) e dos solos da atividade carvoeira no maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro (OLIVERIRA *et al.*, 2011), revelam a partir da história o que ocasionou as alterações desses solos. É necessário notar que tal área do saber permite uma nova maneira de olhar a paisagem, resultando em novos questionamento e informações acerca da história das sociedades (SOLORZANO *et al.*, 2009).

Os três campos do conhecimento (história, ecologia e geografia) apresentam diferenças e similaridades, por vezes com sobreposições de ideias. Portanto entender suas nuances permitem uma melhor compreensão de seus objetos de estudo que transitam pelo conceito de paisagem ou é a paisagem. A geografia é uma ciência que estabelece conexão com as três áreas, devido a seu caráter interdisciplinar e a capacidade de discursar sobre os aspectos físicos e humanos na atualidade, fruto de muitos conflitos e desafios.

Como resultado desses conflitos, extensas áreas florestais têm sofrido intensas transformações em suas paisagens, decorrentes de perturbações como ampliação de áreas para a agricultura, pastoreio, exploração de madeira e de minerais, e expansão urbana. Compreender os fundamentos históricos e a dinâmica ecológica e humana de cada localidade contribui para um estudo integrado das paisagens que se quer decodificar e transformar. Desde a década de 70 do século passado que a relação homem-natureza vem obtendo destaque nos grandes fóruns mundiais relacionados a mudanças ambientais globais. A partir de uma visão mais interdisciplinar, pesquisadores das áreas físicas e humanas têm buscado maior colaboração, a fim de romper com a visão tradicional limitante presente em diversas disciplinas (MORAN, 2013). Busca-se estabelecer uma visão mais integral do mundo em que vivemos, e assim propor soluções para os problemas que surgiram nos últimos anos, como poluição, extinção da fauna e flora e mudanças climáticas.

A reforçar o que foi citado anteriormente, a paisagem na geografia apresenta um sentido amplo e assim deve permanecer. Sua abrangência se apóia na dinâmica constante da relação homem-natureza. Engloba a ideia da visão que um observador consegue obter de uma área, visão essa em escalas diferenciadas de tempo e espaço, de marca expressa em materialidade, e também de matriz por participar dos esquemas de percepção, concepção e ação. É resultado de processos ecológicos e culturais, sendo ambos esquemas correlatos. Exige do pesquisador um esforço de interpretação, pois ao mesmo tempo que manifesta informações, esconde outras. Todos os significados acima são valiosos para o entendimento e noção de paisagem dentro da geografia e será utilizado como ferramenta conceitual na presente pesquisa.

2.2.

O bioma de Mata Atlântica e seu histórico de uso e ocupação

O bioma de Mata Atlântica se estende por longa faixa latitudinal no litoral, abrigando milhares de espécies endêmicas distribuídas em diferentes condições topográficas e climáticas, desde porções próximas ao mar até altitudes próximas a 2.700 m (METZGER, 2009). Apresenta atualmente pequenos fragmentos florestais originais e grande diversidade de espécies com elevado nível de endemismo, o que lhe conferem o status de um dos maiores *hotspots* do planeta (MYERS *et al.*, 2000) (Figura 1). O bioma possui florestas decíduas e semidecíduas no interior e formações mistas de araucária ao sul. Compreende também formações de mangues, restingas, formações campestres de altitude e várzeas (TABARELLI *et al.*, 2005). Essa configuração é o resultado da evolução de um conjunto de espécies do período em que a América do Sul estava conectada a África (há 100 milhões de anos) até o conjunto de espécies mais modernas resultantes, por exemplo, da expansão e retração de floresta atlântica durante o quaternário (BEHLING *et al.*, 2001; LEDRU *et al.*, 2007; JOLY *et al.*, 2014). Estudos indicam que o bioma da Mata Atlântica abriga uma diversidade de plantas por unidade de área maior do que a da Floresta Amazônica (COLOMBO *et al.*, 2010; JOLY *et al.*, 2014).

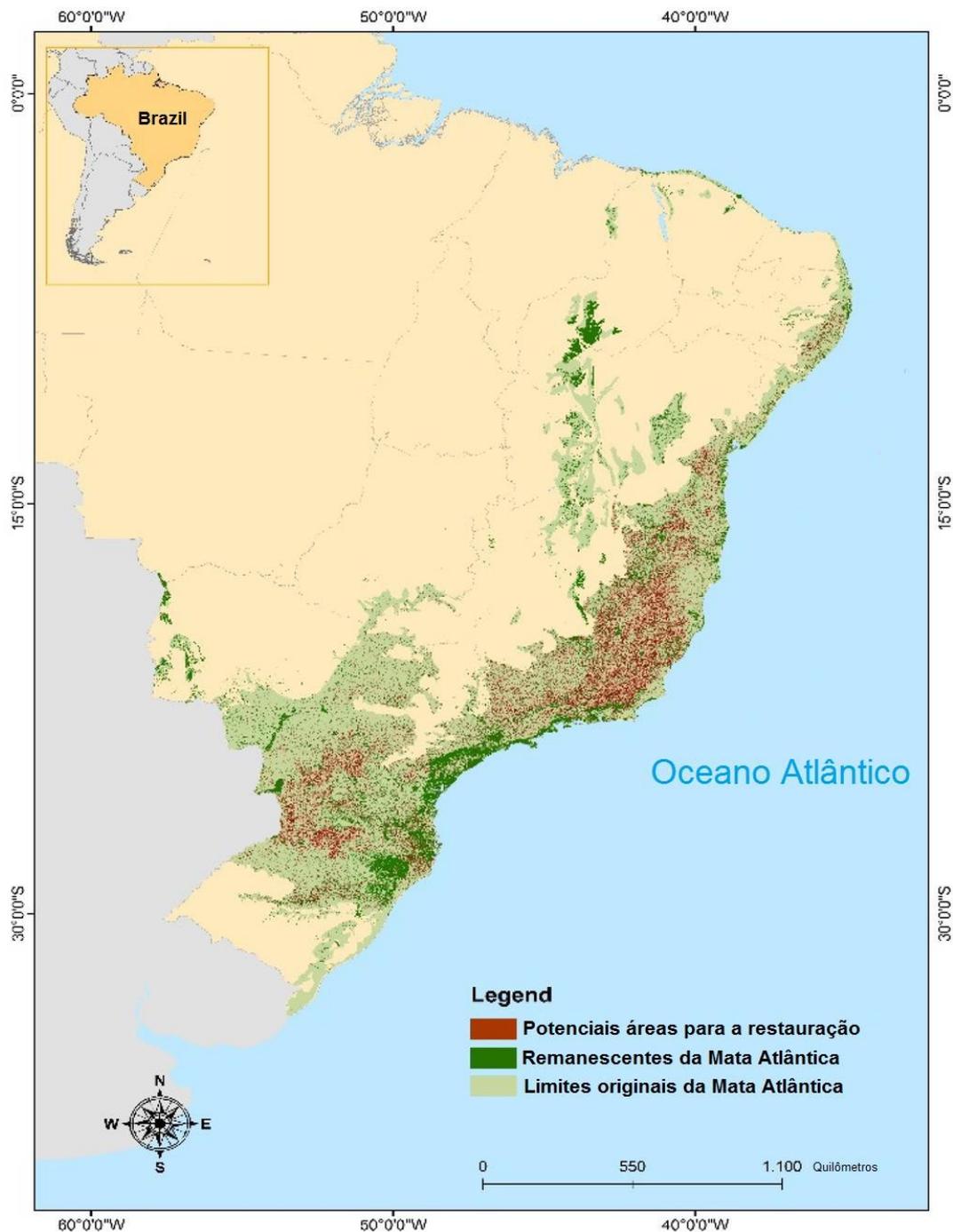


Figura 1- Mapa do bioma da Mata Atlântica com indicação de áreas potenciais para a restauração; remanescentes florestais; e limites originais da Mata Atlântica / Fonte: Pinto *et al.*, 2014.

As paisagens da Floresta Atlântica estão organizadas de acordo com a distância que possuem do oceano, a influência da distribuição de chuvas, a altitude e a durabilidade da estação seca em cada localidade (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2000). Estão sob elevada influência do clima tropical úmido, com

temperaturas médias entre 22 e 25°C, com exceção das matas de araucárias, que estão sob o clima subtropical com temperaturas médias de 12 a 22°C. De maneira geral, não presenciam longos períodos de seca durante o ano, com apenas dois meses de escassez de umidade, com exceção das florestas semidecíduais e decíduais, com estações secas que duram de 2 a 5 meses.

As transformações na paisagem de florestas tropicais não é um fenômeno com início no período colonial, mas sim anterior à essa época (DENEVAN, 1976; MEGUERS, 2003; CHAZDON, 2003). A grande diferença reside na forma como os paleoíndios, nativos do continente, se relacionavam com a natureza. O convívio entre o homem e a natureza era baseado na subsistência, sem acúmulo de matéria-prima e níveis menores de alterações na paisagem quando comparados com os colonizadores europeus. Ao contrário das intenções europeias do final do século XV e início do século XVI, que colocavam a ambição da exploração dos recursos naturais como prioridade. Motivados por forças políticas, sociais e econômicas da época, os colonizadores portugueses, chegaram às terras brasileiras em buscas de riquezas, acompanhados de doenças, intolerância com a cultura indígena, causando genocídio dos habitantes do continente. A paisagem na Mata Atlântica hoje, é resultado de todos esses acontecimentos e de outros processos que serão descritos a seguir.

Estudos indicam que os primeiros vestígios de interação do homem com a Mata Atlântica estão expressos na paisagem, como por exemplo, os montes de sambaquis³. São marcas e heranças deixadas pelos paleoíndios para atualidade que muito tem a revelar sobre o estilo de vida dos primeiros residentes das áreas litorâneas da região do domínio. Documentos históricos como cartas e diários de expedições sobre a América do Sul surgem a partir do século XVI, período em que os primeiros colonizadores europeus chegaram nesse território. Esse século simboliza o início das alterações mais intensas na paisagem da Mata Atlântica, uma vez que o interesse dos europeus era explorar os recursos naturais, escassos no velho continente. A exploração do pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) inicia o

³ O termo sambaqui surgiu no século XIX para designar os sítios de conchas de estruturas monticulares encontrados na costa brasileira (TEIXEIRA et al., 2012).

período do colonialismo, reconhecido pela retirada de matéria prima da América do Sul e envio para as metrópoles europeias.

No século XVII ocorreu a introdução da cana-de-açúcar no litoral do país, promovendo a substituição de áreas de Mata Atlântica para o plantio de extensos canaviais, além da substituição de áreas florestadas para a formação de núcleos densos e descontínuos de população. Em consonância com a atividade canavieira, tem-se a expansão do início da atividade pastoril principalmente na porção nordeste do país. No século XVIII destaca-se o ciclo mineiro, responsável por alterar a paisagem da Mata Atlântica interiorana, como exemplifica Moreira (2012, p. 63):

O surto mineiro terá efeito multiplicador no povoamento do hinterlândia, para ele atraindo, de modo intenso por quase um século, colonos novos, escravaria das regiões agrícolas em crise e nova, gado do nordeste e do sul. Mesmo assim, o povoamento manter-se-á costeiro, reforçando-se com o declínio da mineração. (...). Este é um quadro parcial, no entanto, da real organização espacial do período.

O ciclo mineiro foi de importância crucial no desenvolvimento de cidades, comércio e novas rotas de escoamento de mercadorias no interior do país. No entanto, se manteve no litoral de forma expressiva as principais atividades econômicas e desenvolvimento de cidades nessa época, uma vez que era a localização chave de trocas com o comércio exterior. Os séculos XIX e XX marcam o ciclo do café, período em que as cercanias do Rio de Janeiro foram ocupadas por esse cultivo até chegar ao vale do rio Paraíba do Sul. Posteriormente, a ocupação se deu também no Espírito Santo (sul), Minas Gerais (sul e mata) e São Paulo (leste e norte), formando grandes latifúndios (TABARELLI *et al.* 2005; MOREIRA, 2012). O grande problema do cultivo do café foi destacado por Dean (1996, p. 196):

Nas plantações do Rio de Janeiro, plantações velhas não eram replantadas, mas abandonadas, e novas faixas de floresta primária eram então limpas para manter a produção. O café avançou, portanto, pelas terras altas, de geração para geração, nada deixando em seu rastro além de montanhas desnudas (...) Uma patrulha de reconhecimento foi encarregada de localizar espécies consideradas como “padrões” indicadores dos melhores locais para os cafezais.

O cultivo do café representou desenfreada devastação da Mata Atlântica, em função do valor que o produto tinha no mercado europeu. Ocasionalmente ocasionou o crescimento demográfico, a implantação de mais ferrovias e o processo de urbanização nas cidades do entorno. Se estendeu sobre os solos florestais férteis, que logo se esgotaram, frente ao péssimo manejo do cultivo. A infertilidade dos solos contribuiu para a decadência dessa cultura e aos poucos, as áreas abandonadas foram dando lugar ao capim. Nesse cenário, parte da floresta mantida pelo difícil acesso nas áreas de exploração de café, também se tornaram ameaçadas.

Os ciclos primários da economia descritos anteriormente não representaram o fim das práticas devastadoras da natureza, pois com a industrialização do país nos anos do início do século XX, associado ao contínuo crescimento demográfico e a expansão da fronteira agrícola, a pressão sobre os fragmentos florestais se manteve evidente. O comércio e a indústria desejavam as matérias-primas da Mata Atlântica (DEAN, 1996). Assim como dependiam inicialmente de madeira para alimentar de energia suas indústrias, pois, a lenha foi a produção principal de energia no Brasil até 1967 (BRITO, 1997).

O histórico de uso e ocupação da Mata Atlântica por pouco mais de cinco séculos afetou claramente a diversidade de sua biota e a degradação de seus solos (JOLY *et al.*, 2014). O resultado de todo esse processo de transformação da paisagem foi a perda de 93% de sua área original (MYERS *et al.*, 2000). A Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, são os maiores fragmentos florestais atualmente, e só escaparam do acentuado desmatamento devido ao difícil acesso ao terreno (RIBEIRO *et al.*, 2009, COLOMBRO *et al.*, 2010). Esses fragmentos, mesmo inseridos na categoria de áreas protegidas, sofrem com a caça contínua (CULLEN Jr. *et al.*, 2000)

Áreas de florestas são perdidas anualmente em todo o mundo. São convertidas em paisagens antropicamente influenciadas, resultando em vegetação remanescente disposta em pequenos fragmentos. A Mata Atlântica, inclusa nesse cenário de perda de habitat anual, possui grandes desafios, pois é o domínio que abriga as maiores metrópoles do Brasil e é palco diário de processos de crescimento agropastoris, silviculturais e urbano. Uma população de 120 milhões

de habitantes vive no domínio (CALMON *et al.*, 2011; JOLY *et al.*, 2014) e depende de seus serviços ecossistêmicos. Dessa forma, conciliar a vida do homem e a restauração do bioma, investigando os sistemas socioecológicos desses remanescentes, devem ser premissas fundamentais para o Brasil. Abordagens interdisciplinares, de ciências da natureza e sociais, devem unir forças para o estudo da restauração florestal, de forma a mudar os rumos da história do bioma, conectando fragmentos existentes ou propiciando o surgimento de novos remanescentes.

2.3.

A bacia do rio São João e seu histórico de uso e ocupação

A bacia do rio São João, está situada no estado do Rio de Janeiro, na região das baixadas litorâneas, localizada entre as coordenadas 22°20' e 22°50' de latitude sul e 42°00' e 42°40' de longitude oeste (CIDE, 2001; ICMBio, 2008). Faz parte do domínio da Mata Atlântica, entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico. Apresenta uma extensão de 63 km no sentido leste-oeste e 43 km de norte-sul, com uma área de 2.160 km² (CILSJ, 2007). O relevo é diverso apresentando serras, planaltos, colinas e grandes baixadas (CUNHA, 1995). As características do relevo possuem grande influência no clima da região, que condicionam maiores pluviosidades nas áreas dos maciços costeiros e escarpas serranas, quando comparados com as baixadas litorâneas. As chuvas se concentram normalmente, nos meses de dezembro a março, e o período seco de julho a agosto (BIDEGAIN *et al.*, 2004). Abrange seis municípios: Silva Jardim, Araruama, Casimiro de Abreu, Cachoeira de Macacu, Rio Bonito e Cabo Frio. Tem suas nascentes na serra do Sambé, no município de Cachoeira de Macacu (CUNHA, 1995). O Rio São João é o principal rio da bacia hidrográfica, apresentando assim importância regional, pois abastece água para toda região dos Lagos através do reservatório de Juturnaíba. Esse abastecimento só é possível devido à proteção da Serra do Mar, que exerce papel de produtora de água para todos os municípios (BIDEGAIN *et al.*, 2004).

O histórico de uso e ocupação da bacia do Rio São João pode ser dividido em dois períodos: o primeiro referente a uma fase de ocupação até a década de 70 do século passado; e o segundo referente aos anos seguintes marcados pelos projetos de intervenção na bacia. Documentos históricos indicam que no século XVIII, a bacia foi bastante atraída pelos colonos e interessados nas terras férteis e boas condições de navegação do rio (SOFIATTI NETTO, 2001). Era um rio bastante utilizado para o transporte de madeira de fazendas da região para abastecer locomotivas na metrópole do Rio de Janeiro. Obras modificando sua condição natural foram realizadas no período com o objetivo de facilitar a construção da BR101. As principais atividades no passado eram a extração de madeira, cana-de-açúcar, café e produção de carvão, que já no segundo período, foram substituídas pelas atividades agropastoris e cultivos cítricos (BARROS, 2007; ICMBio, 2008).

Estudos indicam que até 1956, a bacia do Rio São João guardava muitas de suas características originais. E foi na década de 70 e 80 do século passado, que obras como canalização dos principais rios, drenagem de várzeas e a construção da represa de Juturnaíba se iniciaram na bacia do rio São João (CUNHA, 1995). Essas obras apresentaram vários atrasos devido à interrupções de liberação de verbas, problemas relacionados as características físicas do terreno e pela falta de áreas adequadas para extração de terra e pedras demandadas para a implementação da barragem. Foi somente no ano de 1984 que a represa foi finalizada (BARROS, 2007). As obras ocasionaram o desaparecimento da Lagoa de Juturnaiba e de trechos de rios próximos, inundou matas ribeirinhas e varzeas, além de dividir o Rio São João, isolando o curso baixo e médio. Todos esses fatores contribuíram para que a qualidade da água se deteriorasse (BIDEGAIN *et al.*, 2004).

Nos anos seguintes, o cultivo de arroz irrigado cresceu no baixo curso do rio, devido a farta disponibilidade de recursos hídricos e fácil captação; e ocorreu a ocupação da bacia principalmente na Zona Costeira, se tornando terras de alto valor imobiliário, principalmente nos municípios de Búzios, Arraial do Cabo e

Cabo Frio⁴. Durante anos a bacia do Rio São João sofreu intervenções mediante interesses políticos aliados a interesses de grandes fazendeiros locais, sem preocupações relativas a degradação ambiental e escassez da provisão de serviços ecossistêmicos. Mudanças micro-climáticas, alteração térmica das águas, submersão de relevos como planícies aluviais, processos de assoreamento no reservatório, redução das matas ciliares, alteração das áreas de mangues, desaparecimento das florestas de várzeas, entre outros, foram as consequências da criação da represa de Juturnaíba (CUNHA, 1995; BARROS, 2007).

Nos dias de hoje os principais usos da bacia do Rio São João são: o abastecimento público de água pelo grupo Águas de Juturnaíba e Prolagos para Búzios, Arraial do Cabo, Rio Bonito, Silva Jardim, Casimiro de Abreu, Araruama, São Pedro da Aldeia, Iguaba Grande e Saquarema; irrigação para diversas lavouras de inhame, arroz, cítricos entre outros; para o uso de indústrias como a Companhia Nacional de Alcális; apoiar a extração de areia; uso por animais domésticos; para a pesca seja ela de lazer ou profissional; e diluição de esgoto doméstico (BARROS, 2007). Esses usos implicam em problemas como alteração da velocidade do rio e resuspensão de sedimentos que afeta a vida de peixes (espécies como robalo, tainha e pitu não existem mais na parte superior do Rio São João), poluição pelo lançamento de esgoto que chega a represa, práticas agropecuárias que retiram a cobertura nativa da Mata Atlântica com potenciais danos aos solos e poluição pelo elevado uso de agrotóxicos nas culturas (BIDEGAIN *et al.*, 2004). A conservação dos 3.000 hectares de corpos hídricos dentro da Área de Proteção Ambiental é crucial para a manutenção das atividades na região (ICMBio, 2008).

Todas essas transformações na paisagem da bacia do Rio São João, foram resultado da relação homem-natureza mediada por interesses econômicos, sociais, culturais e políticos. Reconhecendo os problemas derivados dessas modificações na Mata Atlântica e na bacia, algumas iniciativas surgiram, como por exemplo, a criação em 1974 da Reserva Biológica de Poço das Antas/Mico leão dourado, sendo essa a primeira reserva biológica do país (ICMBio, 2008) (Figura 2).

⁴ Grande parte das residências desses municípios são denominadas de segunda residência, ou seja, residências de fins de semana ou de férias de moradores de cidades como o Rio de Janeiro (RJ), Niterói (RJ) e Juiz de Fora (MG).



Figura 2 – Imagem da Reserva Biológica de Poço das Antas / Fonte: AMLD, Luis Paulo Ferraz.

2.4.

Restauração florestal na Mata Atlântica

Desde os seus primórdios, a relação do homem com a natureza resulta em alterações nas paisagens. O uso que os produtores/proprietários agrícolas fazem de suas terras tem gerado impactos ambientais, sociais e econômicos de longo alcance desequilibrando ecossistemas no mundo todo (LATAWIEC *et al.*, 2017). No entanto, é importante destacar que existem níveis, desde alterações mínimas até aquelas que desequilibram todos os processos relacionados a fauna e a flora. O envolvimento da sociedade e da natureza nos estudos derivados de problemáticas ambientais, em que o social e o natural são concebidos como elementos de um mesmo processo receberam destaque a partir da década de 70 do século passado, quando Conferências Mundiais colocaram em destaque o modo violento de apropriação dos recursos pelo homem, propondo assim o desenvolvimento sustentável, que seria uma alternativa ao estilo de desenvolvimento difundido até

então. A restauração ecológica só cresceu após esse contexto, pois incentivos para recuperar biomas no mundo se tornaram evidentes e urgentes nesse período.

O conceito de restauração florestal é definido pela *Society for Ecological Restoration International* (SER) como (ARONSON *et al.*, 2011, p. 2):

“ a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo um nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais”.

A restauração florestal é a prática que se apoia na ecologia da restauração, uma ciência que desenvolve conceitos, modelos e ferramentas aos profissionais que trabalham com restauração, de modo a fornecer apoio às suas práticas (SER, 2004). É importante destacar que a restauração florestal agregou conhecimentos sobre os processos que ocorrem nos fragmentos, e foi através dessa prática que a ecologia da restauração avançou.

A restauração florestal deve ser compreendida como a atividade de recuperar os sistemas ecológicos e não somente introduzir qualquer espécie em determinada área para compor uma fisionomia vegetal (PINTO *et al.*, 2009). Considera a recuperação das áreas degradadas como um benefício social e econômico para a região em que o processo acontecerá. O reflorestamento, é um conceito que comumente tem sido usado como sinônimo de restauração florestal. Contudo, é importante esclarecer que o reflorestamento é o plantio de árvores, sejam elas nativas ou não, para a formação de uma estrutura florestal (ARONSON *et al.*, 2011). Os primeiros projetos de recuperação de áreas degradadas ocorreram a partir de projetos de reflorestamento, que forneceram suporte para o desenvolvimento do que hoje conhecemos como restauração florestal.

No caso da Mata Atlântica, o primeiro projeto de recuperação de uma área desmatada ocorreu no século XIX na Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro. Mediante ao intenso uso do solo nessa região por diversas atividades agropastoris e pressão urbana, diversos serviços ecossistêmicos foram comprometidos, dentre os quais, o fornecimento de água para toda a população urbana na época. Dados indicam que

no ano de 1844 a seca foi tão severa que o governo imperial brasileiro evidenciou com urgência a necessidade de desapropriar terras particulares próximas às nascentes, de forma a recompor sua vegetação nativa (DRUMMOND, 1988).

A partir desse contexto, o Imperador do Brasil na época, D. Pedro II contratou o major Manuel Gomes Archer⁵, administrador da floresta, para iniciar o primeiro projeto de reflorestamento da flora no Brasil. Foram identificadas como prioridades as encostas mais erodidas e locais que favorecessem a recomposição das matas próximas aos rios. No total foram plantadas 72 mil mudas de espécies nativas e exóticas em dois anos (1862-1874). Dentre as espécies plantadas destaca-se a jacarandá (*Machaerium sp.*), jaqueira (*Artocarpus integrifolia*), cedro rosa (*Cedrela fissilis*) e eucalipto (*Eucalyptus spp.*). As mudas utilizadas no plantio vieram da fazenda do major Acher em Guaratiba, Jardim Botânico do Rio de Janeiro e Floresta das Paineiras (DRUMMOND, 1988; DRUMMOND, 1997; FREITAS *et al.*, 2006; CALMON *et al.*, 2011). Acher, já naquela época, em muito de seus relatórios, demonstrava preocupação com a devastação das florestas brasileiras, pois sabia como o café e outras culturas no passado haviam arrasado os solos e as matas. Dessa forma, evidenciava a experiência da Floresta da Tijuca como um exemplo para as outras partes do país, incentivando o desenvolvimento de legislação e de profissionais para a atividade de reflorestamento (DRUMMOND, 1988).

A experiência da cidade do Rio de Janeiro entre outros projetos⁶ com a restauração baseada no plantio de árvores sem critérios ecológicos bem definidos, contribuíram com os erros para avanços na prática da restauração florestal e da ecologia da restauração como ramo do conhecimento. Foi somente nos anos 80 que as práticas de restauração começaram a incorporar os conceitos da ecologia florestal, utilizando espécies nativas conforme suas características na sucessão ecológica, e identificando os danos relacionados à introdução de espécies exóticas (BELLOTTO *et al.*, 2009). Assim, projetos com essa linha de pensamento nos

⁵O major Acher, embora fosse chamado de major, não era oficial do exército brasileiro. Segundo Drummond (1988), “ é provável que sua graduação traduzisse sua participação na Guarda Nacional”. As informações sobre Acher indicam que ele era um fazendeiro do sul da cidade do Rio de Janeiro. Não teve nenhum treinamento formal em botânica ou engenharia florestal, mas ficou conhecido pela afinidade com a flora, principalmente com relação as espécies arbóreas.

⁶Dentre alguns projetos mais antigos temos o projeto de reflorestamento do Parque Nacional do Itatiaia em 1954; o projeto no município de Cosmópolis em 1955; entre outros (BELLOTTO *et al.*, 2009).

anos seguintes foram sendo implementados. No entanto, foi constatada a necessidade de se manter a diversidade florestal, considerando as particularidades de cada espécie, e não somente o uso de critérios de sucessão ecológica. A partir desse princípio, as espécies foram também classificadas como de preenchimento ou de diversidade, considerando também o desenvolvimento das espécies no campo, já que algumas crescem rapidamente sem formar boa cobertura do solo, outras já formam boa cobertura, sendo importante a presença de ambas. De maneira geral, deve-se compreender as espécies de preenchimento como aquelas que geram condições de sombreamento da área, fundamentais para o desenvolvimento das espécies de diversidade, e as de diversidade fundamentais para a recuperação da área (GANDOLFI *et al.* 2009).

No decorrer dos anos as pesquisas com o foco em recuperação de florestas, se empenhou em desenvolver modelos de restauração florestal, com uma floresta restabelecida em pouco tempo. Nessa perspectiva, as florestas mais preservadas se tornaram a referência para os próximos projetos. Porém, essa linha de pensamento, denominada de “Paradigma Clássico da Ecologia”, desconsiderou a interferência de distúrbios naturais externos e impactos antrópicos nos processos ecológicos de um ecossistema, assim como, a existência de várias florestas clímax. A metodologia implementada era o plantio de mudas. É importante destacar que os distúrbios naturais só foram considerados como integrantes do sistema recentemente, marcando-se como a fase do “Paradigma Contemporâneo da Ecologia” (ISERNHAGEN *et al.*, 2009).

Essa fase mais recente reconhecida nasceu do estudo focado na dinâmica de clareiras. Esses estudos concluíram que cada clareira possuiu uma trajetória diferenciada, ou seja, é decorrente de eventos climáticos e antrópicos diferenciados, sob climas diversos, e diferentes posições na paisagem, o que contribuiu para processos de recomposição florísticas também diferentes (GANDOLFI *et al.*, 2007). A partir desse entendimento, de que cada floresta possui trajetória diferenciada, o objetivo da restauração florestal deixa de ser focado em uma comunidade final, e passa a ter por meta a recomposição dos processos ecológicos. O diagnóstico da área passa então a ser fundamental, identificando potencialidades para a regeneração natural e realizando somente o controle de competidores. Esse método pode obter sucesso, assim como o plantio

de mudas, partindo do princípio da identificação do potencial de determinadas áreas em se auto recuperar. A regeneração natural muitas vezes é ignorada como uma opção viável, mas que deve obter destaque pois contribui para obtenção de múltiplos benefícios sociais e ecológicos, colaborando para as metas ambiciosas que motivam as iniciativas da restauração (CHAZDON *et al.*, 2016; LATAWIEC *et al.*, 2016; STRASSBURG *et al.*, 2016).

Essa última fase do desenvolvimento da ecologia de restauração tem sido utilizada nos processos de restauração da Mata Atlântica. Estudos indicam a importância de se considerar o uso da terra passado em cada área a ser restaurada, pois eles indicam a necessidade de intervenções como plantios de enriquecimento, técnicas de nucleação e regeneração natural assistida de forma a acelerar a restauração da floresta. No entanto, pesquisas ainda são necessárias para que os projetos tenham sucesso (ISERNHAGEN *et al.*, 2009). Junto ao avanço na ecologia de restauração deve-se criar um conjunto integrado de políticas que ofereça benefícios sociais e ambientais de longo prazo, através de planejamento territorial estratégico, aplicação e fiscalização de regulamentações ambientais existentes, segurança da terra e monitoramento de práticas agrícolas (LATAWIEC *et al.*, 2015; 2016).

Diversos projetos de âmbito global e nacional tem se empenhado em restaurar biomas. No caso da Mata Atlântica, temos a inclusão do bioma no Plano Nacional para a Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), que tem por objetivo restaurar no mínimo 12 milhões de hectares pelo governo brasileiro até 2030. E o Pacto pela restauração da Mata Atlântica, que tem como meta viabilizar a restauração florestal de 15 milhões de hectares até o ano de 2050. Esses projetos têm como referência a lei nº12.651 de 25 de maio de 2012, do Novo Código Florestal, que determina normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, incluindo Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Reserva Legal. Esses projetos têm sido de grande importância na redução do desmatamento, pois busca envolver proprietários privados em iniciativas de restauração, posicionado assim o Brasil como um dos países pioneiros na busca por conciliar produção, crescimento econômico, biodiversidade e conservação dos ecossistemas naturais (CALMON *et al.*, 2011).

Os estudos em restauração florestal muito evoluíram nos últimos anos, mas ainda envolvem grandes desafios, sendo importante os esforços de diversas áreas do conhecimento e lideranças. Posto o projeto em prática, acredita-se que diversas melhorias possam ocorrer, como a criação de diversos empregos, aumento na renda das comunidades rurais, e provisão de serviços ecossistêmicos essenciais para o ser humano e empresas (CALMON *et al.*, 2011).

2.5.

Projeto de restauração florestal na bacia do Rio São João

A Reserva Biológica (REBIO) de Poço das Antas foi fundada no ano de 1974 na região da bacia hidrográfica do Rio São João. Nasce da luta contra a extinção de espécies da Mata Atlântica, liderada por um dos maiores nomes da conservação no país, Ademar Coimbra-Filho. Foi estabelecida para abrigar espécies como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*), ameaçadas de extinção (Figura 3). Recebeu esse nome em homenagem a uma das fazendas mais famosas da região, denominada de Fazenda Poço d'anta, às margens do Rio São João. A inclusão dessas espécies na Lista das Espécies de Animais e Plantas Ameaçadas de Extinção no Brasil, simbolizaram uma nova fase, em que essas deveriam ter proteção especial. Dessa forma, não só a comunidade nacional, mas também internacional se movimentaram para maior divulgação da necessidade de conservação desses animais e da Mata Atlântica como um todo (BIDEGAIN *et al.*, 2004; ICMBio, 2008).

Na década de 70 do século passado o movimento para a conservação do mico-leão-dourado recebeu apoio de diversas instituições de renome internacional, o que contribuiu para que no ano de 1983 ocorresse o programa de repovoamento/reintrodução dos micos-leões-dourados. Em 1992 nasceu a Associação do Mico-Leão-Dourado (AMLD) na região, que contribuiu para os projetos de repovoamento e monitoramento desses animais. Esses micos que foram retirados de seu habitat natural foram reintroduzidos na REBIO de Poço das

Antas com os projetos ⁷. Apesar desses esforços, em 1996 o mico-leão-dourado passou da categoria de Ameaçada para Criticamente Ameaçada (BALILLE *et al.*, 1996). Contudo, com o intenso trabalho de conservação da espécie durante os últimos 30 anos, a situação da espécie se modificou, retornando em 2006 para a categoria de Ameaçada, resultado dos projetos de repovoamento na Reserva (RYLANDS *et al.*, 2006).



Figura 3- Imagens do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e do preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*) / Fonte: ICMBio e Savio Freire Bruno.

Outra categoria fundada para a conservação da Mata Atlântica na região foi a Área de Preservação Ambiental (APA) da bacia do Rio São João/ Mico-Leão-Dourado, fundada no ano de 2002, que tem por objetivo (ICMBio, 2008, p. 110):

“ Proteção e conservação dos mananciais, a regularização do uso dos recursos hídricos e do parcelamento do solo, de forma a garantir o uso racional dos recursos naturais, e a proteção dos remanescentes de Florestas Atlântica e do patrimônio ambiental e cultural da região (...) a incorporação do nome, da espécie bandeira da região, reconhecido mundialmente, se justifica pelo fato dos limites da APA abrangerem as principais populações de mico-leões-dourados fora da Reserva Biológica de Poço das Antas e União, e do Parque Natural Municipal do Mico-Leão-Dourado”.

A APA se apoia na existência de diversos usos do solo na região, como cultivos agrícolas, pecuária, extração, áreas urbanas e fragmentos de Mata Atlântica. Dados indicam que 40% da APA é composta por floresta, sendo áreas

⁷ A vinda dos micos para a Reserva Biológica de Poço das Antas obteve o apoio financeiro da *National Geographic Society*, *New York Zoological Society*, *Wildlife Preservation Trust International* e Fundação Brasileira para Conservação da Natureza.

do Parque Estadual dos Três Picos, das REBIO's de Poço das Antas e da União, do Parque Natural do Mico-Leão-Dourado, de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's), sendo a maior área de propriedades particulares na região serrana da APA (BIDEGAIN *et al.*, 2004; ICMBIO, 2008). A Unidade de Conservação (UC) foi criada a partir de incentivos da AMLD e o Consórcio Ambiental dos Lagos São João, apoiados pelas REBIO's de Poço das Antas e União, com o objetivo de construir uma UC de Uso Sustentável ao redor das Unidades de Conservação de Proteção Integral. Na bacia do rio São João as categorias de UC's existentes atualmente estão listadas em vermelho na figura 4.



Figura 4 – Esquema ilustrativo das UC's existentes na bacia do rio São João. As categorias em negrito indicam as unidades existentes na região / As classificações foram feitas com base no Ministério do Meio Ambiente (MMA) e as informações sobre a existência das unidades do Plano de Manejo da APA (ICMBIO, 2008).

As categorias existentes para UC's são importantes pois atuam como instrumentos de planejamento e manejo. A APA da bacia do Rio São João em conjunto com as REBIO's de Poço das Antas e União vêm articulando a gestão integrada das UC's Federais na região, buscando diálogo com as demais unidades em esferas estaduais e municipais. A articulação de todas as categorias pode contribuir para a conservação da Mata Atlântica em consonância com o uso

sustentável da terra. O objetivo de cada uma das categorias encontra-se no anexo 1.

Mesmo com diversos avanços visando a conservação da biodiversidade a região ainda sofre com ameaças, dentre as quais podemos destacar a duplicação da BR101. Frente a essa ameaça, pesquisadores da área sugerem a criação de corredores ecológicos elevados entre as reservas promovendo assim a ligação entre os fragmentos (ONOFRE, 2013). Assim, verificamos o papel fundamental de todas as categorias listadas anteriormente na região, pois ajudam a conservar a biodiversidade, agem para o crescimento de novas áreas de Mata Atlântica, e lutam contra projetos que podem ameaçar todas as conquistas já obtidas.

2.6.

As espécies nativas da Mata Atlântica

Com elevados níveis de riqueza e endemismo a Mata Atlântica é um dos domínios mais ameaçados do mundo, sendo considerado um dos *hotspots* de biodiversidade. Apresenta 20 mil espécies de plantas vasculares, sendo dessas 8 mil endêmicas (MYERS *et al.*, 2000). A ampla riqueza de espécies permite sempre novas descobertas em relação às suas particularidades, sendo uma ampla área de pesquisa botânica que apoia projetos de restauração. Em âmbito nacional, nos últimos anos avanços nessas áreas têm surgido, com a elaboração de projetos de listagens de espécies, de floras estaduais, disponibilização de informações em herbários virtuais, e criação de uma lista da Flora do Brasil (STEHMANNT *et al.*, 2009).

Dentre as particularidades importantes para o sucesso de uma restauração está o entendimento dos grupos de sucessão que cada espécie vegetal se enquadra, como já destacado anteriormente. Ou seja, a forma como cada espécie se adapta, cresce, sobrevive e se reproduz em cada momento da sucessão ecológica (RODRIGUES *et al.*, 1998). Para essa classificação consideram-se critérios como velocidade do crescimento, tolerância à sombra, tamanho das sementes, frutos dispersados, tempo de vida, entre outros (BELLOTO *et al.*, 2009). A partir desses estudos as espécies têm sido classificadas de acordo com seu estágio sucessional,

formando o grupo de pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas. O grupo das pioneiras abarca espécies que dependem de luz para se desenvolver com ocorrência em clareiras e bordas de florestas; as secundárias iniciais representam espécies que necessitam de baixa luminosidade e sombreamento médio, ocorrendo em pequenas clareiras, bordas de clareiras grandes, bordas de florestas ou no sub-bosque não densamente sombreado; as secundárias tardias são as espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condição de pouco ou elevado sombreamento, podendo se estabelecer nesse local por toda vida ou se desenvolver até alcançar o dossel ou a condição de emergente; e por último o grupo das climáticas, que representam as espécies de crescimento lento, que apresentam tolerância à sombra, com exceção do estágio adulto (BUDOWSKI, 1965; OLIVEIRA FILHO, 1994). Nas áreas de florestas tropicais no mundo, 60% da cobertura total é classificada como floresta degradada, o que inclui florestas secundárias, florestas primárias degradadas e áreas degradadas (CHAZDON, 2003; 2008).

A partir desse cenário de elevada degradação nas florestas tropicais temos a urgência de projetos de restauração buscando recuperar e garantir o fornecimento dos serviços ecossistêmicos nos próximos anos. Diversos projetos têm surgido no Brasil, e conseqüentemente a elevada demanda por mudas nativas. Conhecer as particularidades das espécies vegetais, principalmente na interface plantas-substratos, florestas-solos aparecem em poucos estudos e são necessários (CHAZDON, 2003).

3.

O biocarvão na restauração florestal

Os solos influenciam a restauração da floresta, portanto compreender as demandas nutricionais e dinâmicas das espécies que serão utilizadas no processo são de grande importância. Assim como, identificar o nível de eficiência dos substratos utilizados na produção de mudas e a qualidade dos solos em que o projeto será implementado, posto que esses itens podem influenciar a formação/qualidade das mudas e o sucesso das áreas a serem restauradas (GONÇALVES *et al.*, 1996).

3.1.

Biocarvão

O biocarvão é um produto derivado de biomassa residual pirolisada, formado com o objetivo de ser aplicado no solo. Dentre diversos interesses no uso desse produto deve-se destacar o seu potencial para mitigar efeitos das mudanças climáticas, potencial para melhoria na fertilidade dos solos e crescimento de cultivos, retenção de água, e mais recentemente controle de poluição do solo (NOVOTNY *et al.*, 2015) (Figura 5). Os estudos sobre biocarvão nascem de investigações sobre a matéria orgânica das Terras Pretas de Índio (TPI), em consonância com questionamentos que envolvem o manejo sustentável de solos, mudanças climáticas globais e estoque de carbono (LEHMANN *et al.*, 2009). As TPI's são solos de origem antrópica da era pré-colombiana, da região amazônica, que apresentam elevada fertilidade e resiliência quando comparados com os solos adjacentes, em geral pobres e intemperizados (LIMA *et al.* 2002; NOVOTNY *et al.*, 2009). É importante destacar que não existe ainda uma opinião consolidada se a ação humana na formação desses solos era intencional (NOVOTNY *et al.*, 2007). O que se sabe é que nas TPI's, a presença humana, de maneira geral gerou benefícios para as plantas e melhorou as propriedades do solo, como retenção de umidade, disponibilidade de nutrientes, melhores condições estruturais e atividade biológica (WOODS, 2009).



Figura 5 – Biocarvão derivado de Gliricidia produzido na Embrapa Agrobiologia / Fonte: IIS

A presença de material carbonizado em solos pode ser de origem natural (JONES *et al.*, 1999) ou antrópica, documentado desde o período do *Homo sapiens* (CUNHA *et al.*, 2009). O carbono pirogênico derivado de substâncias que podem ser encontrados em materiais humificados em solos tropicais, onde existem registros históricos de queima de vegetação, e também é presente em solos da savana brasileira. O carbono pirogênico não se restringe somente aos solos tropicais, sendo encontrado em pradarias nativas dos Estados Unidos, em solos Australianos, em solos *Chernozems* alemãs, entre outros (NOVOTNY *et al.*, 2007). De origem antrópica, pesquisas indicam o uso desse produto nos solos no ano de 1600 (d.C) no Japão, e provavelmente mais cedo na China, sendo uma prática amplamente utilizada na agricultura no continente asiático (OGAWA *et al.*, 2010). No Brasil, temos a presença de material carbonizado nos solos amazônicos (TPI) e no sudeste pela atividade carvoeira do passado (OLIVEIRA *et al.*, 2011)

Inspirando-se em práticas e manejos do passado, pesquisas atuais buscam reproduzir os solos com características similares às das TPI's, visando melhorar a qualidade e aumentar a produtividade agrícola. Essas características diferenciadas em comparação com os demais solos da região amazônica são atribuídas à presença de material carbonizado com a presença de grupos funcionais químicos e estrutura física específica (NOVOTNY *et al.* 2009). Nesse contexto, surge o biocarvão, produzido com o objetivo de ser aplicado ao solo para mitigar

mudanças climáticas e melhorar desempenho agrícola (SOHI *et al.*, 2010; NOVOTNY *et al.*, 2015).

O termo biocarvão foi utilizado pela primeira vez em 1998, para designar o resíduo sólido derivado da pirólise de biomassa (BAPAT *et al.*, 1998; SPOKAS *et al.*, 2012). Desde então, pesquisas crescem no mundo inteiro buscando obter benefícios do produto, como por exemplo, melhoria nas qualidades dos solos e aumento de produtividade agrícola. É um produto que pode ser produzido em sistemas de pirólise avançada (BOATENG *et al.*, 2010; ALHO, 2012) e em sistemas tradicionais (MAJOR *et al.*, 2010), sendo uma tecnologia com uso potencial por pequenos produtores rurais.

O biocarvão é um produto com composição atômica composta por elevado conteúdo de carbono (C) e baixo teor de nitrogênio (N). O hidrogênio (H) está disponível de acordo com o nível de carbonização. Ou seja, quanto mais alta for a temperatura de pirólise menor conteúdo de H e maior conteúdo de C. A produção do biocarvão também gera cinzas, que são os elementos minerais da biomassa de origem (BENITES *et al.*, 2010; SPOKAS *et al.*, 2012). Essas cinzas contribuem para a redução da acidez do solo, e aumentam a concentração de nutrientes como Ca, Mg, K e diminui a disponibilidade de Al (DEENIK *et al.*, 2011). É um material com densidade de 0,3 a 0,4 kg dm⁻³ (BENITES *et al.*, 2010), formado por uma estrutura policíclica aromática de elevado grau de condensação (quando submetido à pirólise por altas temperaturas) o que lhe confere resistência a degradação (NOVOTNY *et al.*, 2009).

A diferença entre o carvão vegetal e o biocarvão é a finalidade dos dois produtos, pois o último é produzido com o objetivo de ser aplicado ao solo e melhorar sua qualidade. Frente aos possíveis benefícios do uso do biocarvão, pesquisas incentivando o seu uso surgem em diversas áreas, como por exemplo, na agricultura, despoluição, mitigação de problemas associados a gases de efeito estufa e restauração florestal. É um produto, que se funcionar de forma benéfica para as áreas abordadas acima, irá proporcionar benefícios ambientais integrados pois fornecerá um novo uso para resíduos e poderá gerar efeitos positivos para os solos onde serão aplicados.

3.2.

O biocarvão na matéria orgânica do solo

A matéria orgânica é um compartimento do solo derivado de organismos vegetais e animais (como liteira, fragmentos de resíduos e biomassa microbiana, por exemplo). Todo esse material está presente no solo em diferentes graus de decomposição. As mudanças de uso e cobertura da terra no mundo têm ocasionado a diminuição do conteúdo de matéria orgânica dos solos. Diante desse quadro, uma forma de manter e aumentar os níveis de matéria orgânica do solo seria aplicando biocarvão (PETTER *et al.*, 2016), pois devido à sua porosidade e alta superfície específica, pode contribuir para um melhor ambiente para microbiota do solo.

Pesquisas indicam que a interação biológica e reações químicas que ocorrem, apresentam papel crucial na formação de estruturas químicas, como os grupos carboxílicos ligados as estruturas aromática (GLASER *et al.*, 2001; NOVOTNY *et al.*, 2006). Esses grupos são reativos e contribuem para a Capacidade de Troca de Catiônica (CTC) no solo (NOVOTNY *et al.*, 2009). No entanto, o que ainda não se sabe, é o tempo necessário para a formação desses grupos.

A presença do biocarvão que já sofreu modificações estruturais pela interação com a matéria orgânica pode aumentar a CTC do solo (CHENG *et al.*, 2006; NOVOTNY *et al.*, 2007), desempenhar bom papel para estoque de carbono (LEHMANN *et al.*, 2009; NOVOTNY *et al.*, 2015), aumentar o pH (DEAL *et al.*, 2012), reter nutrientes como fósforo (P) potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), formando um solo de elevado valor nutricional. Deve-se destacar também o efeito do biocarvão na retenção de água no solo (LEHMANN *et al.*, 2011). São essas características presentes na matéria orgânica das TPI's que servem de modelo para as pesquisas com biocarvão nos dias de hoje, almejando todos os benefícios descritos acima.

3.3.

O biocarvão na restauração florestal

A elevada quantidade de solos degradados no planeta impõem um grande desafio à humanidade, que é a recuperação e manutenção de suas características para garantir os serviços ecossistêmicos relacionados a esse sistema. Existem diversas oportunidades para melhorar as práticas agrícolas, garantindo rendimento a agricultores e reduzindo os impactos negativos ao meio ambiente (LATAWIEC *et al.*, 2017). Uma dessas oportunidades a se destacar são as pesquisas com o uso do biocarvão, a serem aplicados para a restauração florestal, diante das demandas relacionadas à produção de alimentos mais limpos e recuperação de biomas no mundo. Muitos estudos sugerem que a aplicação do biocarvão como condicionador de solos pode melhorar as qualidades do solo e aumentar a produtividade agrícola. No entanto, é importante destacar que experiências publicadas sobre o uso do biocarvão podem variar e dependem de muitos fatores dentre os quais as condições dos solos em que o produto será inserido, a biomassa que deu origem ao biocarvão e as condições de pirólise, como já mencionado anteriormente.

Segundo a literatura, a aplicação de biocarvão em um latossolo na savana Colombiana, aumentou em 140% a produção de milho observado até o quarto ciclo da cultura (MAJOR *et al.*, 2010). Em um solo arenoso no oeste de Zâmbia, a aplicação de 4 t/ha de biocarvão, resultou em efeito positivo sobre os rendimentos do milho cultivado. Nas parcelas em que se combinou biocarvão derivado de milho com fertilizante o rendimento foi de 114% a 444%, e nas parcelas de biocarvão derivado de madeira com fertilizantes, o aumento foi de 139% e 352%, quando comparados com o controle (CORNELISSEN *et al.*, 2013). A aplicação de biocarvão derivado de eucalipto em combinação com fertilizante (sulfato de amônia) resultou em efeito positivo na produção de arroz em um intemperizado solo na região norte do Brasil (STEINER *et al.*, 2007). Experimentos em que o biocarvão não apresentou efeito nos grãos de arroz no cerrado brasileiro, também merecem destaque (CARVALHO *et al.*, 2013).

O uso do biocarvão na restauração florestal é novo, apresentando assim poucos estudos. Dentre os poucos trabalhos que existem, temos um desenvolvido

com mudas de castanheiras-do-pará (*Bertholletia excelsa*), uma espécie nativa da Bacia Amazônica. As mudas que apresentaram maior crescimento foram aquelas sob substratos de 30 e 50% de biocarvão, quando comparados com mudas sob substratos florestais (NUNES *et al.*, 2010). Estudos com mudas de carvoeiro (*Tachigali vulgaris*), uma espécie nativa do cerrado, indicaram que a aplicação de 12,5%, 25% e 50% de biocarvão nos substratos apresentaram efeito significativo no desenvolvimento de mudas, sendo a concentração de 50% aquele tratamento com as folhas mais saudáveis durante a estação seca (SOUCHIE *et al.*, 2015). Em um outro estudo, a combinação de biocarvão com estrume de frango apresentaram desenvolvimento similares aos do substrato comercial em mudas de Crajiru (*Arrabidaea chica*). O fato é que o biocarvão contribuiu para a diminuição de resíduos e de custos para os agricultores, aumentando o seu potencial como um produto vantajoso (SOUZA *et al.*, 2006).

Dessa forma, a aplicação de biocarvão em solos agrícolas e substratos de mudas são iniciativas que devem continuar a ser exploradas. O Brasil é um país que na área de restauração pode se destacar com esse projeto. A partir de evidências positivas da aplicação desse produto, é que a motivação para as pesquisas com mudas de Mata Atlântica surgiu, pois pode simbolizar o desenvolvimento de uma técnica que contribui para melhor desempenho de mudas destinadas à restauração florestal, além de melhorar a renda de pequenas famílias rurais e viveiristas.

4.

Procedimentos metodológicos

4.1.

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado na bacia do rio São João, localizada na baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro, região sudeste do Brasil (Figura 6).

PUC-Rio - Certificação Digital N° 1512132/CA

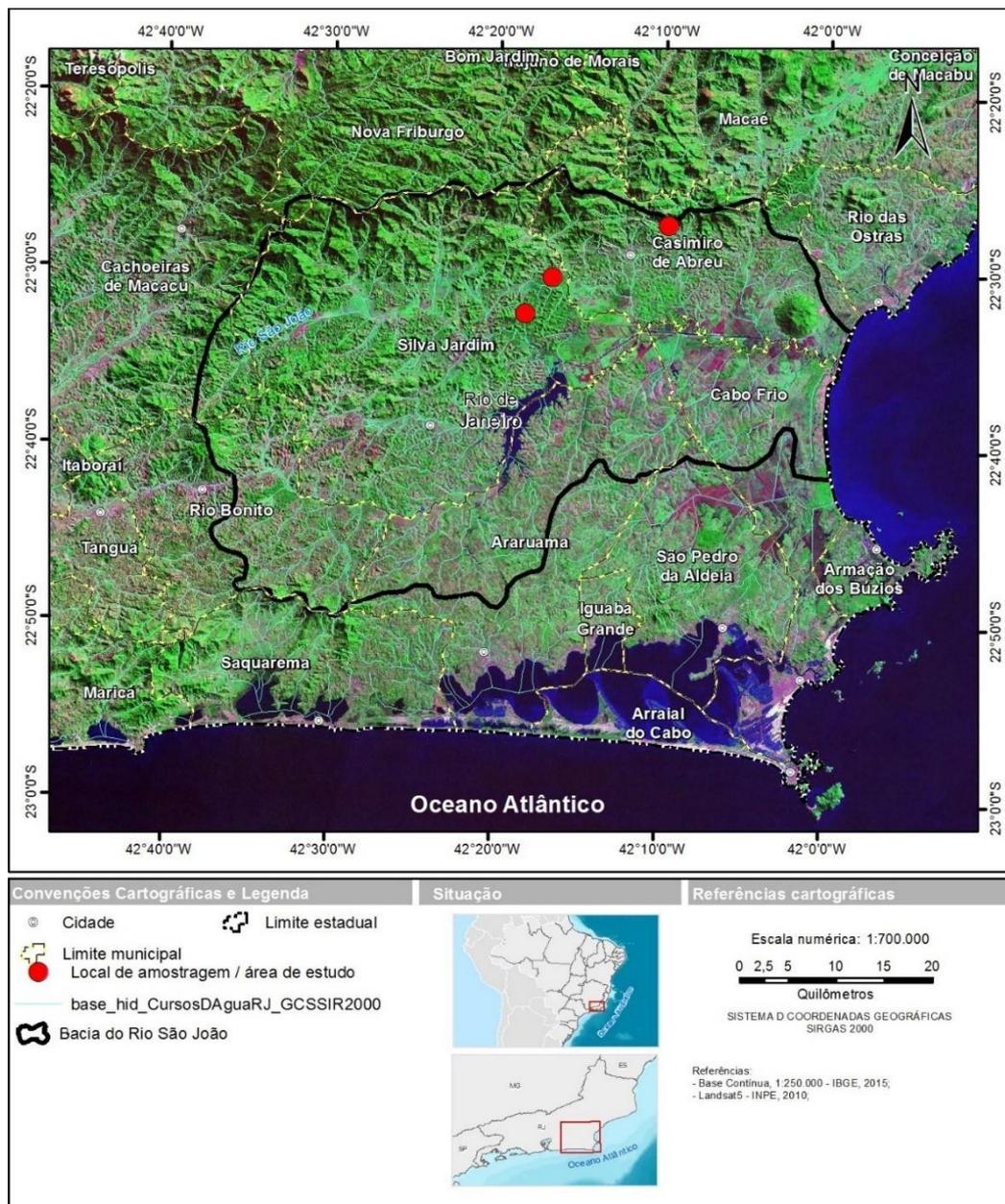


Figura 6- Limites da bacia do rio São João e os locais de amostragem na bacia.

A bacia do rio São João integra a Zona Intertropical, recebendo intensa radiação solar e umidade do oceano atlântico. O clima é classificado como aw – clima tropical, caracterizado pelo período de chuvas de dezembro a março e o período de seca de julho a agosto (ICMBio, 2008).

O estudo foi conduzido em duas etapas: a primeira realizada em dois viveiros e a segunda com um plantio na REBIO de Poço das Antas; áreas localizadas na bacia do rio São João (Figura 7).

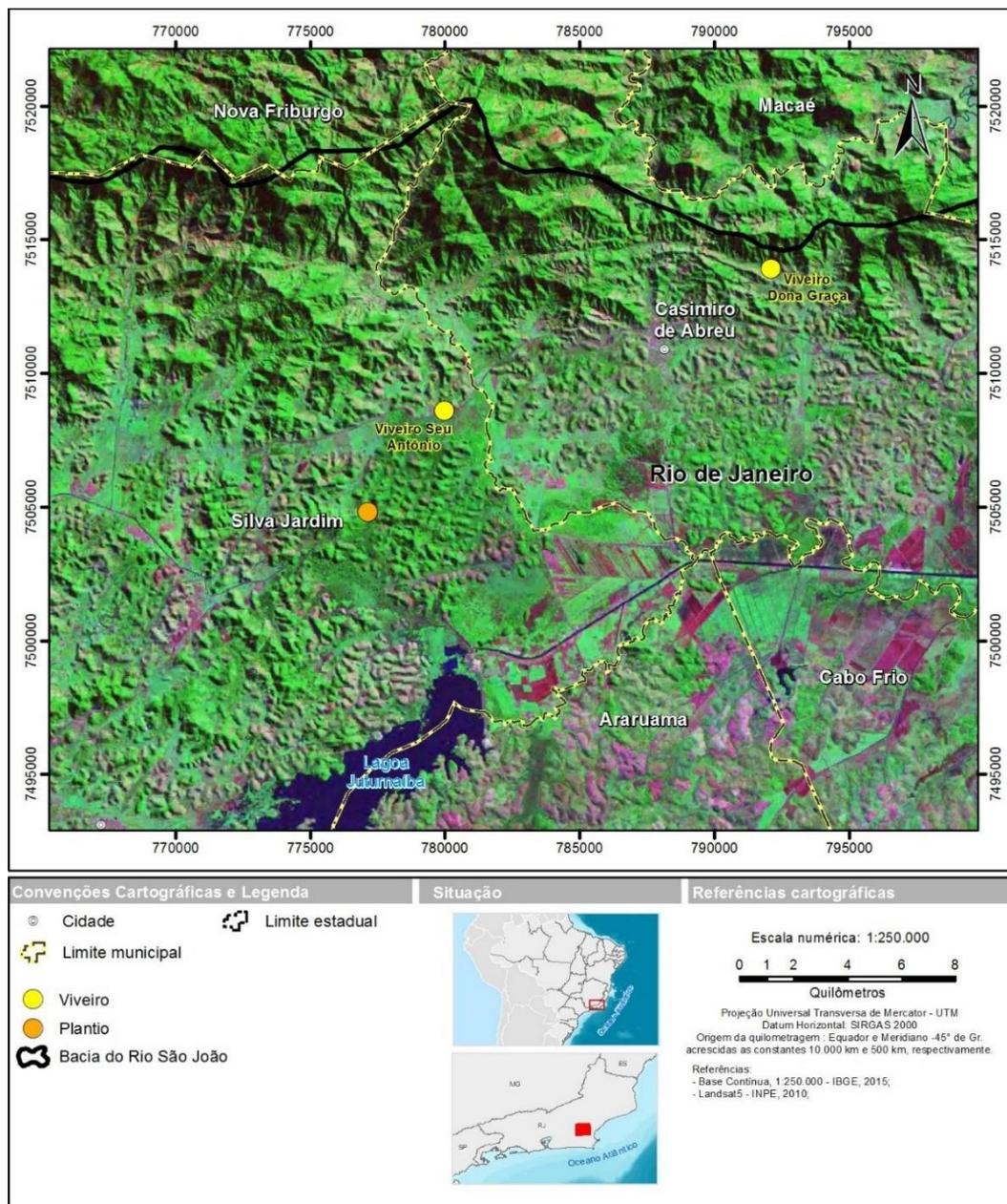


Figura 7- Localização dos dois viveiros e do plantio na bacia do rio São João.

4.2.

Biocarvão

4.2.1.

Produção do biocarvão derivado de *Gliricidia sepium*

A biomassa residual utilizada no experimento para a produção do biocarvão foi *Gliricidia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), espécie de fácil adaptação e de grande disponibilidade na Fazendinha Agroecológica da Embrapa Agrobiologia, local onde o biocarvão foi produzido. *Gliricidia* é uma espécie da família Fabacea nativa da região do México até a Colômbia, Venezuela e Guianas, posteriormente introduzida em áreas restantes da região tropical. É uma espécie arbórea de porte médio, de rápido crescimento e profundo enraizamento, sendo de grande tolerância à seca (CARVALHO FILHO *et al.*, 1997). Se adapta melhor a climas quentes, não tolerando geadas (FRANCO, 1988). Consegue crescer em todos os tipos de solos, sejam eles férteis ou não (CARVALHO FILHO *et al.*, 1997), e tem sido usada para o controle de erosão e estabilização de terrenos, pela elevada sobrevivência e resistência ao fogo. Por essas características, é uma espécie de grande disponibilidade, sendo utilizada para forragem, reflorestamento, cercas e medicamentos (DRUMMOND *et al.*, 1999).

O forno utilizado para a produção do biocarvão foi o de um latão (Figura 8). O latão utilizado foi de 200 L. Na parte superior do latão foi criado um buraco de 10 cm e na parte inferior um buraco com 15 cm, ambos para o controle da carbonização. Em seguida, com uma distância de 5 cm do latão, foi construída uma parede com tijolos e cimento. O espaço entre o latão e a parede de tijolo e cimento foi preenchido com solo. E o forno tampado com uma placa de metal. A madeira de *Gliricidia* foi colocada em camadas no forno. A pirólise do material durou em torno de 10 horas. Posteriormente, após o resfriamento, o carvão foi moído e peneirado (2 mm) para a homogeneização de seu tamanho.



Figura 8 – Imagens do forno denominado de “um latão” utilizado para a produção do biocarvão utilizado no experimento.

4.2.2.

Análise elementar

A caracterização elementar dos teores de Carbono (C), Hidrogênio (H) e Nitrogênio (N) foi conduzida nos laboratórios da Embrapa Solos através do método de Dumas (combustão) a partir de 5,0 mg ($\pm 0,1$ mg) de amostra, usando um analisador elementar (CHNS) PerkinElmer 2400, a acetanilida foi usada como referência. O valor do oxigênio foi estimado por diferença, excluindo-se cinzas e umidade.

4.2.3.

Caracterização do biocarvão por RMN do ^{13}C

O biocarvão de *Gliricidia* foi analisado por espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) do ^{13}C em estado sólido. Os espectros de RMN do ^{13}C foram obtidos em um espectrômetro Varian INOVA (11,74 T) com frequências de ^{13}C e ^1H de 125,7 e 500 MHz, respectivamente. Utilizou-se a sequência de pulsos de Polarização Cruzada com Amplitude Variável. A análise foi feita no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

4.3.

Viveiros

4.3.1.

Descrição do experimento

Os dois viveiros selecionados foram: Tropical amizade e Acácia e Vitória-régia. O experimento foi montado nos dias 11 e 12 de novembro de 2015. No viveiro Tropical amizade foram selecionadas as espécies: *Schinus terebinthifolius* e *Senna multijuga*; e no Acácia e Vitória-régia as espécies selecionadas foram: *Cariniana legalis* e *Trema micrantha*. As espécies foram selecionadas após conversa com os viveiristas, que sugeriram espécies com algum grau de dificuldade de germinação e desenvolvimento.

4.3.1.1

Descrição das espécies selecionadas

A *Schinus terebinthifolia* Raddi., também conhecida como aroeira-pimenteira, é da família Anacardiaceae, espécie pioneira e secundária tardia, nativa do Brasil (CARVALHO, 2003). Possui esse nome pois seus frutos apresentam aparência similares a de pimentas de cor rosa-avermelhada. É uma espécie que ocorre em diversos tipos de solos, sejam eles de baixa a elevada fertilidade química, úmidos ou secos, arenosos ou argilosos, com drenagem de boa a regular, resistindo a inundações. Seu melhor desempenho tem sido verificado em solos de média a alta fertilidade, bem drenados de textura argilosa a areno-argilosa. As mudas da aroeira-pimenteira estão prontas para o plantio com 4 meses, quando já atingem de 20 a 80 cm (CARVALHO, 1994). Essas mudas são classificadas como heliófila, e apresentam problemas de desenvolvimento em áreas com sombreamento com intensidade acima de 50% (FREIRE *et al.*, 1998). Apresenta crescimento moderado, com elevada taxa de sobrevivência variando de 67% a 100% (BAGGIO, et al 1988). É uma espécie altamente utilizada em projetos de recuperação ambiental, pois é bastante requerida pela avifauna e

recomendada para a recuperação de solos inférteis, pela sua característica de fácil adaptação e pioneirismo (CARVALHO, 1998). Pode ser utilizada em áreas de mata ciliar, pois tolera inundações periódicas de curta duração e com períodos de encharcamento moderado (DURIGAN *et al.*, 1997). Pode ser encontrada em restingas, florestas pluviais e semidecíduais de altitude (LORENZI, 2002).

Cariniana legalis (Mart.) Kuntze, também conhecida como jequitiba-rosa, é da família Lecythidaceae, faz parte do grupo das secundárias tardias longevas, mas não de clímax. É uma árvore essencialmente das florestas, encontradas em baixadas e encostas úmidas, em pequenos grupos (CARVALHO, 2003). Podem ser encontradas na parte superior da Floresta Ombrofila Densa, na formação Baixo-Montana e na Submontana, na Floresta de Tabuleiro e na Floresta Estacional Semidecidual (CARVALHO, 1994). Alguns exemplares podem chegar a mais de 500 anos de idade. A espécie ocorre em solos areníticos e basálticos, de médio a boa fertilidade química e bem drenados, em regiões de encostas e solos rasos. A germinação do jequitiba-rosa em mudas ocorre de 8 a 45 dias e seu tempo mínimo no viveiro é de 6 meses. É uma espécie semi-heliófila, que tolera sombreamento durante os anos iniciais, porém não se adapta a baixas temperaturas nesse período. A espécie pode ser plantada a pleno sol, em plantações puras ou mistas, e é esperado nos plantios desuniformidade de crescimento entre os exemplares (CARVALHO, 2003). O crescimento do jequitiba-rosa varia de moderado a rápido e existe estudo que verificou elevada mortalidade. Suas sementes e frutos servem de alimentos para a fauna. É uma espécie categorizada como vulnerável, com poucos exemplares nos dias de hoje (ITOMAN *et al.*, 1992).

A *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby, conhecida também como pau-cigarra, é uma espécie da família Fabacea, pioneira (TABARELLI *et al.*, 1993), secundária inicial ou clímax (DAVIDE *et al.*, 1997). Está presente em diversas formações florestais, como Floresta Ombrofila Densa, formações aluviais de terras baixas e Montanas, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrofila Mista e restinga (MANTOVANI, 1992). Pode se desenvolver em solos úmidos com drenagem regular e em terrenos que se mantêm encharcados por períodos longos (KAGEYAMA *et al.*, 1991). É uma espécie comum em solos arenosos. Sua germinação ocorre entre 10 e 40 dias após a sementeira. Apresenta

elevado poder germinativo (até 94%) para sementes com superação de dormência e baixo (40%) para sementes sem superação de dormência. Apresentam uma altura de 20 cm no quarto mês (CARVALHO, 2003). O pau-cigarra é uma espécie heliófila com média tolerância a temperaturas baixas. Pode ser plantada a pleno sol, em plantios puros e mistos, e possui rápido crescimento. É uma espécie utilizada para a revegetação de áreas degradadas e matas ciliares, como também para a arborização urbana (LORENZI, 2002), e recuperação de solos degradados na Serra do Mar (CARVALHO, 2003).

Trema micranta (L.) Blume, conhecida também como grandiúva e crindiúva, é uma espécie da família Cannabaceae, classificada como pioneira. Ocorre no interior de ecossistemas não degradados, como em clareiras grandes recém-formadas, formando povoamentos densos. Apresenta elevada capacidade de regeneração após incêndio. A duração máxima dessa espécie dificilmente ultrapassa os 15 anos. É encontrada naturalmente em Floresta Ombrófila Densa (Floresta Amazônica e Floresta Atlântica), na Floresta Estacional Semidecidual, na Floresta Estacional Decidual, na Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) com menor frequência, na faixa de transição do Cerrado/Mata Ciliar, no Cerradão e restinga. É uma espécie de fácil adaptação a qualquer tipo de solo, sejam eles de baixas ou altas fertilidade (CARVALHO, 1994). Em experimentos tem apresentado melhor desempenho em solos com elevada fertilidade, que são bem drenados e com texturas que vão de franca a muito argilosa (CARVALHO, 2003). A germinação é irregular, podendo ocorrer a partir de 120 dias e com término em até um ano. Após o terceiro mês, as mudas estão prontas para o plantio (DURIGAN *et al.*, 1997). É uma espécie heliófila e intolerante a temperaturas baixas (ORTEGA, 1995). Pode ser plantada em plantios puros, a pleno sol e plantios mistos com a presença de espécies secundárias e clímax. Apresenta rápido crescimento tanto em regeneração natural quanto florestas plantadas (FERREIRA *et al.* 1997). As sementes de grandiúva são dispersas por aves, principalmente por *Pionus* (SANCHOTENE, 1985; AMORIN *et al.*, 2006). É umas das espécies mais utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas, tanto em matas ciliares como em locais sem inundação (DURIGAN *et al.*, 1997; LORENZI, 2002;). Também é utilizada para conservação de solos e recuperação de áreas erodidas (CITADINI-ZANETTE *et al.*, 1995).

4.3.1.2.

Substratos do experimento

Foram escolhidos 4 tratamentos para compor os substratos: controle, controle+20% de biocarvão, controle+40% de biocarvão e controle+calcário (os tratamentos serão citados no decorrer do texto como controle, 20% de biocarvão, 40% de biocarvão e calcário). O tratamento controle foi formado em cada viveiro com todos os itens dos substratos citados na tabela 1.

Tabela 1- Quantidade de cada componente para a composição do substrato controle.

Viveiro Tropical amizade	Componentes	Quantidade
	Esterco	120 L
	Barro	420 L
	NPK	2,5 kg
	Fosfato de araxá	1 kg
Viveiro Acácia e Vitória-régia	Componentes	Quantidade
	Esterco	210 L
	Barro	390 L
	NPK	0,02 kg
	Fosfato de araxá	0,06 kg

O tratamento calcário recebeu 0,6 kg de calcário no viveiro Acácia e Vitória-régia e 1 kg de calcário no viveiro Tropical amizade. Já os tratamentos com biocarvão, o substrato base foi misturado com biocarvão na proporção de 20 a 40% do volume do substrato. Um balde com medida de 10 L foi utilizado para a composição dos tratamentos, sendo a cada 8 L de substrato controle, 2 L de biocarvão, para a formação do tratamento 20% de biocarvão; e a cada 6 L de substrato controle, 4 L de biocarvão para a formação do tratamento 40% de biocarvão. Cada espécie teve sua semente plantada em 30 mudas em sacos plásticos para cada tratamento (Figura 9). E colocadas em área parcialmente sombreada nos 4 meses iniciais.



Figura 9- Imagem das sementes das espécies plantadas nos viveiros. 1- *Schinus terebinthifolius*, 2- *Cariniana legalis*, 3- *Senna multijuga* e 4- *Trema micrantha*. Fonte: IIS e Instituto Brasileiro de Florestas.

4.3.2.

Análise de fertilidade dos substratos

A caracterização de fertilidade foi realizada no laboratório de Análises de Solos da Universidade de Lavras. As amostras foram coletadas no dia da montagem do experimento. A determinação do pH das amostras foi realizada em um potenciômetro devidamente calibrado com soluções padrões de 4.0 e 7.0. Para a determinação do P disponível utilizou-se o extrator Mehlich-1, e em seguida foi pipetado 5 mL do sobrenadante e foi adicionado 50 mL de reagente. Por último a leitura foi realizada por colorimetria, utilizando o comprimento de onda de

725 nm. Para as determinações do K e Na também se realizou uma extração por Mehlich-1. Em seguida foi executada a retirada de 10 mL do sobrenadante diretamente do extrato, e a leitura feita a partir de um espectrofotômetro de emissão em chama. O Ca e o Mg foram extraídos a partir de uma solução de KCl 1,0 mol/L, e em seguida retirado uma alíquota de 0,5 mL e direcionada a um tubo de ensaio adicionando-se 10 mL de solução de SrCl₂ contendo 1,68 g/L. Essa solução foi agitada e em seguida a leitura realizada em um espectrofotômetro de absorção atômica devidamente calibrado.

4.3.3.

Germinação das mudas

A germinação das mudas foi avaliada nos três meses iniciais, pois posteriormente os viveiristas adicionaram mais sementes aos substratos que não germinaram. Assim, nos três meses iniciais foi realizada a contagem mensal da emergência de plântulas para cada tratamento em cada espécie referente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro de 2016. A porcentagem das sementes germinadas acumuladas para cada tratamento dentro de cada espécie foi quantificada. Os gráficos de germinação foram feitos no programa RStudio.

4.3.4.

Medidas de altura e diâmetro das mudas

A altura e o diâmetro do coleto das mudas foram mensurados uma vez ao mês, durante seis meses seguidos, sendo a última medida no oitavo mês. A medida da altura foi realizada com uma régua até o ponto da gema apical e o diâmetro do coleto com o uso de um paquímetro digital Mitutoyo a dois centímetros do substrato. Foram feitas as médias das medidas mensais para cada tratamento, buscando avaliar o efeito dos tratamentos nesses parâmetros. Os valores brutos de altura e diâmetro do coleto foram submetidos a ANOVA com

medidas repetidas e aqueles com resultados significativos submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$) de comparação de médias.

4.4.

Plantio das mudas na área experimental

O plantio das mudas cultivadas nos viveiros foi realizado na REBIO de Poço das Antas nos dias 10 e 11 de outubro de 2016. Foram plantadas 245 mudas em uma área entre dois fragmentos de Mata Atlântica. Metade das mudas de cada tratamento, dentro de cada espécie, foram plantadas com hidrogel (condicionador de solo) recebendo 5g/L – 1L por cova. O hidrogel é um produto utilizado pela AMLD na prevenção de perda das plantas em épocas secas.

4.4.1

Sobrevivência das mudas nos meses iniciais

O número de mudas vivas em cada tratamento para cada espécie foi contabilizado uma vez ao mês. Utilizando o valor total de indivíduos plantados em cada tratamento, dentro de cada grupo de espécie, durante os 4 meses de visita ao plantio, calculou-se a porcentagem de mudas sobreviventes.

4.5.

Recolhimento de dados sociais

4.5.1.

Grupo focal com os viveiristas

A dinâmica do grupo focal ocorreu no dia 16 de setembro de 2016 e contou com a presença de cinco participantes que possuem viveiros na bacia do rio São João. O objetivo do grupo focal foi conhecer os benefícios e dificuldades associados à produção das mudas em pequena escala e investigar se o biocarvão pode ser uma alternativa de composição do substrato formados nos viveiros. As perguntas realizadas foram abertas (com maior liberdade para respostas), semi-abertas (com liberdade para respostas seguida de classificação pelos participantes) e fechadas (com opções indicadas pelo moderador) (Anexo 2). O questionário foi dividido em duas seções, a primeira com perguntas relativas a dinâmicas dos viveiros e a segunda com perguntas relativas ao biocarvão. Tal dinâmica contou com 6 perguntas, sendo quatro direcionadas a discussão em grupo e duas de caráter individual. Posteriormente, utilizou-se o método denominado de “nuvem de palavras” para a apresentação dos resultados das perguntas semi-abertas com o software *WordArt*. Esse método organiza visualmente e hierarquicamente as palavras indicando através do tamanho das letras aquelas que foram mais utilizadas pelos participantes do grupo focal.

4.5.2.

Entrevistas com técnicos

As entrevistas foram realizadas com cinco técnicos que trabalham e orientam ou que já trabalharam e orientaram a produção de mudas na bacia do rio São João. Adotou-se a metodologia denominada de “bola de neve”, em que o primeiro entrevistado indica o próximo a ser entrevistado, e assim sucessivamente. Essas entrevistas foram feitas com o objetivo de complementar

os grupos focais com os viveiristas. A entrevista foi estruturada em 6 perguntas (Anexo 3), dividido em duas seções assim como no grupo focal, com perguntas semi-abertas e abertas sobre a dinâmica de produção de mudas e possibilidade de uso do biocarvão na escala dos viveiros. Utilizou-se o método “nuvem de palavras” (*wordcloud*), com o software *WodrArt*, para a apresentação dos resultados de algumas das respostas. Com esse método algumas respostas foram organizadas visualmente e hierarquicamente indicando através do tamanho das letras as palavras mais utilizadas nas respostas.

4.6.

Análise de dados econômicos

No mês de agosto de 2016 foram realizadas visitas aos viveiros Tropical amizade e Acácia e Vitória-régia, com o objetivo de verificar os custos associados a composição dos substratos utilizados em suas propriedades. As informações dos custos dos componentes do substrato foram fornecidas pela AMLD e viveiristas com a unidade R\$/0,625 m³. O cálculo para verificar o custo dos traços contendo 20% e 40% de biocarvão dentro de 0.625 m³, foi realizado, considerando o preço nulo desse produto que existe em grande disponibilidade em todos os viveiros. Um gráfico relacionando os custos dos substratos e o desempenho das mudas foi gerado no programa RStudio.

5.

Resultados e discussões

5.1.

Análise elementar e espectroscópica por RMN do ^{13}C do biocarvão

A tabela 2 apresenta os dados da análise elementar, referentes aos teores de carbono (C), hidrogênio (H), nitrogênio (N) e oxigênio (O) (obtido por diferença) para o biocarvão derivado de *Gliricidia*. O teor de C é de 60,44% no presente estudo (tabela 2). Esse valor é inferior ao teor de C de biocarvão derivado de *Eucalyptus dunnii* produzido a 350°C que apresentou 70,61% e de biocarvão derivado de bagaço de *Saccharum officinarum* a 450°C que apresentou 94,09%. E maior que o conteúdo de C de bagaço de *Saccharum officinarum* produzido a 250°C que apresentou 56,58% e de *Eucalyptus dunnii in natura* que apresentou 43,80% (ALHO, 2013; DELA PICCOLLA, 2013).

Tabela 2 – Caracterização elementar do biocarvão derivado de *Gliricidia* utilizado no presente estudo; de biocarvão derivado de *Eucalyptus dunnii* (ALHO, 2013); e de biocarvão de bagaço de *Saccharum officinarum* (DELA PICCOLLA, 2013).

Biocarvão	C	H	N	O	H/C	O/C
	(%)				(razão atômica)	
<i>Gliricídia sepium</i>	60,44	2,2	0,60	36,75*	0,44	0,46
<i>Eucalyptus dunnii in natura</i>	43,80	6,7	0,06	49,36	1,84	0,85
<i>Eucalyptus dunnii 350°C</i>	70,60	4,4	0,00	25,00	0,75	0,27
<i>Eucalyptus dunnii 550°C</i>	78,14	3,8	0,09	17,88	0,58	0,17
Bagaço de <i>Saccharum officinarum 250°C</i>	56,58	4,8	0,39	38,19	1,02	0,51
Bagaço de <i>Saccharum officinarum 450°C</i>	94,10	3,3	0,70	1,80	0,42	0,01

* Valor obtido por diferença

Para auxiliar na interpretação dos resultados, as razões atômicas H/C e O/C foram apresentadas no diagrama de Van Krevelen (Figura 10). A biomassa de *Eucalyptus dunnii in natura* e o bagaço de cana-de-açúcar produzido a 250°C apresentaram maiores razões H/C e O/C. Por outro lado, o biocarvão de *Gliricidia* usado no experimento, assim como o bagaço de cana-de-açúcar a 450°C e o

Eucalyptus dunnii 550°C, apresentaram menores razões H/C e O/C, indicando elevada carbonização (ALHO, 2013; DELA PICCOLA, 2013). Isso sugere que o biocarvão de *Gliricidia* foi produzido a elevada temperatura de pirólise, o que ocasionou a perda de oxigênio e hidrogênio, e condicionou a formação de carbonos aromáticos possivelmente policondensados, formando assim um material resistente a degradação microbiana e, portanto, de longa vida no solo (KOOKANA *et al.*, 2011).

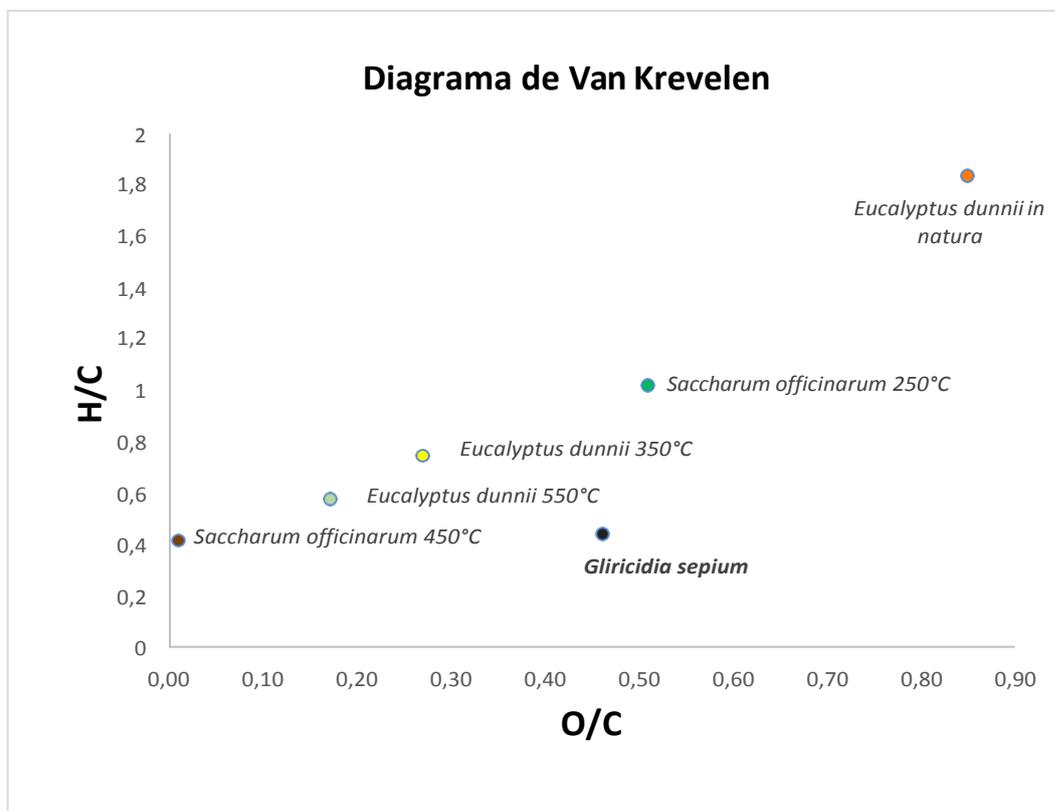


Figura 10- Diagrama de Van Krevelen para diferentes biocarvões. Fonte: Bagaço *Saccharum officinarum* (DELA PICCOLA, 2013), *Eucalyptus dunnii* (ALHO, 2013).

O espectro de RMN do ^{13}C (Figura 11), indicou a presença de grupos aromáticos possivelmente policondensados, com um pico em 128 ppm para o biocarvão de *Gliricidia* utilizado no estudo, assim como a análise elementar. O que também indica um biocarvão com elevado grau de carbonização possivelmente gerado a elevada temperatura, pois não há indícios, segundo a análise, de material lábil. Dessa forma, tal espectro sugere a formação de um biocarvão com baixa razão H/C e O/C, com elevada carbonização, resultando um material estável e resiliente (NOVOTNY *et al.*, 2009).

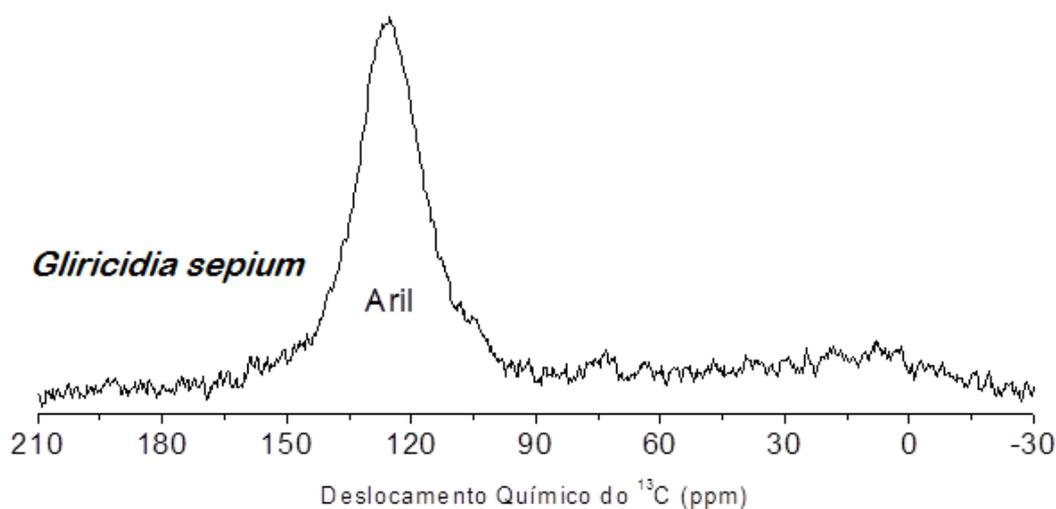


Figura 11 – Espectro de RMN do ^{13}C do biocarvão derivado de *Gliricidia* utilizado no experimento.

As duas análises apresentaram resultados similares referentes a caracterização do biocarvão. Portanto, o biocarvão aplicado no estudo possui baixa razão H/C e O/C e é estável e resistente a processos bióticos e abióticos no solo.

5.2.

Substratos utilizados

O desenvolvimento das mudas nos viveiros muito depende do substrato em que estão baseadas e do tipo de manejo. Pesquisas com substratos de diferentes composições fornecem importantes informações, pois evidencia o melhor ambiente para a germinação de sementes e desenvolvimento da planta (FIGLIOLIA *et al.*, 1993).

Os substratos com biocarvão apresentaram maior pH e conteúdo de K e Na (Tabela 3), parâmetros que aumentaram com a dose de biocarvão (20 ou 40 %), para ambos os viveiros. O mesmo comportamento ocorreu para o P, mas apenas no viveiro Tropical amizade, enquanto que o Ca, também apenas neste viveiro, foi maior na presença de biocarvão, porém sem a mesma tendência para as doses.

Esse aumento do pH e de certos elementos, em especial K e Na, para os tratamentos com biocarvão pode estar associado à presença de cinzas (DEENIK *et al.*, 2011; NOVOTNY *et al.*, 2015). O efeito das cinzas no solo de culturas foi verificado por pelos menos dois anos em um experimento no cerrado brasileiro (PIVELLI *et al.*, 2010). Assim, considerando o tempo requerido para o desenvolvimento das mudas, que é inferior a esse citado anteriormente, podendo variar de 3 meses a 1 ano dependendo da espécie, o uso do biocarvão e os benefícios associados a suas cinzas (efeito corretivo da acidez e fonte de alguns nutrientes) pode ser uma alternativa para a composição de substratos de mudas.

Tabela 3- Caracterização química dos substratos utilizados no experimento.

Substratos	pH (H ₂ O)	K	P (mg/dm ³)	Na	Ca (cmol/dm ³)	Mg
T.A. - Controle	4,8	312,00	101,99	32,00	1,97	1,53
T.A. - 20% de biocarvão	5,8	396,00	118,08	56,00	3,23	1,72
T.A. - 40% de biocarvão	7,0	552,00	132,17	82,00	3,10	1,33
T.A. - Calcário	5,3	260,00	90,17	24,00	3,05	1,70
A.V. - Controle	5,4	216,00	84,55	20,00	5,20	1,66
A.V. - 20% de biocarvão	6,4	384,00	61,42	56,00	5,52	1,68
A.V. - 40% de biocarvão	7,0	536,00	66,29	64,00	5,10	1,56
A.V. - Calcário	6,1	204,00	76,48	16,00	5,78	2,03

* T.A. – Tropical amizade e A.V. – Acácia e Vitória-régia.

5.3.

Germinação

As espécies apresentaram desempenho diferenciados de acordo com os tratamentos para a germinação (Figura 12). A *Schinus terebinthifolius* e a *Cariniana legalis*, germinaram até os 60 dias iniciais. Já a *Senna multijuga* e a *Trema micrantha* apresentaram germinação em até 90 dias. Para as espécies *Schinus terebinthifolius* e *Cariniana legalis*, o tratamento com maior germinação foi o calcário. Já para a *Senna multijuga* e a *Trema micrantha* a maior germinação foi para os tratamentos com biocarvão.

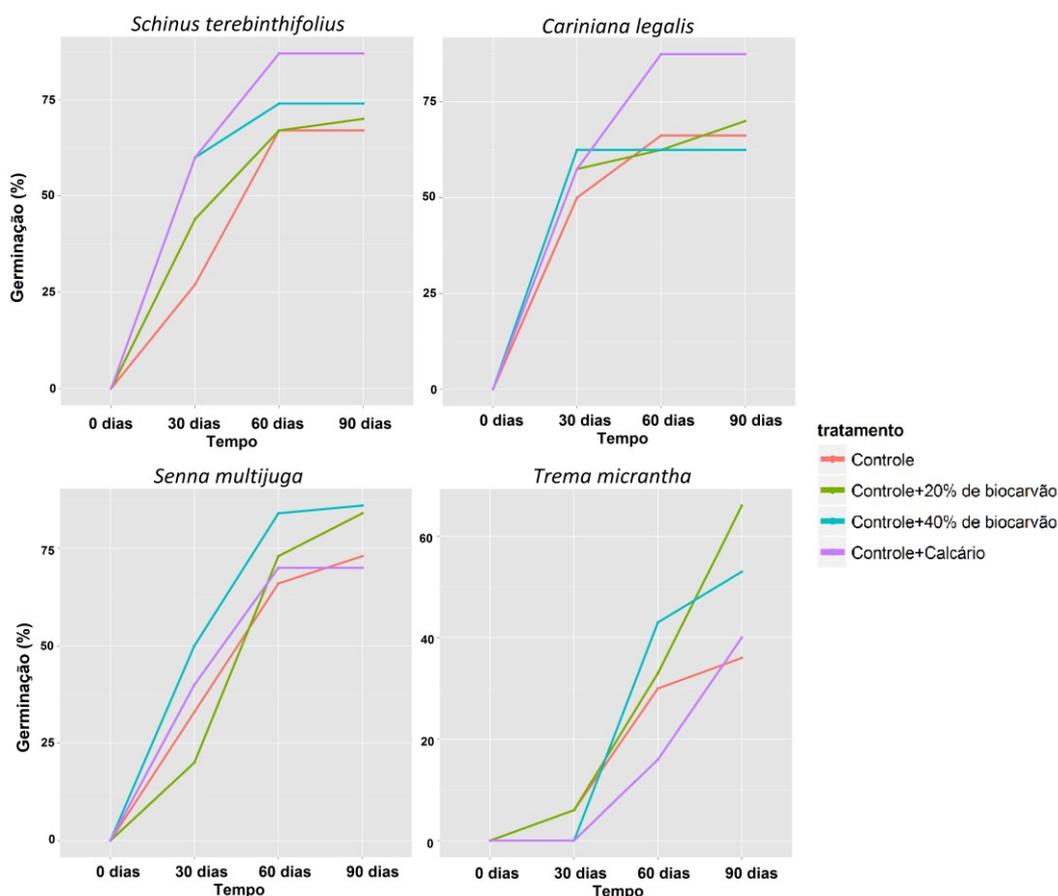


Figura 12 – Germinação das mudas sobre diferentes tratamentos dentro de cada espécie.

Na fase inicial nos viveiros, todas as mudas permaneceram sob sombreamento parcial. A *Schinus terebinthifolius* começou a germinar cinco dias após a semeadura, sendo o tratamento calcário o que apresentou 87% de germinação, o maior valor entre os tratamentos, seguido do tratamento 40% de biocarvão, com 74% de germinação (Figura 12). A taxa de germinação está de acordo com outro estudo para essa mesma espécie, que também apresentou 70% de germinação (SCALON *et al.*, 2006).

A germinação da *Cariniana legalis* teve início 24 dias após a semeadura, corroborando com outros estudos, podendo se estender até 90 dias (REGO *et al.*, 2001a; CARVALHO, 2003). Para essa espécie, o tratamento calcário apresentou a maior taxa de germinação (70%) (Figura 12). Outros estudos encontraram valores de germinação variando de 43% a 75% (VINHA *et al.*, 1982; REGO *et al.*, 2001).

Com relação à germinação da *Senna multijuga*, essa ocorreu rapidamente, cinco dias após a sementeira diferindo com a literatura que apresenta germinação entre o 10° e 40° dia (LORENZI, 2002). Os resultados demonstram que a espécie apresentou elevado poder germinativo para todos os tratamentos, característica verificada em outros estudos (CARVALHO, 2003). Os tratamentos com biocarvão apresentaram maiores resultados de germinação, sendo 86% para 40% de biocarvão e 84% para 20% de biocarvão (Figura 12).

A *Trema micrantha* é uma espécie com germinação irregular que pode ocorrer do 120° dia em até um ano (DURIGAN *et al.*, 1997). No presente estudo, a espécie iniciou sua germinação no 27° dia após a sementeira, sendo o tratamento com maior valor o 20% de biocarvão, que obteve em três meses 66% de germinação, seguido do 40% de biocarvão, com 53% de germinação (Figura 12). Valor superior ao encontrado em outros estudos que apresentaram de 30% a 34%, sendo, portanto, uma espécie conhecida por germinação de baixa a moderada (CASTELLANI *et al.*, 1998; LORENZI, 2002).

5.4.

Análise de crescimento das mudas

Com relação ao crescimento da *Schinus terebinthifolius*, indicado pela altura e diâmetro do coleto, as análises de variância indicaram diferença significativa para os tratamentos e os tempos (altura: p value- – 0,0014 e 2.10^{-16} , respectivamente; diâmetro: 0,00227 e 2.10^{-16} , respectivamente) (Tabelas 4 e 5). As mudas que apresentaram maior crescimento foram as dos substratos 40% de biocarvão e calcário; e o tratamento controle com o menor desempenho (Figura 13) (Tabela 6). A alcalinidade do substrato, maior nos tratamentos 40% de biocarvão e calcário, pode estar influenciando o desempenho das mudas dessa espécie. A *Schinus terebinthifolius* apresentou rápido crescimento nos meses iniciais. Esse comportamento pode estar associado ao estágio sucessional da planta que pertence ao grupo das pioneiras, caracterizadas pelo rápido crescimento inicial (MACIEL *et al.*, 2003). E pela influência do sombreamento das espécies

nos 4 meses iniciais nos viveiros, que condicionaram a espécie a buscar luz e assim crescerem de forma mais rápida (DEMUNER *et al.*, 2004).

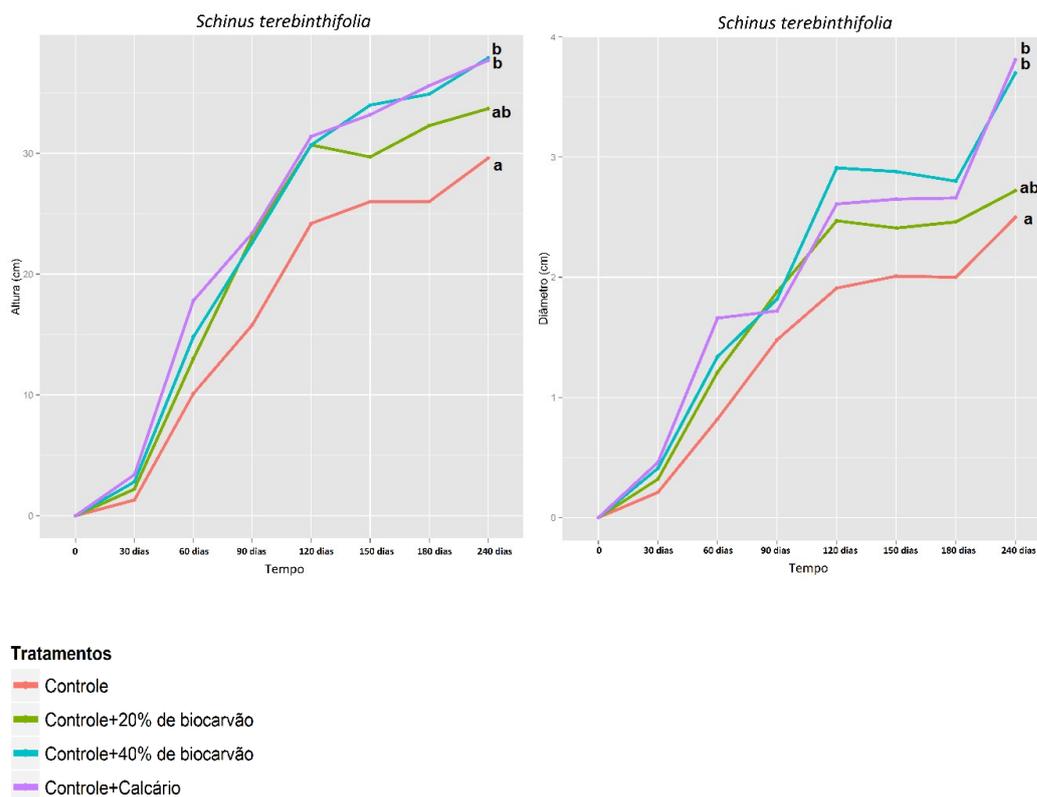


Figura 13- Altura e diâmetro, em um período de seis meses, de mudas de *Schinus terebinthifolius* em diferentes substratos. Letras diferentes indicam diferença significativa usando teste Tukey de ($p < 0,05$).

Os resultados de crescimento das mudas de *Cariniana legalis* apresentaram, segundo a análise de variância, diferenças significativas para os tratamentos e para os tempos em relação à altura (p value- 0,00509 e 0,00630, respectivamente) e apenas para os tratamentos em relação ao diâmetro (p value- 0,047) (Tabelas 4 e 5). As mudas que apresentaram maior crescimento foram aquelas sobre os substratos calcário, que foi diferente do substrato 40% de biocarvão, de menor crescimento (Figura 14) (Tabela 6). Os substratos com biocarvão apresentaram as menores médias, sendo o 20% com biocarvão similar ao controle, indicando que o aporte de macronutrientes derivado desse condicionar de solo não foram fatores determinantes para um melhor desempenho dessas mudas. O tempo de maior crescimento da espécie em todos os tratamentos foram os primeiros 60 dias (atingindo 5 cm de altura e 2,2 cm de diâmetro) e se

manteve constante nos meses seguintes. Essa baixa taxa de crescimento (apenas 5 cm após 240 dias) contradiz um estudo anterior para a mesma espécie, que apresentou após seis meses 16 cm em altura (REGO *et al.*, 2006). O crescimento lento da *Cariniana legalis* pode estar relacionado ao grupo sucessional da planta, uma vez que espécies como a *Balfourodendron riedelianum* (pau marfim) e a *Aspidosperma polyneuron* (peroba), que integram o mesmo grupo também apresentaram resultados similares (DURIGAN *et al.*, 1995; LORENZI, 2008).

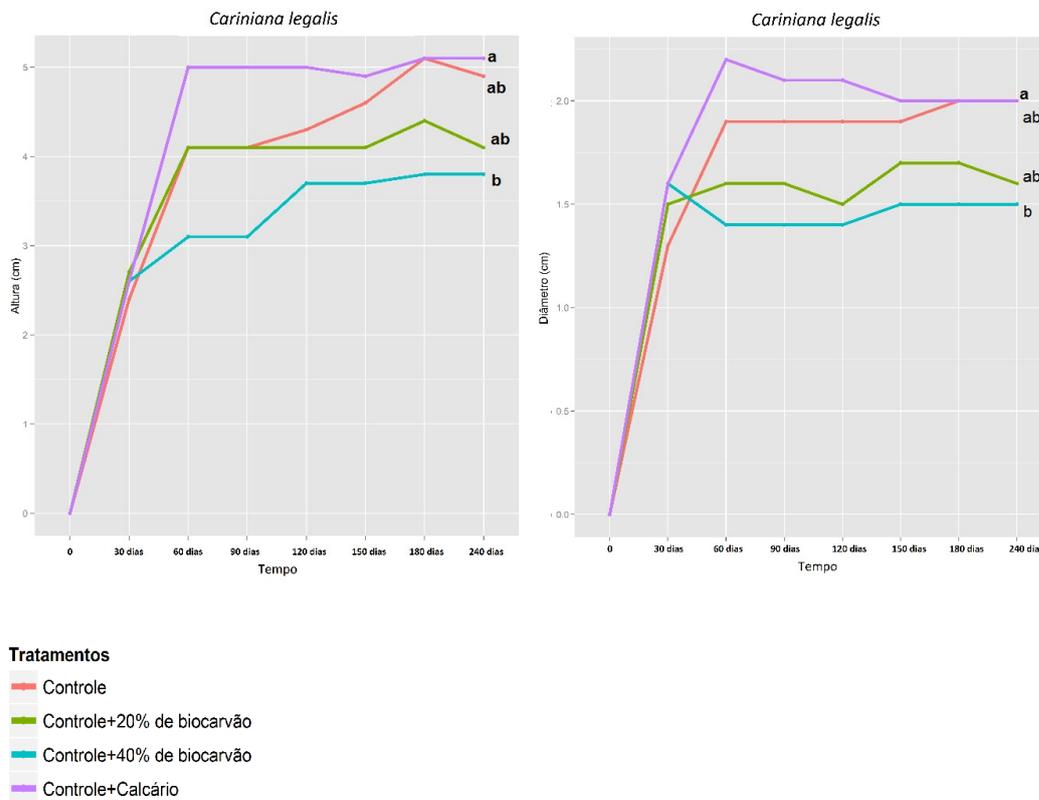


Figura 14- Altura e diâmetro, em um período de seis meses, de mudas de *Cariniana legalis* em diferentes substratos. Letras diferentes indicam diferença significativa usando teste Tukey ($p < 0,05$).

O crescimento das mudas de *Senna multijuga*, apresentaram diferenças significativas nos tratamentos e no tempo tanto para a altura (p value – 0,0196 e $2 \cdot 10^{-16}$, respectivamente) e para o diâmetro (p value – 0,0344 e $2 \cdot 10^{-16}$, respectivamente) (Tabelas 4 e 5). As mudas dos tratamentos com biocarvão apresentaram maior crescimento em altura do que as do substrato controle (Figura 15). Para o teste de Tukey não houve diferença entre os tratamentos para o diâmetro (Tabela 6). O maior crescimento das mudas aos substratos com

biocarvão pode estar relacionado ao maior aporte de nutrientes fornecidos a essa espécie nesses tratamentos quando comparados ao controle. É uma espécie com rápido crescimento, pois integra o grupo das pioneiras, e que ao atingirem 25 cm já estão prontas para o plantio (MORAES *et al.*, 2013). O crescimento das mudas de maneira geral foi maior nos primeiros 4 meses, depois estabilizando. As mudas no 4º mês apresentaram uma média de crescimento superior a 20 cm, corroborando com outros trabalhos (CARVALHO, 2003).

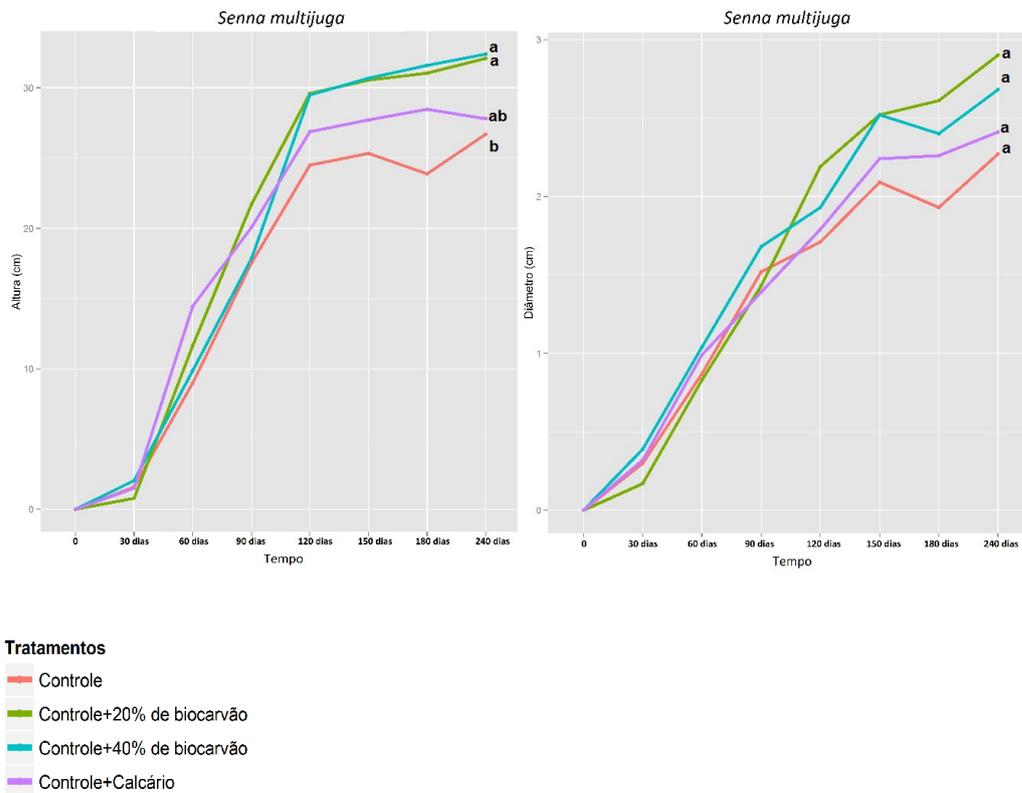


Figura 15- Altura e diâmetro, em um período de seis meses, de mudas do *Senna multijuga* em diferentes substratos. Letras diferentes indicam diferença significativa usando teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação ao crescimento da *Trema micrantha*, as análises de variância indicaram que os tratamentos e o tempo foram significativamente diferentes para a altura (p value- 21.10^{-8} e 2.10^{-16} , respectivamente) e para o diâmetro (p value - 219.10^{-4} e 2.10^{-16}) (Tabelas 4 e 5). Comparando as médias, temos que as mudas que apresentaram o maior crescimento foram aquelas cultivadas nos substratos com a presença de biocarvão (Figura 16) (Tabela 6). O crescimento ocorreu de forma mais expressiva após os 60 dias. A *Trema micrantha* é de rápido

crescimento, característica comum ao grupo das pioneiras, e de fácil adaptação a diferentes tipos de solo, mas que tem apresentado melhor desempenho em solos com elevada fertilidade, o que pode explicar o melhor desempenho dessas mudas ao tratamento com biocarvão, que possui em suas cinzas macronutrientes disponíveis (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003).

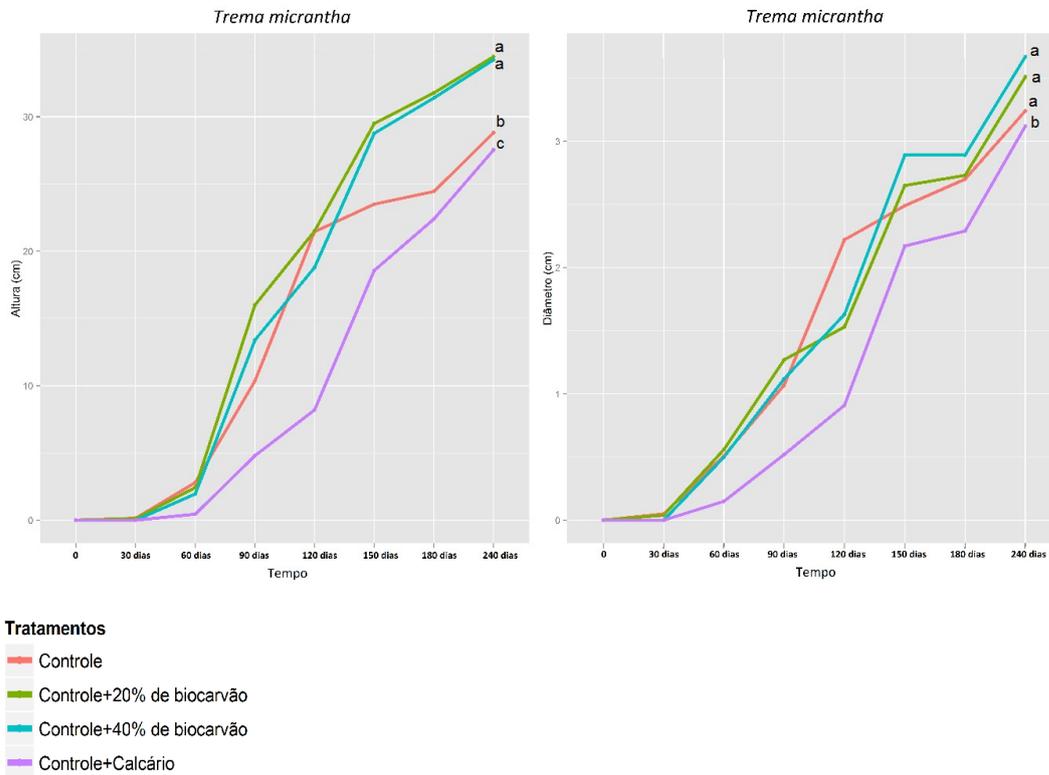


Figura 16- Altura e diâmetro, em um período de seis meses, de mudas do *Trema micrantha* em diferentes substratos. Letras diferentes indicam diferença significativa usando teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 4- Análise de variância (ANOVA) das espécies analisadas com medidas repetidas para altura.

Espécies	p-value Trat	p-value Tempo	p-value Trat*Tempo
<i>Schinus tereb inthifolius</i>	0,0014	2.10^{-16}	1,0000
<i>Cariniana legalis</i>	0,00509	0,0063	0,99962
<i>Senna multijuga</i>	0,0196	2.10^{-16}	0,9764
<i>Trema micrantha</i>	21.10^{-8}	2.10^{-16}	0,159

*legenda: trat-tratamento; temp-tempo

Tabela 5- Análise de variância (ANOVA) das espécies analisadas com medidas repetidas para diâmetro.

Espécies	p-value Trat	p-value Tempo	p-value Trat*Tempo
<i>Schinus tereb inthifolius</i>	0,00227	2.10^{-16}	0,9966
<i>Cariniana legalis</i>	0,047	0,773	0,998
<i>Senna multijuga</i>	0,0344	2.10^{-16}	0,9354
<i>Trema micrantha</i>	219.10^{-4}	2.10^{-16}	0,536

*legenda: trat-tratamento; temp-tempo

Tabela 6 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) dos tratamentos para altura e diâmetro.

Espécies	Tratamentos	T-Test - Altura	T-Test - Diâmetro
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Controle	a	a
	20% de biocarvão	ab	ab
	40% de biocarvão	b	b
	Calcário	b	b
<i>Cariniana legalis</i>	Controle	ab	ab
	20% de biocarvão	ab	ab
	40% de biocarvão	b	b
	Calcário	a	a
<i>Senna multijuga</i>	Controle	b	a
	20% de biocarvão	a	a
	40% de biocarvão	a	a
	Calcário	ab	a
<i>Trema micrantha</i>	Controle	b	a
	20% de biocarvão	a	a
	40% de biocarvão	a	a
	Calcário	c	b

Os resultados de crescimento das mudas indicados pela altura e diâmetro, assim como os de germinação, demonstram que cada espécie respondeu de forma diferenciada aos substratos. O biocarvão melhorou o desempenho de espécies como a *Senna multijuga* e a *Trema micrantha*, podendo ser recomendado na composição de seus substratos. A partir dessas análises foi possível compreender um pouco mais sobre as necessidades das espécies estudadas que muito são utilizadas em projetos de restauração florestal na Mata Atlântica.

5.5.

Sobrevivência das mudas na área experimental

As taxas de sobrevivência das mudas para cada tratamento no plantio foram diferentes nas quatro espécies. De maneira geral as mudas da *Schinus terebinthifolius* foram as mais vigorosas, com taxa de 100% de sobrevivência para a grande maioria dos tratamentos nos cinco meses de plantio (Figura 17). Esse resultado corrobora o já verificado em outro estudo, em que mudas da mesma espécie apresentaram elevada taxa de sobrevivência em um plantio realizado em área degradada em Minas Gerais (JOSE *et al.*, 2005).

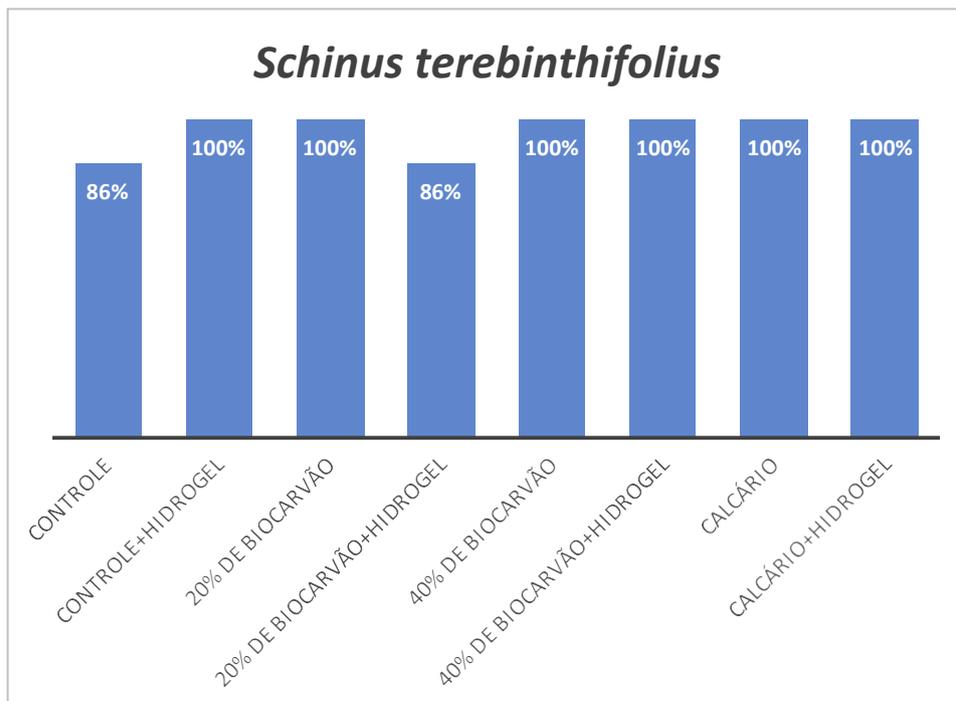


Figura 17- Sobrevivência da *Schinus terebinthifolius* no plantio dentro de cada tratamento.

A *Cariniana legalis* apresentou 100% de sobrevivência para o tratamento controle+hidrogel (Figura 18). Dos oito tratamentos presentes no plantio, cinco apresentaram mais de 50% de taxa de sobrevivência. Os tratamentos com biocarvão apresentaram baixas taxas de sobrevivência, variando de 25% a 34%; com exceção do 40% de biocarvão que apresentou 67%. A sobrevivência da *Cariniana legalis* em plantios foi relatada como elevada em estudo anterior, uma vez que essa espécie é tolerante à luz direta, sendo excelente para plantios mistos em áreas degradadas (LORENZI, 2002). Porém, deve-se destacar que no presente estudo as mudas da espécie *Cariniana legalis* não apresentaram elevada taxa de sobrevivência para a grande maioria dos tratamentos, destacando os substratos com biocarvão como os piores.

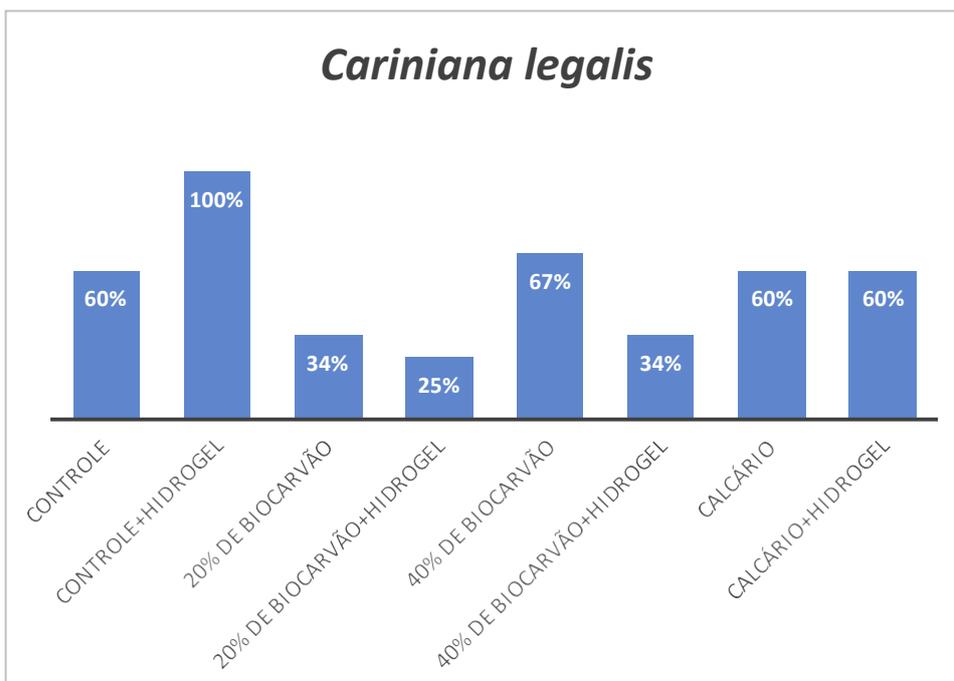


Figura 18- Sobrevivência da *Cariniana legalis* no plantio dentro de cada tratamento.

As mudas do *Senna multijuga* relativas aos tratamentos com calcário, apresentaram taxa de 100% de sobrevivência em condições de campo nos cinco meses de plantio. Os tratamentos controle+hidrogele e calcário+hidrogele apresentaram 57% de taxa de sobrevivência, as menores para a espécie (Figura 19). O plantio dessa mesma espécie em um antigo lixão na cidade de Inconfidentes, Minas Gerais, também apresentou elevada taxa de sobrevivência, indicando o uso dessa espécie como uma boa opção para recuperação de áreas degradadas (RESENDE *et al.*, 2015).

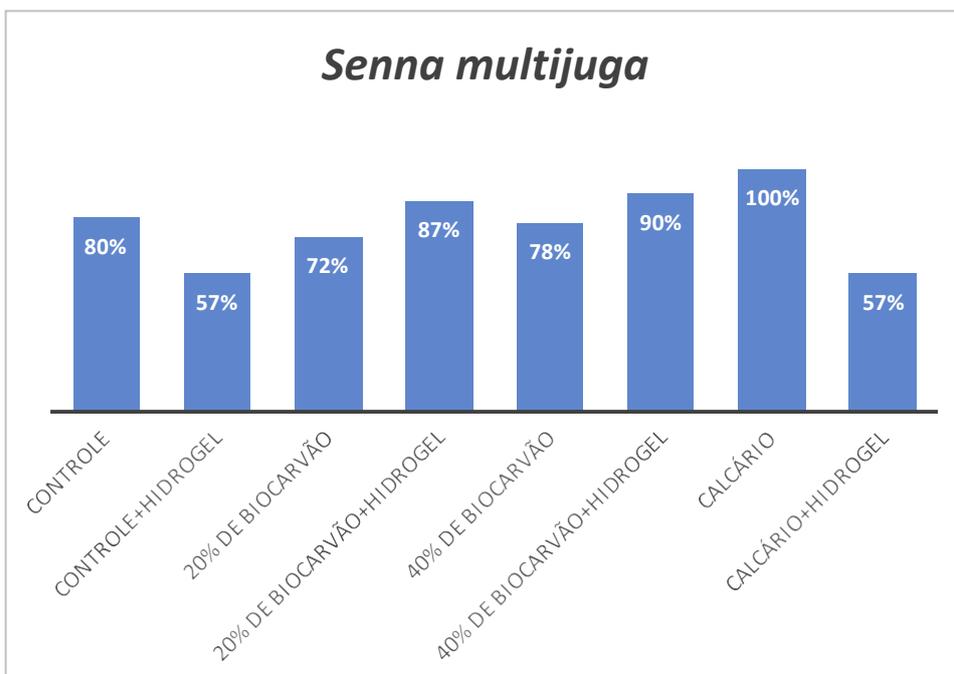


Figura 19- Taxa de sobrevivência da *Senna multijuga* no plantio dentro de cada tratamento.

As mudas de *Trema micrantha* apresentaram taxas de sobrevivência de elevada a moderada para os tratamentos (Figura 20). O tratamento calcário apresentou menor taxa, com 50% de sobrevivência. Na fase dos viveiros, esse tratamento também foi o pior, indicando que essa composição de substrato pode dificultar o desenvolvimento da espécie tanto nos viveiros quanto no plantio. A taxa de sobrevivência de 97,1% para o 9º mês de plantio e 61,4% para o 12º mês, foi relatada em outro trabalho na mesma área do presente estudo, a REBIO de Poço das Antas (MORAES *et al.*, 2006).

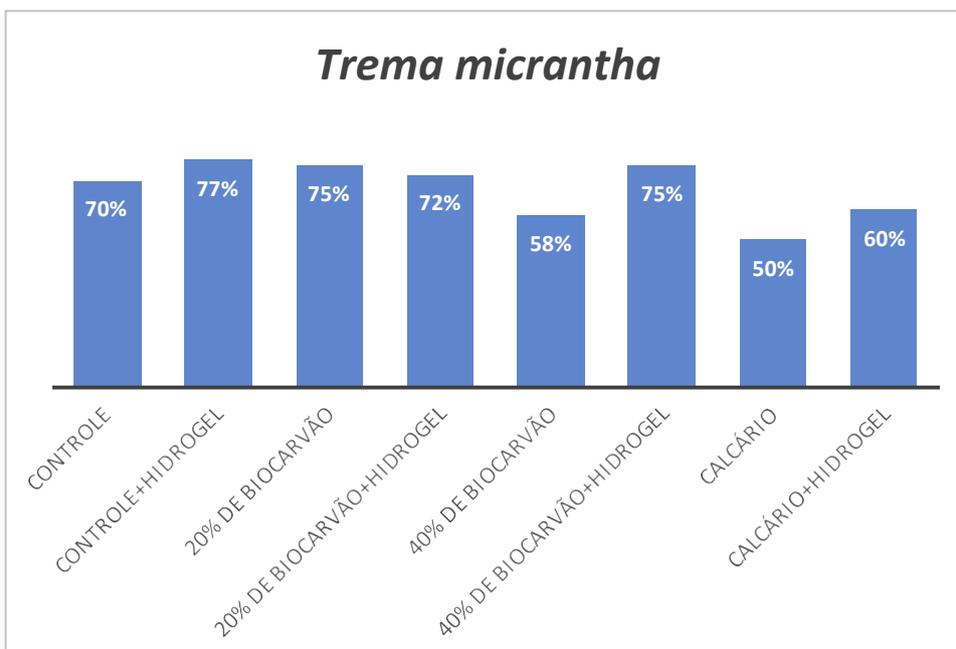


Figura 20- Taxa de sobrevivência da *Trema micrantha* no plantio dentro de cada tratamento.

Os resultados da taxa de sobrevivência das mudas plantadas na REBIO de Poço das Antas, indicam uma tendência para cada tratamento dentro de cada espécie nos cinco meses de plantio. De maneira geral, pode-se dizer que dentro dos grupos de espécies, as mudas de *Schinus terebinthifolius* apresentaram maior taxa de sobrevivência para todos os tratamentos. E a espécie com menor taxa de sobrevivência dentro dos tratamentos foi a *Cariniana legalis*. No entanto, análises estatísticas devem ser realizadas para aferir se as diferenças observadas foram significativas ou devido ao acaso.

5.6.

Percepção dos viveiristas e técnicos

A percepção dos atores (viveiristas e técnicos) envolvidos na produção de mudas na bacia do rio São João foram obtidas através de um grupo focal e entrevistas. Figuras abaixo em forma de nuvem de palavras buscaram demonstrar essa visão, refletindo o resultado de algumas perguntas realizadas.

Para os viveiristas os benefícios de se ter um viveiro estão relacionados à autonomia e liberdade conferida a atividade (Figura 21a). No entanto, na visão dos técnicos os benefícios de se ter o viveiro estão relacionados principalmente ao complemento da renda das famílias proprietárias dos viveiros (Figura 21b). Esse é um ponto que merece destaque pois dados indicam que a frequência de pobres no Brasil é maior no meio rural do que no urbano (MONTEIRO, 2003).

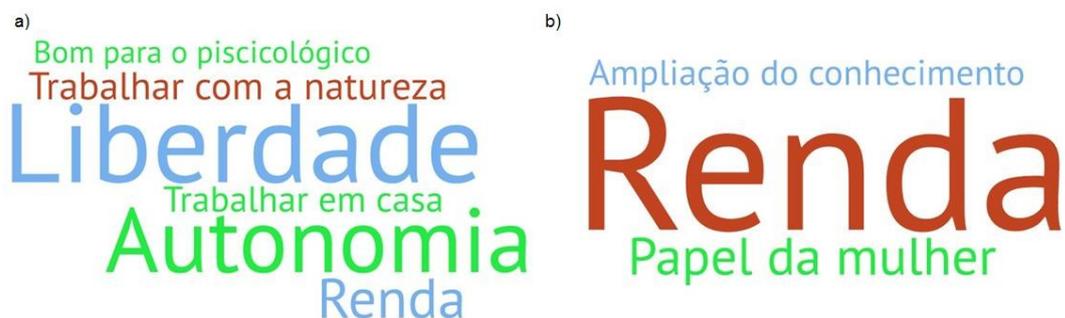


Figura 21- Benefícios de se ter um viveiro na visão dos viveiristas (a) e dos técnicos (b).

A incerteza de venda das mudas, seguida pela dificuldade de transporte dos insumos para os substratos e mão-de-obra para auxiliar nas atividades nos viveiros foram os pontos abordados pelos viveiristas como as dificuldades de se ter um viveiro (Figura 22a). Mesmo com diversos projetos de restauração florestal como o PLANAVEG (2014) e o Pacto para a restauração da Mata Atlântica (2009) de nível nacional a demanda por mudas, segundo os viveiristas participantes no grupo de foco, ainda é baixa. Para que a demanda por mudas cresça é necessário estabelecer uma rede de contato com as áreas alvos de restauração, sejam elas públicas ou privadas, e também contar com a melhoria na fiscalização e controle por parte do poder público nas propriedades privadas, que

representam a maioria dos fragmentos do bioma (RAMBALDI *et al.*, 2003b). Para os técnicos os custos associados à produção das mudas, foi a principal dificuldade relacionada ao viveiro, seguido de transporte e mercado instável, pontos também abordados pelos viveiristas (Figura 22b).

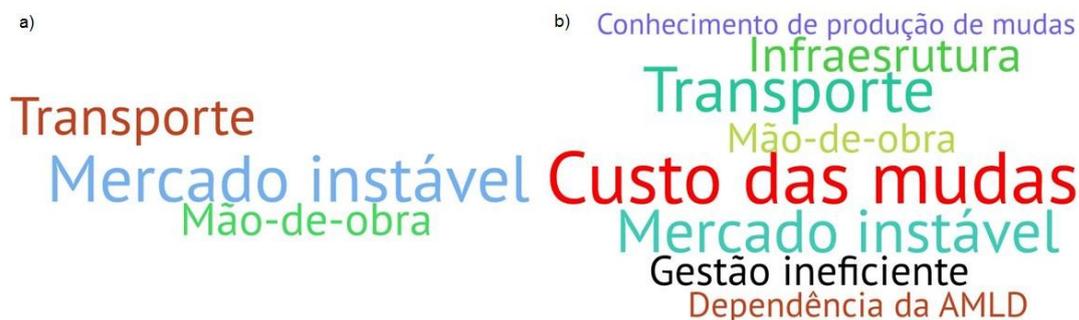


Figura 22- Dificuldades relacionadas aos viveiros na visão dos viveiristas (a) e dos técnicos (b).

O principal problema na produção das mudas para os viveiristas e técnicos está relacionado às sementes (Figura 23a-b). Os viveiristas encontram grande dificuldade na coleta e comércio de sementes das espécies nativas, sendo comum o cultivo de poucas espécies. Um dos objetivos presentes no plano de manejo da APA da bacia da área de estudo é desenvolver intercâmbio e comercialização de sementes, o que iria apoiar em muito os viveiristas (ICMBio, 2008).

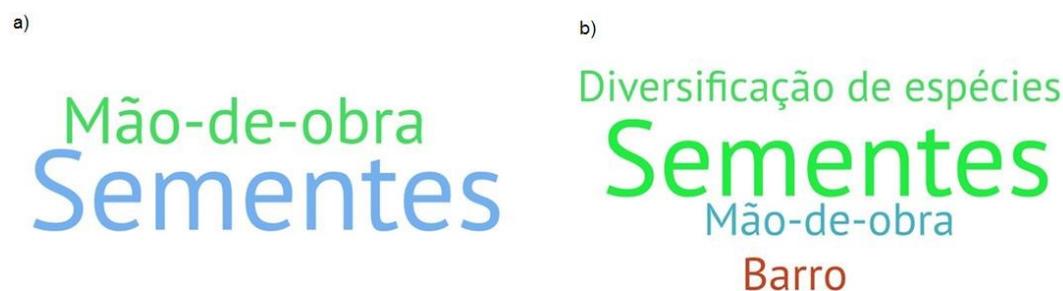


Figura 23- Principal problema na produção das mudas na visão dos viveiristas (a) e dos técnicos (b).

Segundo os viveiristas carros para transporte dos insumos e mercado estável são pontos que melhorariam a atividade nos viveiros. Na visão dos técnicos pontos como mercado estável, investimentos em tecnologia, análises de custo e benefício, trabalho de forma coletiva, assistência técnica, são pontos que devem ser considerados para que a atividade nos viveiros melhore. Na região do

estudo a AMLD vem desempenhando apoio de assistência técnica aos viveiros e também de conexão e diálogo entre os viveiristas.

A principal dificuldade associada aos viveiros para os técnicos é o custo de produção das mudas (Figura 22b). Assim, itens de baixo custo ou sem custo que possam ser utilizados como componentes dos substratos se tornam atrativos. O biocarvão como um produto que pode ser obtido derivado de resíduos presente nas propriedades dos viveiristas, com características químicas e físicas que possam contribuir para a formação de um substrato de qualidade, surge como uma alternativa. Após uma exposição sobre o biocarvão e suas características e aplicações, foi perguntado aos viveiristas se eles haviam interesse em experimentar o produto, e dos cinco entrevistados quatro demonstraram interesse. Na visão dos técnicos, todos teriam interesse em adotar a técnica, se o produto pudesse substituir algum componente do substrato e melhorasse a produção das mudas, e se não exigisse tempo dos viveiristas para a produção do biocarvão.

O biocarvão é um produto que pode ser obtido com facilidade pelos viveiristas, pois é resultado da transformação térmica de resíduos a baixo custo. Todos os viveiristas entrevistados possuem resíduos em suas propriedades. Os resíduos citados pelos viveiristas foram: coco, palha de cana, caixas de madeira, Gliricidia, casca do palmito pupunha e bagaço de cana-de-açúcar.

Portanto, é importante considerar que o biocarvão pode substituir parte dos substratos utilizados nos viveiros, para compor mudas de espécies que responderam melhor a presença desse condicionador de solo. Esse resultado contribui para direcionar melhores estratégias de produção de mudas, alinhando esse fator ao manejo de resíduos nas propriedades. É uma atividade que contribui para a restauração florestal, favorece também o incremento da renda das famílias, contribuindo para permanência dessas no meio rural e manutenção dos valores culturais.

5.7.

Análise de custo-benefício do substrato

Os custos do substrato calcário, foram fornecidos em 0,625 m³ pela AMLD e viveristas (Tabela 7). O cálculo para o custo dos substratos foi realizado de acordo com a quantidade em cada viveiro (Tabela 8). Para a produção do substrato calcário, o viveiro Tropical amizade gasta R\$28,02 e o Acácia e Vitória-régia R\$11,32. O valor mais baixo para o substrato do viveiro Acácia e Vitória-régia está relacionado a disponibilidade dos componentes em sua propriedade, ao contrário do Tropical amizade que precisa pagar por todos os itens. Para ambos os viveiros o custo com o biocarvão foi considerado nulo, uma vez que esse produto é derivado de resíduos, existentes em grande disponibilidade nas propriedades. Não foram considerados no custo da produção dos substratos, os custos em investimento para a produção do biocarvão.

Os resultados indicam que para a espécie *Schinus terebinthifolius* o maior benefício foi o seu cultivo nos substratos compostos com 40% de biocarvão e calcário (Figura 24). Considerando que o custo do substrato com 40% de biocarvão custa R\$16,84 e o substrato utilizado pelo viveirista R\$ 28,02 (Tabela 8), recomenda-se o uso do biocarvão nos substratos para a produção de mudas dessa espécie, diminuindo assim os custos.

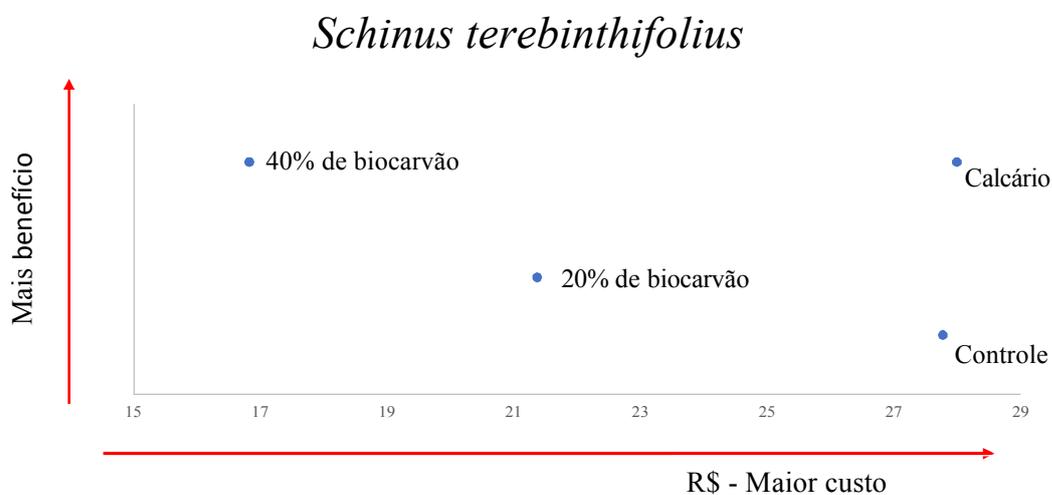


Figura 24- Custo-benefício dos substratos testados na *Schinus terebinthifolius*.

Para a *Cariniana legalis* o substrato calcário foi o que condicionou o maior crescimento e germinação das mudas apresentando assim maior benefício. No entanto, foi o tratamento mais caro entre os substratos testados, com o custo de R\$ 11,32 (Tabela 8). Como a espécie é de crescimento lento e sua produção no viveiro foi relatada como problemática, pesquisas que busquem compreender melhor suas necessidades fisiológicas são necessárias para a sugestão de substratos com menor custo (BATISTA, 2009).

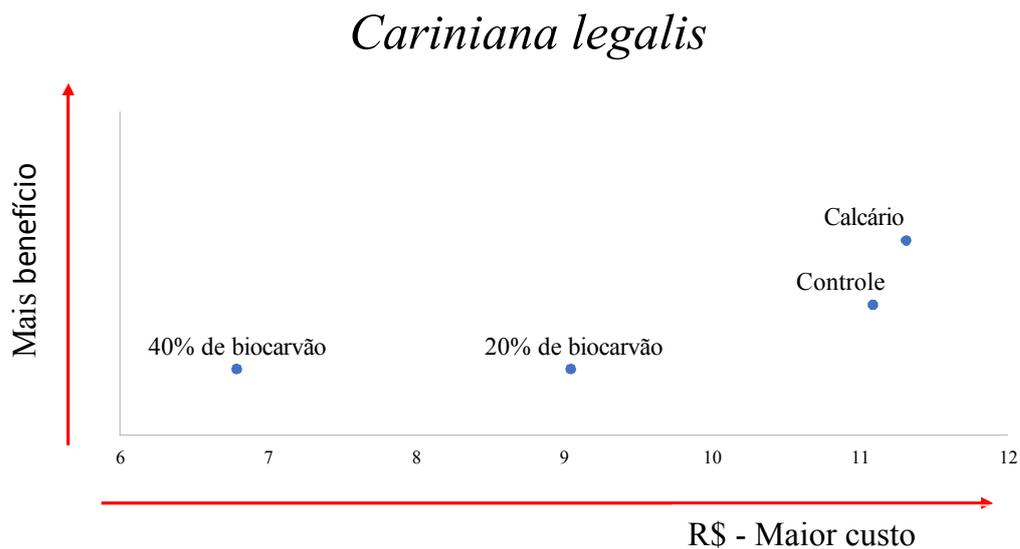


Figura 25- Custo-benefício dos substratos testados na *Cariniana legalis*.

Os substratos com biocarvão apresentaram o maior benefício para as mudas de *Senna multijuga*. O tratamento com 40% de biocarvão nos substratos apresentou um custo de R\$16,84, o menor entre os substratos testados (Tabela 8). Nesse sentido, o uso de 40% de biocarvão nos substratos para as mudas dessa espécie pode simbolizar benefícios em desenvolvimento e a diminuição dos custos para os viveiros (Figura 26).

Senna multijuga

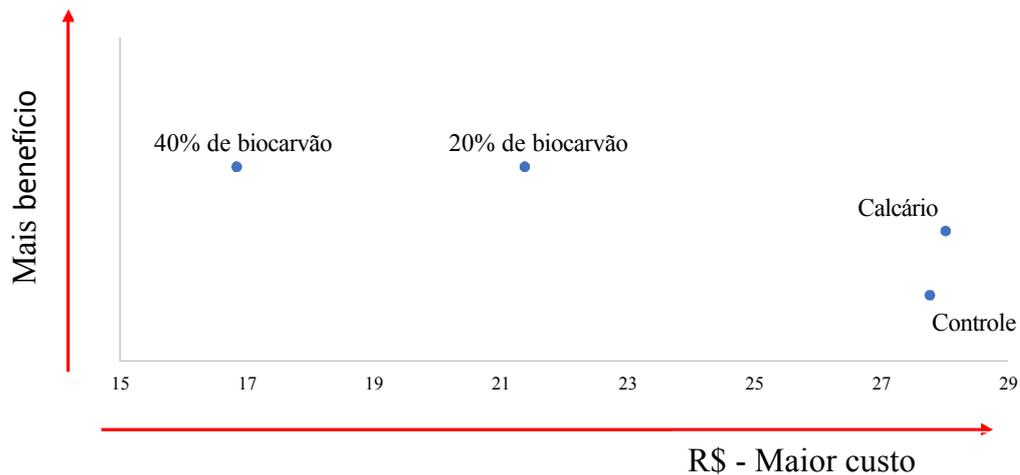


Figura 26- Custo-benefício dos substratos testados no *Senna multijuga*.

Os substratos com biocarvão, com os menores preços entre os tratamentos, condicionaram o maior benefício para as mudas de *Trema micrantha*, que mais cresceram e germinaram para esses tratamentos (Tabela 8). Assim, o substrato com melhor custo-benefício para essa espécie é com 20% de biocarvão. O uso dessa composição de substrato irá reduzir os custos associados a produção de mudas nos viveiros, um dos problemas apontados pelos viveiristas.

Trema micrantha

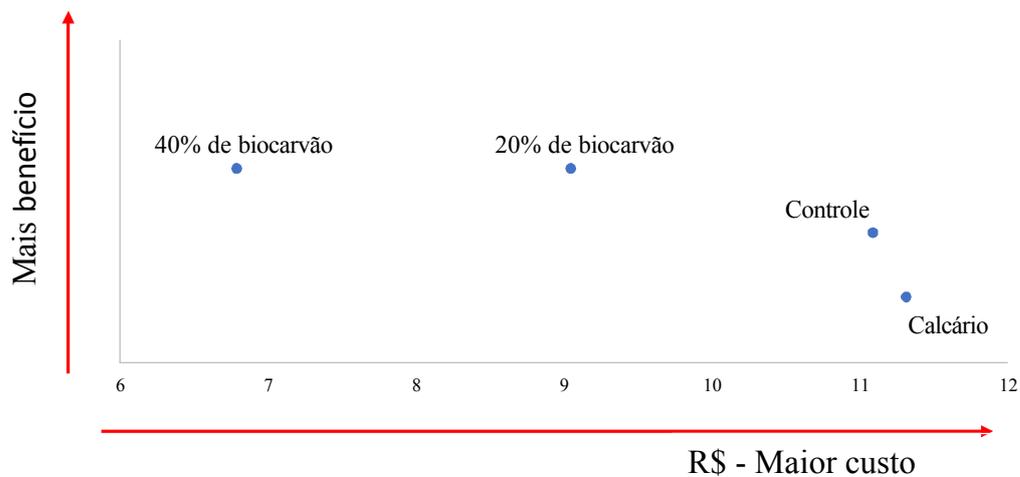


Figura 27- Custo-benefício dos substratos testados na *Trema micrantha*.

Tabela 7 – Custo do substrato calcário fornecido pela AMLD e viveiristas.

Viveiro Tropical amizade	Substrato Controle + Calcário	Preço em 0,625 m³
	Esterco	12,24
	Barro	9,45
	NPK	5,50
	Fosfato de araxá	0,60
	Calcário	0,23
		Total: 28,02

Viveiro Acácia e Vitória-régia	Substrato Controle + Calcário	Preço em 0,625 m³
	Esterco	0,00
	Barro	4,99
	NPK	5,50
	Fosfato de araxá	0,60
	Calcário	0,23
		Total: 11,32

Tabela 8- Custos dos substratos dos diferentes tratamentos para cada viveiro.

Tratamentos	Preços viveiro Tropical amizade
Controle	27,79
20% de biocarvão	21,38
40% de biocarvão	16,84
Calcário	28,02

Tratamentos	Preços viveiro Acácia e Vitória-régia
Controle	11,09
20% de biocarvão	9,05
40% de biocarvão	6,79
Calcário	11,32

A análise do custo-benefício dos substratos utilizados no presente estudo indica que para algumas espécies o uso do biocarvão na composição de seus substratos se torna uma alternativa atrativa. Essa análise ajuda a direcionar de forma mais eficiente os recursos existentes nos viveiros, retirando gastos de determinada variável e alocando investimentos em outra.

6.

Considerações finais

A crescente demanda por mudas para a restauração florestal nos próximos anos instiga pesquisas que busquem conhecer melhor as espécies relativas a cada bioma, contribuindo assim para um maior sucesso dos projetos. No caso da Mata Atlântica problemas associados à produção de mudas nos viveiros como: baixo desempenho para algumas espécies; custo elevado de produção; e sobrevivência das espécies em campo, são relatados. A alternativa do uso do biocarvão para compor os substratos com o objetivo de diminuir os custos e melhorar a produção das mudas se torna atrativo.

Os resultados obtidos com o uso do biocarvão indicam que esse condicionador de solo diminui a acidez do substrato, assim como o calcário. No entanto, é importante considerar que as espécies não responderam de forma similar aos dois produtos, sendo necessário considerar as especificidades de cada grupo. O biocarvão também aumenta a disponibilidade de K e em um dos viveiros também P, presentes nas cinzas, representando uma boa opção para espécies que demandem elevadas quantidades desses nutrientes.

No caso das espécies do presente estudo, o biocarvão foi o tratamento mais eficiente na germinação da *Senna multijuga* e da *Trema micrantha*. Os substratos com biocarvão estimularam o crescimento na *Schinus terebinthifolius*, *Senna multijuga* e *Trema micrantha*. Nesse sentido, esse condicionador de solo pode ser utilizado para melhorar o desempenho dessas mudas, substituindo parte dos substratos utilizados nos viveiros, uma vez que é interesse de grande maioria dos viveiristas.

A composição do substrato com a presença de biocarvão apresentou o menor custo, pois o material para formação desse produto é derivado de resíduos existentes nas propriedades. O custo dos substratos associados aos benefícios identificados nos resultados anteriores, contribuirão para direcionar de forma mais eficiente os recursos existentes nos viveiros, retirando gastos de determinada variável e alocando investimentos em outra. Conhecer as percepções dos produtores de mudas é especialmente importante, porque são eles que poderão

adotar o uso de biocarvão na produção de mudas na busca de obter uma melhor qualidade de plantas, diminuir custos e melhor preço.

Os estudos em restauração florestal da Mata Atlântica muito evoluíram nos últimos anos, mas diversos desafios ainda existem. O grande esforço para os próximos anos deve se concentrar em restaurar áreas degradadas, aumentando assim a conservação da biodiversidade, a recuperação dos solos e de recursos hídricos, garantindo assim o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Para isso, é necessário a continuação de pesquisas direcionadas a compreensão das especificidades de espécies, melhor composição de substratos para as espécies e viveiristas, e também compreensão da dinâmica de plantas em campo, para que projetos de restauração florestal ocorram de forma mais eficiente.

7.

Referências bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo (SP): Ateliê Editorial, 2003.

ALHO, C. F. B. V. **Efeito da temperatura final de pirólise na estabilidade de biocarvão produzido a partir de madeira de Pinus sp. e Eucalyptus sp.** Seropédica, 2012. 58p. Dissertação de mestrado para obtenção do grau de mestre em Ciências Ambientais e Florestais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

AMORIN, I. L., et al. **Aspectos morfológicos de plântulas e mudas de trema.** Revista Brasileira de Sementes, Vol.28, nº1, p. 86-91, 2006.

ARONSON, J. et al. **Conceitos e definições correlatos a ciência e a pratica da restauração ecológica.** IF Sér. Reg. n. 44 p. 1-38 ago 2011.

BAGGIO, A.J. **Aroeira como potencial para usos múltiplos na propriedade rural.** Boletim de pesquisa Florestal, Curitiba, n 17, p. 25-32, 1988.

BAILLIE, J. & GROOMBRIDGE, B. **Threatened Animals.** IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1996.

BAPAT, H.D. & MANAHAN, S.E. **Chemchar gasification of hazardous wastes and mixed wastes on a biochar matrix.** Abstr. Papers Am. Chem. Soc. 215:008-ENVR, 1998.

BARROS, S.R.S. **A inserção da zona costeira nas territorialidades da bacia hidrográfica do rio São João-RJ: inter-relações, trocas e conflitos.** Tese de doutorado. Unversidade Federal Fluminense, Niteroi, 2007.

BATISTA, J. **Crescimento e qualidade de mudas de jequitiba-rosa (Cariniana legalis (Mart.) Kuntze) e canudo-de-pito (Mabea fistulifera Mart.) em reposta a calagem e a doses de fosforo.** 2009. Dissertação de mestrado. Viçosa, MG.

BEHLING, H. & NEGRELLE, R.R.B. **Tropical Rain Forest and climate dynamics of the Atlantic lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary.** Quaternary Research 56: 383–389, 2001.

BELLOTTO, A. et al. **Restauração fundamentada no plantio de árvores, sem critérios ecológicos para a escolha e combinação de espécies.** In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, p. 62-77,2009.

BENITES, V.M. et al. **Utilização de Carvão e Subprodutos da Carbonização Vegetal na Agricultura: Aprendendo com as Terras Pretas de Índio.** In:

TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. I. (Ed.). **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 285-296, 2009.

BERQUE, A. Paisagem-marca, paisagem-matriz: elementos da problemática para uma Geografia Cultural. Tradução de Ednês M. Vasconcelos Ferreira e Anne-Maria Milon Oliveira. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Orgs.). **Paisagem, tempo e cultura.** Rio de Janeiro (RJ): UERJ, p. 84-91, 1998.

BESSE, J.M. **Entre a geografia e a ética: a paisagem e a questão do bem-estar.** Tradução de Eliane Kuvassy e Mônica Balestrin Nunes. GeoUSP, São Paulo (SP), v. 18, n. 2, p. 241-252, 2014.

BIDEGAIN, P. & VOLCKER, C.M. - **Bacias Hidrográficas dos Rios São João e das Ostras: Águas, Terras e Conservação Ambiental.** Rio de Janeiro: Consórcio intermunicipal para a gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira, 2004.

BOATENG, A.A., et al. **Sustainable production of bioenergy and biochar from the straw of high-biomass soybean lines via fast pyrolysis.** Environ. Prog. Sustainable Energy 29:175–183, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ. p. 37-54, 2009.

BRITO, J. O. **Fuelwood utilization in Brazil.** Biomass and Bioenergy. v.12, n.1, p.69-74, 1997.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes.** Turrialba, v. 15, n. 1, p.40-42, 1965.

CALMON, M. et al. **Emerging Threats and Opportunities for Large-Scale Ecological Restoration in the Atlantic Forest of Brazil.** Restoration Ecology Vol. 19, No. 2, pp. 154–158, 2011.

CARVALHO FILHO, O.M. et al. **Gliricidia sepium - leguminosa promissora para regiões semi-áridas.** Petrolina, PE: EMBRAPA- CPATSA. 16p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 35), 1997.

CARVALHO, M.T.M. et al. **Biochar improves fertility of a clay soil in the Brazilian Savannah: shortterm effects and impact on rice yield.** J Agric Rural Develop Trop Subtrop. ;114:101-7, 2013.

CARVALHO, P. E. R. Espécies nativas para fins produtivos. In: CARVALHO, P. E. R. **Espécies não tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais.** Colombo: EMBRAPA CNPF. p. 103-125, 1998.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: Embrapa-Florestas, 640 p, 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 1039 p, 2003.

CASTELLANI, E.D. & Aguiar, I.B. **Preliminary conditions for germination of *Trema micrantha* (L.) Blume seeds.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 2(1):80-83, 1998.

CHAZDON, R & URIARTE, M. **Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics.** BIOTROPICA 48(6): 709–715 2016.

CHAZDON, R. L. **Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances.** Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 6, p. 51-71, 2003.

CHENG, C.H. et al. **Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes.** Org Geochem, 37:1477-88, 2006.

CIDE, **Fundação Centro de Informação e Dados do Rio de Janeiro.** Anuário Estatístico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CILSJ - **Consórcio Intermunicipal Lagos São João.** Consórcio Intermunicipal para Gestão Ambiental das Bacias da Região dos Lagos, do Rio São João e Zona Costeira. <Disponível em <http://www.lagossaojoao.org.br>> Acessado em: 16/12/2016.

CITADINI ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de Mata Atlântica na microbacia do rio novo, Orleans, SC.** 236f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

COLOMBO, A.F. et al. **Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change.** Brazilian Journal of Biology 70: 697–708, 2010.

CORNELISSEN, G. et al. **Biochar Effect on Maize Yield and Soil Characteristics in Five Conservation Farming Sites in Zambia.** Agronomy , 3, 256-274, 2013.

COSGROVE, D. A. Geografia está em toda parte: cultura e simbolismo nas paisagens humanas. Tradução de Olivia B. Lima da Silva. In: CORRÊA, R. L.; RO-SENDAHL, Z. (Orgs.). **Paisagem, tempo e cultura.** 2 ed. Rio de Janeiro (RJ): UERJ, p. 92-123, 2004.

CULLEN, L. Jr., et al. **Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic forest, Brazil.** Biological Conservation 95: 49-56, 2000.

CUNHA, S.B. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do Rio São João**. Departamento de geografia. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 415p, 1995.

CUNHA, T. C., et al. O carbono pirogênico. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. (Ed.). **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 263-284. 2009.

DAVIDE, A.C. et al. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 45p. 1995.

DEAL, C., et al. **Comparison of kiln-derived and gasifier-derived biochars as soil amendment in the wet tropics**. *Biomass Bioenergy*,37:161-8, 2012.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEENIK, J.L., et al. **Charcoal ash and volatile matter effects on soil properties and plant growth in an acid Ultisol**. *Soil Sci.*176:336-45, 2011.

DELA PICCOLLA, C. **Características químicas de biocarvões produzidos a partir do bagaço de cana-de-açúcar e a disponibilidade de fósforo no solo**. Dissertação de mestrado. ESALq, 2013.

DEMUNER, V. G., et al. 2004. **Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms**. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v. 17, p. 45-55, 2004.

DENEVAN, W.M. **The Native Population of the Americas in 1492**. University of Wisconsin Press, Madison, WI. availability: a case study in the Brazilian Atlantic Forest, 1976.

DRUMMOND, J. A. **O jardim dentro da máquina: breve história ambiental da Floresta da Tijuca**. *Estudos Históricos*, 1: 278-294, 1988.

_____. **Devastação e preservação ambiental: os parques nacionais do Estado do Rio de Janeiro**. EdUFF, Niterói, 306p, 1997.

DRUMOND, M. A. & CARVALHO FILHO, O. M. de. Introdução e avaliação da *Gliricidia sepium* na região semi-árida do Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

DURIGAN, G. & LEITÃO FILHO, H. de F. **Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista**. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.7, n.2, p.197-239, 1995.

DURIGAN, G., et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas Letras Editora e Gráfica, 65p., 1997.

ELLIS, E. C. & Ramankutty, N. **Putting people on the map: anthropogenic biomes of the world**. *Frontiers in Ecology and Environment*. 6(8), 2008.

FERREIRA, M.G.M. et al. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas**. *Revista Árvore* 1 (2): 121-134, 1977.

FIGLIOLIA, M.B. et al. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B., PIÑARODRIGUES, F.C.M., FIGLIOLIA, M.B. (coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, cap. 4, p. 137-174, 1993.

FORMAN, Richard T. T. **Land mosaics: the Ecology of Landscapes and Regions**. Cambridge (RUN): Cambridge University, 1995.

FRANCO, A.A. **Uso de *Gliricidia sepium* como moirão vivo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-UAPNPBS, 5p, 1988.

FREITAS, S.R. et al. **Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Biology* ; 66(4): 975-982, 2006.

FREIRE, J.M. **Efeito do sombreamento sobre o desenvolvimento de mudas de *shcinus terebinthifolius* Raddi (aroeira)**. Congresso Nacional de Botânica, XLIX, Salvador, Bahia, 1998.

GANDOLFI, S. & RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: Fundação Cargill (coord.). **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo: Fundação Cargill. p. 109-143, 2007.

GANDOLFI, S., et al. Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, p. 62-77, 2009.

GLASER, B., et al. **The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics**, *Naturwissenschaften*, 88, 37, 2001.

GONÇALVES, J. L. M. & POGGIANI, F. **Substratos para produção de mudas florestais**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996.

HOLZER, W. Paisagem, imaginário, identidade: alternativas para o estudo geográfico. In: ROSENDHAL, Z.; CORRÊA, R. L. (Orgs.). **Manifestações da cultura no espaço**. Rio de Janeiro (RJ): UERJ, p. 149-168, 1999.

ICMBio. **Plano de manejo da área de proteção ambiental da bacia do rio São João / Mico leão-dourado.** 2008.

ISERNHAGEN, I., et al. Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re-construção de uma floresta (fase atual). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, p. 62-77, 2009.

ITOMAN, M. K.; et al. **Descrição de quinze espécies arbóreas de mata mesófila do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção.** Salusvita, Bauru, 11(1): 1-38, 1992.

JOLY, C.A. et al. **Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives.** New Phytologist, 2014.

JONES, D.L., et al. **Short-term biochar-induced increase in soil CO₂ release is both biotically and abiotically mediated.** Soil Biol Biochem; 43:1723-31, 2011.

JOSE, A.C. et al. **Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita.** Cerne, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, abr./jun. 2005.

KAGEYAMA, P.Y.; et al. **Diretrizes para a reconstituição da vegetação florestal ripária de uma área piloto da Bacia de Guarapiranga.** Piracicaba, 40p. Mimeografado. Relatório apresentado à Coordenadoria de Planejamento Ambiental da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1991.

KOOKANA, R.S. et al. **Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences.** Adv Agron.112:103-43, 2011.

LATAWIEC, A. E. et al. **Natural regeneration and biodiversity: a global meta-analysis and implications for spatial planning.** Biotropica 48: 844–855, 2016.

LATAWIEC, A.E. **Improving land management in Brazil: A perspective from producers.** Agriculture, Ecosystems and Environment 240, 276–286, 2017.

LATAWIEC, A.E., et al. **Creating space for large-scale restoration in tropical agricultural landscapes.** Fron. Ecol. Environ. 13 (4), 211–218, 2015.

LEDRU, M.P. et al. **Regional assessment of the impact of climatic change on the distribution of a tropical conifer in the lowlands of South America.** Diversity and Distributions 13: 761–771, 2007.

LHEMANN, J. & JOSEPH, S. Biochar for environmental management: an introduction. In: Lehmann J, Joseph, S (Ed.). **Biochar for environmental management science and technology**. New York: Earthscan. Chapter 1: 1-12, 2009.

LIMA, H.N. et al. **Pedogenesis and pre-Columbian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazonia**. Geoderma, 110:1-17, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1, 4^o edição, Nova Odessa, SP. Instituto Plantarum, 2002.

_____. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5^a Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. v. 1. 368 p, 2008.

MACIEL, et al. **Classificação ecológica das espécies arbóreas**. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.1, n.2, p. 69-78, abr./jun. 2003.

MAJOR, J. et al. **Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol**. Plant and Soil, Vol 333, pp 117-128, 2010.

MANTOVANI, W. **A vegetação sobre a restinga em Caraguatatuba, SP**. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.139-144. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, parte 1, edição especial, 1992.

MEGGERS, B. J. **Revisiting Amazônia circa 1492**. Science.v. 302, n. 5653, p. 2067, 2003.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Biota Neotropica, Campinas (SP), SP, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

METZGER, J.P. et al. **Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region**. Biological Conservation 142, 1166–1177, 2009.

MONTEIRO, C.A. **A dimensão da pobreza, da desnutrição e da fome no Brasil**. Estud. av. vol.17 no.48 São Paulo May/Aug. 2003.

MORAES, L.F.D. et al. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MORAES, L.F.D.; et al. **Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil**. Revista Rodriguésia, v.57, n.3, p.477-489, 2006.

MOREIRA, R. Plantation e formação espacial: as raízes do Estado nação no Brasil. In: **A formação espacial brasileira: uma contribuição crítica a geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Consequência, 2012.

MORIN, K. M. Landscape and environment: representing and interpreting the world. In: HOLLOWAY, Sarah L.; RICE, Stephen P.; VALENTINE, Gill (Eds.). **Key concepts in Geography**. 6. ed. Londres (RUN): SAGE p. 319-335, 2007.

MYERS, N. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature 403, 853–858, 2000.

NOVOTNY, E. H.; et al . **Characterisation of Black Carbon rich samples by ¹³C solid-state nuclear magnetic resonance**. Naturwissenschaften, New York, USA, v. 93, n.9, p. 447-450, 2006.

NOVOTNY, E.H. et al. **Studies of the Compositions of Humic Acids from Amazonian Dark Earth Soils**. Environ Sci Technol. Jan 15;41(2):400-5, 2007.

NOVOTNY, E. H. et al. **Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon region for the utilisation of charcoal for soil amendment**. J. Braz. Chem. Soc. vol.20 no.6 São Paulo 2009.

NOVOTNY, E.H. et al. Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use – a critical review. R. Bras. Ci. Solo, 39:321-344, 2015.

NUCCI, J.C. **Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem**. Revista Eletrônica Geografa, v. 2 (1), p.77-99, 2007.

NUNES, M.M. & TEIXEIRA, W.G. **Crescimento de mudas de castanheira-do Brasil (Bertholletia excelsa H. B. K.) em função de doses de carvão vegetal como componentes de substrato**. In: REUNIÃO CIENTIFICA DA REDE CTPETRO AMAZÔNIA, 3, Manaus. Anais... Manaus: Petro Amazônia, 2010.

OGAWA, M. & OKIMORI, Y. **Pioneering works in biochar research, Japan**. Aust J Soil Res. 48:489-500, 2010.

OLIVEIRA, R. R. & ENGEMANN, C. **História da paisagem e paisagens sem história: a presença humana na Floresta Atlântica do sudeste brasileiro**. Revista Esboços, Florianópolis, v. 18, n. 25, p. 9-31, 2011.

OLIVEIRA, R. R. O futuro nas marcas do passado. In: OLIVEIRA, R. R. (Ed). **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Ed. PUC-Rio, p. 227-230, 2005.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & FONTES, M.A.L. **Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate**. Biotropica 34, 793–810, 2000.

ONOFRE, R. **O mico no caminho da duplicação da BR-101.** *Jornal O Globo*. Jun, 2013. <<https://oglobo.globo.com/rio/bairros/especiais-bairros/o-mico-no-caminho-da-duplicacao-da-br-101-8776800>> Acesso em: 21/01/2017.

ORTEGA, L.S. **Temperamento de luz de los arboles del alto Paraná y potencial de regeneración forestal.** *Revista Forestal de Paraguay*, v.11, n.1, p.16-20, 1995.

PETTER, F.A. et al. **Biocarvão no solo: aspectos agronômicos e ambientais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL., 8.; INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE AGRICULTURE, 5. Sinop. Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável das novas fronteiras agrícolas: anais. Sinop: SIMBRAS, 2016.

PINTO, L.P. et al. Introdução. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, p.6-8, 2009.

PINTO, S.R. et al. **Governing and Delivering a Biome-Wide Restoration Initiative: The Case of Atlantic Forest Restoration Pact in Brazil.** *Forests* 5(9), 2212-2229, 2014.

PIVELLO, V.R. et al. **Effect of fires on soil nutrient availability in an open savannah in Central Brazil.** *Plant Soil*, 337:111-23, 2010.

PLANAVEG, **Plano Nacional de recuperação da vegetação nativa.** MMA, 2013.

^a RAMBALDI, D. M., et al. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Série Estados e Regiões da RBMA.** Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: CNRBMA, 2003 .

^b RAMBALDI, D.M. & OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2003.

REGO, CM. & POSSAMAI, E. **Recomposição florestal Cultivo do jequitibá-rosa (Cariniana legalis).** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 24p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica, 25), 2001.

REGO, CM. **Efeito do substrato e da temperatura sobre a germinação e vigor das sementes de jequitibá-rosa (Cariniana legalis (MART) KUNTZE LECYTHI DACEAE) em laboratório.** *Informativo ABRATES*, v.1 1, n.2, p.252, 2001.

REGO, G.M. et al. **Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa.** *Boletim de Pesquisa Florestal*. Embrapa Floresta, Colombo, v. 53, p. 179-94, 2006.

REGO, G.M., POSSAMAI, E. **Recomendação florestal – cultivo do jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*)**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 24 p. 2001.

RESENDE, L.A. **Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.147-157, 2015.

RIBEIRO, M.C., et al. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed?** Implications for conservation. Biological Conservation 142:1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, p. 203-215, 1998.

RYLANDS, A.B. et al. **Taxonomy and distribution of Mesoamerica primates. In: New perspectives in the study of Mesoamerican primates: Distribution, ecology, behavior and conservation**. ESTRADA A, GARBER P. A, PAVELKA, M.S.M., LUECKE, L. editors. New York, Springer, pp. 29-81, 2006.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana. Porto Alegre**. Rio Grande do Sul: FEPLAM, 1985.

SANSOLO, D. G. **Significados da paisagem como categoria de análise geográfica**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 7. Anais... Niterói (RJ): UFF, 2007.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado, fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. Teórico e metodológico da geografia. Cap. 5 – Paisagem e espaço. Hucitec.São Paulo, 1988.

SCALON, S. et al. **Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento**. Ciência Agrotecnica de Lavras, v.30, n.1, p.166-169, 2006.

SER, Society for Ecological Restoration. **The SER primer on ecological restoration**. Society for Ecological Restoration International, Science and Policy Working Group <Disponível em: <http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration>> Acesso em: 24/04/2016

SOFFIATI NETTO, A.A. **Entre a terra e a água: Estudos sobre as relações das sociedades humanas com manguezais na ecorregião de São Tomé entre 1950 e 2000**. Departamento de história. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2001.

SOHI, S. P., et al. **A review of biochar and its use and function in soil**. Advances in Agronomy, 105: 47-82, 2010.

- SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R. R.; GUEDES-BRUNI, R. R. **Geografia, História e Ecologia: criando pontes para a interpretação da paisagem.** Ambiente & Sociedade, Campinas, v. XII, n. 1, p. 1-18, 2009.
- SOS Mata Atlântica. **Estudo aponta municípios do Rio de Janeiro que mais regeneraram a Mata Atlântica.** Disponível em: < Estudo aponta municípios do Rio de Janeiro que mais regeneraram a Mata Atlântica> Acesso em: 19/12/2016.
- SOUCHIE, F. F. et al. **Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de Tachigali vulgaris L.G. Silva & H.C. Lima.** Ciência Florestal, v. 21, n. 4, p. 811-821, 2011.
- SOUZA, F. B. C. et al. **Efeito da luminosidade na germinação e vigor de sementes de Schinus terebentifolius Raad.** In: XI Encontro Latino Americano de Pós Graduação, 2011, São José dos Campos. As contribuições da ciência para a sustentabilidade do planeta, 2011.
- SOUZA, G.K.A., et al. **Growth of crajiru (Arrabidaea chica Verlot.) on different growing media.** Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.8, n. esp., p. 62-65, 2006.
- SOUZA, M. L. Paisagem. In: **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial.** Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, p. 43-62, 2013.
- SPOKAS, K.A. et al. **Biochar: a synthesis of its agronomic impact beyond carbon sequestration.** J Environ Qual. Jul-Aug;41(4):973-89, 2012.
- STEHMANN, J.R. et al. **Plantas da Floresta Atlântica.** Editores João Renato Stehmann et al – Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 516 p., 2009.
- STEINER, C. et al. **Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil.** Plant Soil 291:275–290, 2007.
- STRASSBURG, B., et al. **The role of natural regeneration to ecosystem services provision and habitat.** BIOTROPICA 48(6): 890–899, 2016.
- TABARELLI, M. et al. **Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira.** Megadiversidade 1: 132–138, 2005.
- TABARELLI, M., et al. **Aspectos da sucessão secundária no Parque Estadual da Serra do Mar, SP.** Revta Inst. Ftal., 5: 101-114, 1993.
- VINHA, S. G. & da SILVA, L. A. M. **Árvores aproveitadas como sombreadoras de cacauzeiros nosul da Bahia e norte do Espírito Santo sul da Bahia e norte do Espírito Santo.** CEPLAC. Ilhéus, 1982.
- WOODS, W. Os solos e as ciências humanas: Interpretação do passado. In: **As Terras Pretas de Índio na Amazônia: Suas características e uso deste**

conhecimento na construção de novas terras. Organizado por W.G. Texeira et al. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

WOSTER, D. **Para fazer história ambiental.** Estudos Históricos. Rio de Janeiro, vol. 4, n., p. 198-215, 1991.

8.

Anexos

Anexo 1- Categorias existentes em unidades de conservação.

Unidades de Proteção Integral

1. **Estação Ecológica:** área destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional.
2. **Reserva Biológica:** área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual as únicas interferências diretas permitidas são a realização de medidas de recuperação de ecossistemas alterados e ações de manejo para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional.
3. **Parque Nacional:** área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas.
4. **Monumento Natural:** área destinada à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação. Essa categoria de UC pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas nessas áreas sejam compatíveis com os objetivos da UC.
5. **Refúgio da Vida Silvestre:** área destinada à proteção de ambientes naturais, no qual se objetiva assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna. Permite diversas atividades de visitação e a existência de áreas particulares, assim como no monumento natural.

Unidades de Uso Sustentável

1. Área de Proteção Ambiental: área dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas e privadas.

2. Área de Relevante Interesse Ecológico: área com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local. Geralmente, é uma área de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com características naturais singulares. É constituída por terras públicas e privadas.

3. Floresta Nacional: área com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, visando o uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e a pesquisa científica. É admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam desde sua criação.

4. Reserva Extrativista: área natural utilizada por populações extrativistas tradicionais onde exercem suas atividades baseadas no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes e a proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações. Permite visitação pública e pesquisa científica.

5. Reserva de Fauna: área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas; adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

6. Reserva de Desenvolvimento Sustentável: área natural onde vivem populações tradicionais que se baseiam em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais desenvolvidos ao longo de gerações e

adaptados às condições ecológicas locais. Permite visitação pública e pesquisa científica.

7. Reserva Particular do Patrimônio Natural: área privada com o objetivo de conservar a diversidade biológica, permitida a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional. É criada por iniciativa do proprietário, que pode ser apoiado por órgãos integrantes do SNUC na gestão da UC.

Fonte: Ministério do Meio Ambiente

Anexo 2 – Grupo focal com os viveiristas

Grupo focal na Associação do Mico Leão Dourado – 16 de setembro de 2016

Duração 1 hora

Número das participantes: 5

Objetivo: Conhecer benefícios e dificuldades associados com a produção das mudas em pequena escala e investigar se o biocarvão pode ser uma alternativa de composição do substrato formados nos viveiros.

Apresentação

Bom dia, me chamo Aline Rodrigues, sou aluna de mestrado do curso de pós-graduação em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e assistente de pesquisa no Instituto Internacional para Sustentabilidade que já há algum tempo colabora com a Associação do Mico Leão Dourado.

Hoje gostaria de conversar com vocês sobre as coisas boas e ruins associadas com a produção de mudas nos viveiros. Essa conversa vai ajudar no meu mestrado que trata de restauração e produção das mudas. A discussão é anônima, nenhuma resposta de vocês vai ser ligada a seus nomes. Não existe certo ou errado, eu simplesmente gostaria de saber a opinião de vocês. É muito importante para minha pesquisa que vocês falem o que realmente acham. Isso vai me ajudar muito. No final do meu projeto eu farei uma apresentação com todos os resultados para vocês.

Entregar três bolinhas para os viveiristas no início.

1º seção

1 – Quais são os benefícios de se ter um viveiro? (5-10 min para listar) GERAL

2 - Quais são as dificuldades de se ter um viveiro? GERAL

A partir das respostas pedir aos viveiristas que coloquem em ordem hierárquica os aspectos bons e ruins? sim – 3 pontinhos para cada.

3 – Qual é o principal problema na produção de mudas? INDIVIDUAL

4 – O que pode ser feito para sua atividade melhorar? INDIVIDUAL

5- Alguém já ouviu falar em biocarvão? INDIVIDUAL

Sim ou não.

2º seção

Montar uma apresentação sobre o que é biocarvão (slide que mostra ele derivado de diversas biomassas), fornos em que ele pode ser produzido, em que tipos de cultivos ele vem sendo aplicado...

Após a apresentação do que é biocarvão, verificar se os viveiristas possuem algum interesse em adotar/experimentar a técnica.

6- Já conhecendo o que é biocarvão, vocês possuem algum interesse em adotar ou experimentar na sua fazenda a técnica? INDIVIDUAL

7 – Última pergunta, como mencionei, para produzir biocarvão precisa de resíduos. Vocês possuem algum resíduo em suas propriedades? INDIVIDUAL

Quais?

Anexo 3 – Entrevistas com os técnicos

- 1 – Quais são os benefícios de se ter um viveiro?
- 2 - Quais são as dificuldades de se ter um viveiro?
- 3 – Qual é o principal problema na produção de mudas?
- 4 – O que pode ser feito para atividade nos viveiros melhorar?
- 5- Conhecendo o que é biocarvão, você acha que os viveristas teriam interesse em adotar na sua fazenda a técnica?