

ADRIANA DOS SANTOS COSTA

**EFETIVIDADE DOS REFLORESTAMENTOS EMPREGADOS PELAS
USINAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RESGATAR A BIODIVERSIDADE
DA MATA ATLÂNTICA NORDESTINA**

RECIFE, 2009

ADRIANA DOS SANTOS COSTA

**EFETIVIDADE DOS REFLORESTAMENTOS EMPREGADOS PELAS USINAS DE CANA-DE-AÇÚCAR
EM RESGATAR A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA NORDESTINA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Vegetal para a obtenção
do título de mestre.

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Centro de Ciências Biológicas-CCB

Departamento de Botânica

RECIFE, 2009

Catálogo na fonte

Bibliotecário: Rubens Azevedo Filho, CRB4-1432

Costa, Adriana dos Santos

Efetividade dos reflorestamentos empregados pelas usinas de cana-de-açúcar em resgatar a biodiversidade da mata atlântica nordestina / Adriana dos Santos Costa. – Recife : O autor, 2009.

ix, 63f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Cecília Patrícia Alves Costa.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCB, Biologia Vegetal, 2009.

Inclui bibliografia e anexo.

ADRIANA DOS SANTOS COSTA

“EFETIVIDADE DOS REFLORESTAMENTOS
EMPREGADOS PELAS USINAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM
RESGATAR A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA
NORDESTINA.”

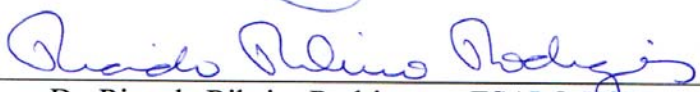
BANCA EXAMINADORA:



Dra. Cecília Patrícia Alves Costa (Orientadora) – UFPE



Dr. Jean Paul Metzger – USP-SP



Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues – ESALQ-USP

Recife- PE
2009

Dedicatória

*Aos meus avós amados Argemiro Germano da Costa (**In memorian**) e Irene Conceição dos Santos Costa, por ter proporcionado um lar durante toda a minha vida.*

Aos meus tios queridos Cloves dos Santos Costa e Maria José dos Santos Costa, por estarem sempre presentes.

Agradecimentos,

A Deus, agradecimento maior e mais profundo.

A minha orientadora Prof^a Dr^a Cecília P. Alves Costa, a quem desejo expressar meus sentimentos de profunda gratidão pelo acolhimento, paciência, profissionalismo, zelo incansável, vívido interesse e cordias conselhos, os quais me ajudaram a superar os momentos de dificuldades.

A Prof^a Dr^a Flávia de Barros Prado Moura, madrinha científica, por ter acreditado sempre em mim e motivar-me a vôos mais altos.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal-UFPE, por todos os conhecimentos que contribuíram para a minha formação.

Ao IPMA (Instituto para Preservação da Mata Atlântica) pelo apoio e contato com as usinas visitadas.

As usinas pelo apoio logístico e informações concedidas.

Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas pela infra-estrutura na primeira etapa da realização desse trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço, em especial, a Maria das Graças Ramos Cedrim, meu anjo da guarda, por ter dividido comigo, mesmo de longe, os momentos alegres e difíceis ao longo dessa jornada.

A pesquisadora e amiga Rosângela Pereira de Lyra Lemos, curadora do Herbário MAC do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas pela colaboração na identificação do material botânico.

Ao taxonomista Dr. Marcondes Albuquerque de Oliveira pela valiosa contribuição na identificação das espécies.

Ao futuro mestre, doutor por excelência, Mateus Dantas de Paula, pela parceria nas métricas de configuração da paisagem.

Aos colegas do Laboratório de Biologia Vegetal-UFPE, Danielle Gomes (Dani Dark), Edgar Silva e aos demais colegas pelo aprendizado proporcionado.

A Jamille Damasceno e Roseane Karla (Ane) por terem ajudado a criar um lar provisório durante todos esses meses.

A minha família alegre e unida pelo carinho, motivação e por ter sempre me ensinado a olhar para frente e para o alto.

*“Bom mesmo é ir a luta com determinação,
abraçar a vida com paixão, vencer com classe,
perder com ousadia, porque o mundo pertence a
quem se atreve e a vida é muito para ser
insignificante”*

Charles Chaplin

SUMÁRIO

Apresentação.....	ix
Fundamentação Teórica.....	2
Restauração Florestal.....	3
Capacidade de dispersão na escala da paisagem.....	3
Monitoramento das áreas restauradas.....	4
Legislação Ambiental.....	5
Referências.....	9
Efetividade dos reflorestamentos empregados pelas usinas de cana-de-açúcar em resgatar a biodiversidade da Mata Atlântica nordestina	13
Adriana dos Santos Costa 1; Mateus Dantas de Paula1; Cecília P. Alves Costa 2.....	13
Resumo.....	14
Abstract.....	16
Introdução.....	16
Matérias e Métodos.....	18
Área de estudo e caracterização das iniciativas de reflorestamento	18
	19
Efetividade dos reflorestamentos em resgatar a diversidade e estrutura da vegetação nativa.....	
Efeitos da configuração da paisagem no potencial de regeneração natural. .	19
Resultados.....	21
Discussão.....	33
Agradecimentos	37
Referências.....	38
Considerações Finais	57
Anexo.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Investimento financeiro anual (em R\$) feito na aquisição de mudas pelas sete usinas que mais investiram em reflorestamento no estado de Alagoas	22
Figura 2. Número médio de indivíduos por classe de altura nos reflorestamentos e nos remanescentes florestais nas sete áreas estudadas, estado de Alagoas.	23
Figura 3. Número de remanescentes em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de AL	25
Figura 4. Área vegetada em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas	26
Figura 5. Área núcleo considerando uma borda de 50m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas	27
Figura 6. Densidade de área núcleo considerando uma borda de 50m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas	28
Figura 7. Área núcleo considerando uma borda de 100m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas	29
Figura 8. Densidade de área núcleo considerando uma borda de 100m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas	30
Figura 9. Correlação entre a proximidade dos remanescentes e a riqueza de espécies alóctones	32
Figura10. Correlação entre a porcentagem de cobertura e a riqueza de espécies alóctones	32
Figura 11. Mapa das áreas de estudo abrangendo as sete áreas e detalhes das áreas reflorestadas	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização dos modelos de reflorestamento das sete usinas. **área=** 21
área total da usina; **remanescente floresta**=área de remanescente de floresta e
porcentagem; **reflorestado**=área total reflorestada pela usina e reflorestado
calculado; **custo(R\$)**=investimento financeiro na compra de mudas; **nº de mudas**
=número de mudas plantas; **nº espécies** = número de espécies
utilizadas; **espaçamento(m)**= espaçamento utilizado no plantio

Tabela 2- Resultados da riqueza media de espécies e média da densidade de 24
indivíduos

Tabela 3- Lista das espécies amostradas nos reflorestamentos e nos remanescentes 45
florestas das usinas de cana-de-açúcar.

Apresentação

A presente pesquisa é parte do projeto intitulado “Modelos de Reflorestamento para a Floresta Atlântica no Centro de Endemismo Pernambuco”, iniciado em 2006 e financiado pelo PROMATA, governo do Estado de Pernambuco. Os resultados desta pesquisa permitem avaliar se as ações e os investimentos que foram recentemente empreendidos na recuperação da cobertura vegetal na região estão sendo efetivos em produzir reflorestamentos auto-sustentáveis e que resgatem a biodiversidade. Além disso, os fatores capazes de afetar o processo de regeneração natural foram avaliados, de modo a identificar estratégias que maximizem a velocidade e qualidade deste processo e minimizem os investimentos.

A dissertação está dividida em três partes:

- Capítulo 1. Fundamentação teórica,
- Capítulo 2. Efetividade das iniciativas de reflorestamento empreendidas (formato de artigo científico),
- Capítulo 3. Considerações finais

Capítulo 1

Fundamentação teórica

Atualmente, um dos aspectos mais alarmantes decorrente da devastação das florestas tropicais é a perda da biodiversidade (Laurance 1999). A floresta atlântica, considerada um dos 25 *hotspots* da biodiversidade mundial, abriga mais de 8.000 espécies endêmica (entre plantas vasculares, aves, mamíferos, anfíbios e répteis) e constitui a segunda maior floresta tropical do continente americano (Myers *et al.*, 2000, Galindo-Leal & Câmara 2003). Ao longo dos anos vem sendo alvo de perturbações antrópicas que têm levado à fragmentação e perda deste habitat, sendo o 2º bioma mais ameaçado do mundo (Morellato & Haddad 2000). O trecho desta floresta mais drasticamente perturbado está ao norte do Rio São Francisco, onde o histórico de devastação da mata atlântica está intrinsecamente relacionado à implantação e expansão da cana-de-açúcar, restando atualmente menos de 5% de sua cobertura original (Tabarelli *et al.*, 2006). Essa severa supressão, aliada à caça predatória (Roda *et al.*, 2006), respondem pela extinção de muitas espécies nativas e suas interações ecológicas (Silva & Tabarelli, 2000), comprometendo serviços ecossistêmicos como, por exemplo, a regeneração natural, regulação hídrica e climática (Kapos, 1989; Didmam 1999; Rodrigues *et al.* 2004)

Diante desse cenário de devastação, ações de recuperação da cobertura florestal nativa e reconexão dos remanescentes existentes tornaram-se a única estratégia capaz de resgatar o fluxo gênico e ampliar a área de Mata Atlântica. Se bem-sucedida, esta estratégia poderá minimizar a perda da biodiversidade, assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos e dos recursos naturais necessários à continuação das atividades econômicas na região. Tal estratégia já começou a ser executadas pelo setor sucro-alcooleiro na região, motivado em garantir a sustentabilidade da atividade econômica, adequar-se à legislação ambiental (que determina a conservação de no mínimo 20% da vegetação original), agregar valor aos seus produtos e ter acesso ao mercado externo e a financiamentos. No entanto, a restauração florestal representa um grande desafio ao setor e aos responsáveis por sua implantação, pois depende do conhecimento de ações que sejam efetiva neste cenário de intensa e prolongada degradação ambiental, mas que, ao mesmo tempo, minimizem os investimentos na sua implantação e manutenção.

1. Restauração florestal

A restauração florestal significa bem mais do que a simples recuperação da cobertura florestal. A Sociedade Internacional de Restauração Ecológica (SER, 2004), sugere que um ecossistema restaurado deve ter os seguintes atributos: a) diversidade e estrutura de comunidade semelhante em comparação com a referência local, b) presença de espécies nativas, c) presença de grupos funcionais necessários para estabilidade em longo prazo, d) capacidade do ambiente físico para sustentar a reprodução das populações, e) funcionamento normal, f) integração com a paisagem, g) eliminação de ameaças potenciais, (h) resiliência a distúrbios naturais e (i) auto-sustentabilidade.

Nos últimos anos, novos conhecimentos sobre ecologia da restauração têm provocado mudanças na orientação dos programas de manejo e restauração florestal. A escolha ou criação de um modelo de restauração é um processo em constante aprimoramento, exigindo constantes estudos que não apenas diminuam os custos envolvidos, mas também garantam a efetividade do objetivo proposto (Nave, 2005). Recentemente, a escolha do melhor modelo também tem sido baseada nos princípios da ecologia de paisagem (Ferraz & Vettorazzi, 2003). Áreas mais próximas de remanescentes florestais, por exemplo, podem prescindir de um modelo que inclua o plantio de mudas, sendo que o isolamento das fontes de perturbação pode ser suficiente para a formação da cobertura florestal através da regeneração natural (Rodrigues & Gandolfi, 2007). A aplicação dos princípios da ecologia de paisagem pode auxiliar não só na escolha do modelo, mas na identificação de áreas prioritárias para o reflorestamento. Tais áreas poderiam ser escolhidas a partir da localização, tamanho e forma dos fragmentos de mata nativa. A combinação destas abordagens é um grande avanço na resolução de problemas ambientais, pois permite a integração da heterogeneidade espacial e do conceito de escala na análise ecológica (Metzger 2001).

2. Capacidade de dispersão na escala da paisagem

A dispersão limitada de sementes em paisagens fragmentadas e/ou muito defaunadas pode comprometer o processo de regeneração natural, dada a incapacidade das espécies de chegarem até a área perturbada (Silva & Tabarelli, 2000). Espécies dispersas pelo vento podem apresentar uma dispersão menos limitada que as espécies dispersas bioticamente, principalmente em virtude das barreiras que as áreas deflorestadas representam ao deslocamento da fauna (Battaglia *et al* 2008). Estas limitações na dispersão de propágulos afetam o estabelecimento, a riqueza e a composição das espécies dos fragmentos distribuídos sobre uma paisagem. Outro fator importante é a natureza da matriz que circunda os fragmentos, uma vez que a capacidade de movimento dos organismos depende da qualidade e tamanho da matriz que os cerca. A maioria

dos estudos identifica dispersão, competição de espécies exóticas, predação e a baixa fertilidade do solo como obstáculos mais comuns para o estabelecimento de espécies arbóreas em terras agrícolas abandonadas (Zimmerman *et al.* 2000, Battaglia *et al.* 2008, Moore *et al.* 2008).

Além disso, a ausência ou raridade dos animais frugívoros ou de seu deslocamento entre os remanescentes florestais e as áreas a serem restauradas pode comprometer a restauração das florestas tropicais. Silva *et al.* (1996) ilustraram como os movimentos de pássaros frugívoros afetam a organização da paisagem no leste da Amazônia. Eles verificaram que os pássaros não adentravam grandes distâncias em pastagens abandonadas, de modo que as sementes dispersas por eles foram depositadas principalmente abaixo de arbustos e árvores na borda da floresta. Estes resultados sugerem que o grau de distanciamento das áreas em recuperação para o remanescente florestal afeta diretamente os vetores de dispersão de sementes e a combinação destes fatores parece ser crítica para determinar a diversidade, densidade e o sucesso da regeneração.

3. Monitoramento das áreas restauradas

A utilização de indicadores de desempenho, para avaliar o sucesso de um programa de revegetação (Almeida & Sánchez 2005, Ruiz-Jaen & Aide 2005) surge como uma vantagem na contribuição para a tomada de decisões futuras. Para compor estes indicadores, devem ser escolhidos parâmetros que forneçam uma informação agregada e sintética sobre algum aspecto da vegetação, possibilitando a verificação da eficiência da cobertura vegetal em se auto-manter, proteger o solo, garantir a produtividade dos ecossistemas ou mesmo favorecer a chegada de novas espécies. É possível incluir ainda outros critérios na escolha e monitoramento das áreas restauradas ou conservadas, como por exemplo, a estrutura vegetacional e/ou a fauna associada, a qual pode funcionar como bioindicador da efetividade dos projetos de restauração. Os pássaros, por exemplo, são bons bioindicadores devido à forte correlação entre a estrutura vegetacional (*e.g.*; frutos e sementes) e sua permanência nas áreas restauradas, bem como os invertebrados, principalmente as formigas, por responder paralelamente à mudanças nas condições ambientais (Andersen & Sparling, 1997, Ruiz-Jaen & Aide 2005). Dentro dessa abordagem, um outro método importante é avaliar a estrutura da comunidade de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas e seu potencial como fonte de regeneração. Atrelado a esse conceito, o papel do banco de sementes como um elemento crucial na recuperação de áreas degradadas vem sendo enfatizado por vários pesquisadores (Kageyama & Gandara 2000; Vieira Reis 2007). O conhecimento da composição do solo fornece informações básicas sobre o potencial de

regeneração da comunidade, permitindo que se façam inferências sobre o processo sucessional. A presença de espécies dependentes de luz e tolerantes à sombra no banco de sementes indicam um alto potencial de regeneração para o componente arbóreo, no caso de formação de clareira ou outras perturbações na estrutura florestal presente (Scherer & Jarenkow 2006). A composição da chuva de sementes permite inferir sobre o desenvolvimento, o direcionamento sucessional e a regeneração de comunidades vegetais (Pivello *et al.* 2006). Assim, somado a esses fatores, determinadas espécies vegetais nativas são bem sucedidas em áreas abandonadas devido a diferentes combinações de características como sementes grandes, sementes dispersadas pelo vento, crescimento vegetativo e capacidade de reprodução. Estas espécies em certas situações podem possibilitar condições para uma recuperação espontânea tornando-se excelentes candidatas em projetos de restauração por serem capazes de acelerar a regeneração das florestas por fornecer habitats e alimentação para dispersores de outras espécies e um microhabitat apropriado para seu estabelecimento (Aide *et al.* 2000).

4. Legislação Ambiental

Dentre as leis ambientais federais mais importantes para a preservação e a manutenção da biodiversidade destaca-se o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771), criado em 1965, com o intuito de tentar frear as ações decorrentes dos vários séculos de devastação da Mata Atlântica e garantir a preservação dos demais biomas brasileiros (Machado 2004). De acordo com o Código Florestal, as florestas situadas nas margens dos rios (matas ciliares), de nascentes, de lagos ou de represas, topos de morros, encostas muito inclinadas e manguezais são áreas de preservação permanente (APP) e devem ser recuperadas caso tenham sido removidas. No caso dos rios, por exemplo, o artigo segundo do referido código, estabelece faixas de vegetação mínima obrigatória de 30 a 500 m de cada lado do rio, dependendo da largura de seu leito. A proteção oferecida pela vegetação ciliar evita o assoreamento e contaminação dos corpos hídricos com agrotóxicos e fertilizantes e torna-os menos sujeitos à seca nos períodos de estiagem ou a enchentes na época das chuvas (Ab' Saber' 2000). Ainda segundo o Código Florestal, além das APPs, a vegetação nativa no bioma Mata Atlântica deve ser mantida em uma área de no mínimo 20% da área total da propriedade, de modo a constituir a Reserva Legal (Alves-Costa *et. al.* 2008). Contudo, o recente Decreto nº 6.514/2008, passou a prever expressamente que a não averbação da Reserva Legal consiste em infração ambiental, com multa de quinhentos a cem mil reais para o agricultor que deixar de averbar a Reserva Legal. Tal penalidade financeira ainda não estava prenunciada no Código Florestal. Logo em seguida, o decreto 6.686/2008 passou a substituir o 6.514/2008

aumentando o prazo para cento e oitenta dias após a publicação do Decreto para os ruralistas separarem e averbarem a Reserva Legal, permitindo que as cobranças das multas só entrem em vigor em 11 de dezembro de 2009, conforme o seu art. 152. De certa forma essa medida beneficia os proprietários rurais, que ganham tempo para cumprir com obrigatoriedade da criação das Reservas Legais previstas por lei. Outro legado importante foi a regulamentação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC, Lei nº 9.985/2000). Fundamentado no artigo 6º do Código Florestal Brasileiro, esta lei permite aos proprietários de áreas de vegetação nativa, a criação de RPPNs (Reserva Particular do Patrimônio Natural), com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Para estimular sua criação, a área destinada a RPPN é excluída da área tributável do imóvel para fins de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR.

A obrigação de recuperar a vegetação nativa relativa às APPs e Reserva Legal está prevista enfaticamente na Lei de Política Agrícola (Lei nº 9.171/ 1991). O artigo 99º estipula um prazo de até 30 anos para que os propriedades rurais tenham recomposto a cobertura vegetal prevista no Código Florestal. Deste modo, a lei recomenda que a cada ano o proprietário recomponha anualmente 1/30 da área devida a partir da data de publicação da Lei. Dentro desta perspectiva, espera-se que um proprietário rural que possua uma área de 1000 hectares venha recuperando anualmente 33,3 ha desde 1991, de modo que tenha recuperado todas as áreas em débito no prazo de trinta anos.

Há ainda outras leis que prevêm a recomposição da vegetação. A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) e a Lei de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (Lei nº 6.902/81) torna obrigatório ao poluidor e ao depredador a de recuperação e/ou indenização dos danos causados (Sánchez 2005). O estado de São Paulo tem a legislação mais avançada e detalhada sobre a qualidade das ações de recuperação que devem ser empreendidas. A Constituição paulista altera e amplia as Resoluções da Secretária de Estado do Meio Ambiente de São Paulo SMA (nº 8, de março de 2007), determinando de maneira qualitativa a orientação de reflorestamentos heretogêneos de áreas degradadas. Em áreas de ocorrência das formações de floresta ombrófila, de floresta estacional semidecidual e até mesmo savana florestada (cerradão), a recuperação florestal deverá atingir, no período previsto em projeto, o mínimo de 80 (oitenta) espécies florestais nativas de ocorrência regional, e em relação ao número de espécies a ser utilizado nas situações de plantio, é obrigatório empregar, no mínimo, 20% de espécies zoocóricas nativas da vegetação regional e, no mínimo, 5% de espécies

nativas da vegetação regional que estejam em alguma das categorias de ameaça de extinção, devendo ainda ser priorizado o plantio de espécies pioneiras e secundárias tardias e climácicas.

No nordeste, os estados de Alagoas e Pernambuco são os principais alvos das ações de reflorestamento na região. Em Pernambuco a Lei de política Florestal de Pernambuco expede através da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos -CPRH, a Instrução Normativa nº 007/2006. Obrigatoriamente os proprietários ou possuidores de imóveis rurais deverão realizar a reposição florestal mediante o plantio de espécies adequadas, devendo ser, no mínimo, igual ao volume explorado ou ao volume anual necessário à plena sustentação da atividade desenvolvida, cabendo ao CPRH, enquanto órgão ambiental estadual, estabelecer parâmetros para esses fins. Em face deste parágrafo único do artigo 62, a recomposição da cobertura florestal na região ainda precisa ser mais detalhada, a fim de que os aspectos mais significativos da restauração florestal possam ser entendidos e praticados. Em Alagoas a Lei nº 5854 de 1996 dispõe sobre a Política Florestal no Estado. No **Art. 4º, inciso I** afirma que Poder Executivo criará mecanismo de fomento a projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos, visando a utilização de espécies nativas e/ou exóticas em programas de reflorestamento. Embora essa redação ainda não tenha sido alterada, em 2007 o Ministério Público Estadual avança ao expressar a elaboração de um projeto técnico para a recuperação das matas ciliares. Esta sanção refere-se a um termo preliminar de ajustamento de conduta aplicado ao Sindicato da Indústria do Açúcar e de Alcool no Estado de Alagoas-SINDAÇÚCAR/AL e Empresas do Pólo Agroindustrial Canavieiro de Alagoas, mediante a elaboração, apresentação e aprovação pelo Instituto do Meio Ambiente-IMA/AL. Assim, 18 usinas se comprometeram a reflorestar 6 hectares por ano em áreas de preservação permanente, sendo que a meta entre 2007 e 2009 é o plantio de 130.000 mudas (Alves-Costa *et. al.* 2008).

Mesmo contando com uma legislação ambiental e florestal das mais modernas e bem elaboradas do mundo, é fácil constatar através do amplo cenário de degradação ambiental nos diversos biomas brasileiros, que as determinações legais são pouco ou nada cumpridas (Siqueira & Mesquita, 2007). O Código Florestal, considerado um divisor de água na luta pela preservação do meio ambiente, até o momento apresenta debilidade referente aos mecanismos de fiscalização e controle (Primack & Rodrigues, 2001). Apesar de submetido a alterações desde sua criação, algumas lacunas ainda são encontradas. Para se ter uma idéia, a legislação permite a supressão de vegetação nativa para a abertura de estrada, de um loteamento ou para atividades agropecuárias, inclusive nas Áreas de Preservação Permanente (APP), com a justificativa de compensação em outro local. Mesmo diante da obrigatoriedade de recuperação, é evidente que toda remoção da

vegetação causa dano ambiental em larga escala (Sánchez 2005) e que a recuperação nunca é total, ou seja, nunca é possível reconstituir todas as condições originais.

2.5. Referências

- Ab' Saber', A.N. 2000. O suporte geológico das florestas beiradeiras(ciliares). Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H.F.(Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo:Edusp/Fapesp.
- Aide, M.T.; Zimmermann, J.K.; Pascarella, J.B.; Marcano-Veja, H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 328-338.
- Almeida, R. O. P. & Sánchez, L.E. 2005. Revegetação de áreas de mineração: Monitoramento e avaliação de desempenho. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.47-54, 2005.
- Andersen, A.N.; Sparling, G.P. 1997. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. **Restoration Ecology**, v. 5, n. 2, p. 109-114,
- Alves-Costa, C.P; Leão, T. C. C; Silva, D, L; Brancalion P. H.S; Nave, A.G; Gandolfi, S; Santos; A.M.M; Rodrigues, R.R & Tabarelli, M. 2008. Implementando reflorestamento com alta diversidade na zona da mata nordestina: Guia prático. Recife
- Battaglia, L.L; Pritchett, D. W. & Minchin P. T. 2008. Evaluating dispersal limitation in passive bottomland forest restoration. **Restoration ecology**. v .16,n.1, p.417-424
- Didham, R. K; Lawton, J.H., 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments **Biotropica**. 31,17-30.
- Ferraz, S. F.B. & Vettorazzi, C. A. 2003. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.27, n.4, p.575-583.
- Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. 2003. Atlantic Forest hotspots status: an overview. Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G.(eds). *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook*. CABS & Island Press, Washington. Pp 3-11.
- Kageyama, P. & Gandara, F. B. 2000. Recuperação de áreas Ciliares. In: R. R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho (Eds.). *Matas ciliares: Conservação e recuperação*. Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp
- Kapos, V., 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal tropical Ecology**, 5:173-185

- Laurance, W.F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological*
- Machado, Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 12..ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2004. Paulo Affonso Leme. *Direito Ambiental Brasileiro*. 12..ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2004. 1
- Metzger, J. P. 2001. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica* v1 (n1)
- Moore, R .P; *et al.* 2008. Experimental evidence for extreme dispersal limitation in tropical forest birds. *Ecology letters*. 11:960-968
- Morrelato, L. P. C.; Haddad. C. F.B., Introduction: the Brazilian Atlantic forest. *Biotropica* 32,786-792.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403:853-409
- Nave, G.A. 2005. Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Pivello, V.R.; Petenoni, D.; Jesus. F. M.; Meirelles, S. T. Vidali, M. M. Alonso, R. A. S.; Franco, G.A.D.C & Metzger, J.P. 2006. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica (São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. *Acta Botânica Brasilica*. 20(4):845-859.
- Primack, B.R. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina
- Ruiz-Jaez, M.C & Aide, M. T. 2005. Restoration success: How is it being measured? *Restoration Ecology*, *Restoration Ecology*, v. 13, n. 3, p. 569-577
- Roda, S. A. 2006. Aves. *In*: Porto, K.C.; Almeida-Cortez, J.S.; Tabarelli, M. (Eds). *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*, pp. 279-302. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF
- Rodrigues, R.R.; Gandolfi, S. (2007). Restoration Actions. *In*: Rodrigues, R. R; Martins, S.V.; Gandolfi, S. (Eds) . *High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil*, pp. 77-101. Published by Nova Science Publishes, New York

- Rodrigues, R.R. ; Martins, S. V. & Barros, L. C (2004). Tropical Rain Forest regeneration in a area degraded by mining in Mato Grosso State, Brasil. *Forest Ecology and Management*, 190, 323-333.
- Sánchez, L. E. 2005. Danos e Passivo Ambiental. In: A. Jr. Philippi & A. C. Alves. (Editores). *Curso interdisciplinar em Direito Ambiental*. - Barueri, SP: Manole. - (Coleção Ambiental; 4)
- SER (Society for ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on the on Ecological Restoration. [online] Disponível na Internet via ([http:// www.ser. org](http://www.ser.org)) Arquivo capturado em janeiro de 2008.
- Scherer, C. & Jarenkow, J. A. 2006. Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29 n.1, p.67-77, jan.-mar. 2006
- Siqueira, L. M. de; Mesquita, C. A.B. 2007 *Meu pé de Mata Atlântica: experiências de recomposição florestal em propriedades particulares no corredor central / - 1. ed. - Rio de Janeiro: Instituto BioAtlântica. 188p.*
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404:72-74
- Silva, J. M. C.; Uhl, C. & Murray, G. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. *Conservation Biology*, 10:491-503
- Tabarelli, M.; Siqueira-Filho, J.A. & Santos, A. M. M. 2006. In: K. C. Porto.; J.S de Almeida-Cortez & M. Tabarelli (Orgs.). *Diversidade biológica e conservação da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco*. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília
- Vieira, N. K.1 & Reis, A. 2007. O papel do banco de sementes na restauração de áreas degradadas. [online] Disponível na Internet via: <http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/Ademir%20Reis.pdf>. Arquivo capturado em junho de 2007.
- Zimmerman, J.K., Pascarella, J. K. J, & Aide. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8:350-360

Capítulo 2

Efetividade dos reflorestamentos empregados pelas usinas de cana-de-açúcar em resgatar a biodiversidade da Mata Atlântica nordestina

(Manuscrito a ser enviado para o Periódico Biotropica).

Adriana dos Santos Costa; Mateus Dantas de Paula; Cecília P. Alves-Costa

Lab. de Ecologia e Restauração da Biodiversidade (LERBIO), Departamento de Botânica, CCB, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, 1235. Cidade Universitária, 50670-901. Recife, Brasil

Correspondência: Cecília P. Alves Costa – Departamento de Botânica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Prof. Moraes Rego 1235, Cidade Universitária, 50670-901, Recife (PE) – Brasil. E-mail: cepacosta@yahoo.com.br.

RESUMO

A Mata Atlântica é o segundo bioma mais ameaçado do mundo, restando menos de 12% de sua cobertura original. O nordeste do Brasil é a região onde o bioma foi mais devastado, sendo que recentemente as usinas de cana-de-açúcar têm empreendido iniciativas de recomposição da cobertura florestal. Este estudo foi realizado na região de domínio da Mata Atlântica do Estado de Alagoas entre junho de 2007 e fevereiro de 2008 e teve como objetivos avaliar: a) a efetividade dos reflorestamentos em recuperar a diversidade e estrutura da comunidade vegetal, b) a eficiência destas iniciativas em reconectar os remanescentes florestais e c) os efeitos da configuração da paisagem sobre a capacidade de regeneração natural das áreas reflorestadas. Para tal, as áreas reflorestadas e os remanescentes de vegetação nativa mais próximos foram caracterizados e mapeados em sete paisagens fragmentadas cuja matriz foi de cana-de-açúcar. Em nenhuma das áreas estudadas ocorreu melhoria dos parâmetros estruturais da paisagem. Em todas as áreas estudadas ocorreram o aumento do número de remanescente em paisagem já fragmentada. Com relação a densidade de área núcleo houve decréscimos tanto com a borda de 50m quanto de 100m, permanecendo em algumas áreas inalteradas. As áreas reflorestadas foram significativamente mais pobres em riqueza de espécies e densidade de indivíduos, respectivamente 52% e 34%, do que os fragmentos remanescentes. Não houve correlação significativa entre os parâmetros da paisagem (proximidade e porcentagem de cobertura vegetal) e a capacidade de regeneração natural em raio de 500,1000 e 5000m. Os reflorestamentos empregados pelas usinas de cana-de-açúcar mostraram-se pouco efetivos para resgatar a biodiversidade da floresta atlântica nordestina. O investimento financeiro precisa ser melhor aproveitado e as estratégias de recuperação da cobertura florestal da mata atlântica precisam ser melhor definidas.

Palavras-chaves: restauração florestal, usinas de cana-de-açúcar, resgate de biodiversidade, ecologia de paisagem, Mata Atlântica.

Effectiveness of the reforestations employed by sugar Mills to rescue biodiversity of the northeast Atlantic Forest.

Adriana dos Santos Costa; Mateus Dantas de Paula; Cecília P. Alves Costa

Lab. de Ecologia e Restauração da Biodiversidade (LERBIO), Departamento de Botânica, CCB, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Moraes Rego, 1235. Cidade Universitária, 50670-901. Recife, Brasil

ABSTRACT

The Atlantic Forest is the second most threatened biome in the world, with less than 12% of its original cover. Northeast Brazil is the region where the biome was more devastated, and recently the sugar cane mills have undertaken initiatives for the reestablishment of its forest cover. This study was conducted in the domain of the Atlantic forest in Alagoas State between June 2007 and February 2008 and aimed to assess: a) the effectiveness of reforestation in restoring the diversity and plant community structure; b) the efficiency of these initiatives in reconnecting the remaining forest; and c) the effects of landscape configuration on the ability of natural regeneration of the reforested areas. To this end, the reforested areas and the remnants of the closest native vegetation were characterized and mapped in seven fragmented landscapes which matrix was of sugar cane. None of the studied areas showed improvement in the landscape connectivity. There were decreases in relation to the density of core area with both the edges of 50m and 100m; in some areas remaining unchanged. The reforested areas were significantly poorer in species richness and density of individuals, respectively 52% and 34%, than remaining fragments. There was no significant correlation between the parameters of the landscape (proximity and percentage of vegetation cover) and the capacity of natural regeneration in radius of 500, 1000 and 5000m. The reforestation employed by sugar cane mills proved ineffective to recover the biodiversity of the northeastern Atlantic Forest, as well as to reduce edge effects or improve the structural connectivity of the landscape. The recovery strategies for the Atlantic Forest plant coverage need to increase the diversity of planted seedlings in reforestation programs and plan the areas to be reforested in order to maximize the connectivity and minimize edge effects.

Key-words: plant recovery, sugar cane mills, recovery of biodiversity, landscape ecology, Atlantic Forest

3. Introdução

A Mata Atlântica é o segundo bioma mais ameaçado do mundo, restando atualmente menos de 12% de sua cobertura original (Ribeiro *et. al.* 2009). Por ser tão ameaçado e abrigar uma alta diversidade de espécies, muitas delas endêmicas, este bioma é considerado um hotspots, sendo uma das áreas prioritárias para conservação a nível mundial (Conservação Internacional do Brasil 1999, Tonhasca Junior 2005). O trecho da Mata Atlântica situado no nordeste brasileiro, entre os estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, é denominado Centro de Endemismo Pernambuco (Tabarelli *et. al.* 2006). Além de um alto nível de endemismos, esta região agrega espécies tanto da Floresta Atlântica como da Floresta Amazônica, pois durante o Pleistoceno serviu de ligação entre ambos os biomas (Andrade-Lima 1966). Apesar de sua alta relevância ecológica, nos últimos 500 anos este trecho de floresta vem sendo substituído predominantemente pela monocultura da cana-de-açúcar (Assis 2000). Este processo reduziu a floresta nativa a fragmentos pequenos e isolados que atualmente correspondem a menos de 4% da cobertura original (Tabarelli *et. al.* 2005). Apesar destes níveis tão alarmantes de devastação e das leis que proíbem a caça e o desmatamento, entre 1989 e 2000, 5% dos remanescentes florestais do Centro de Endemismos Pernambuco desapareceram e 11,4% ficaram, em média, 35,7% menores (Tabarelli *et. al.* 2005).

Neste cenário, fica claro que para frear e reverter a perda de biodiversidade não basta investir na criação de unidades de conservação. É preciso garantir a conservação de todos os remanescentes e ampliar as áreas de floresta nativa e sua conectividade através de ações que garantam a restauração florestal (Jordam III 1997, Kageyama & Gandara 2004,). Um reflexo deste entendimento é a aprovação da Lei Agrícola nº 8.171, que estipula o prazo de 30 anos, a partir de 1991, para que os proprietários de terra realizem a recomposição da cobertura florestal das áreas de preservação permanente e reserva legal, como previstas pelo Código Florestal de 1965. No entanto, o grande desafio está em transformar áreas desflorestadas e, muitas vezes, com alto nível de degradação, em um ecossistema similar ao original, no intuito de reestabelecer a biodiversidade e outros serviços ambientais outrora existentes (Primack & Rodrigues 2001).

Nos últimos anos, as indústrias sucroalcooleiras têm empreendido algumas iniciativas de reflorestamentos na Região Nordeste, principalmente das matas ciliares (Leão, 2008). Tais iniciativas têm sido estimuladas pela preocupação em assegurar fontes de água com volume suficiente para suprir a crescente demanda de irrigação, pela necessidade de adequação à legislação vigente e às exigências do mercado internacional, além da agregação de valor aos produtos através da certificação ambiental. No entanto, qual será a efetividade dos

reflorestamentos que têm sido feitos nesta região em melhorar a conectividade da paisagem e resgatar os níveis locais de biodiversidade? Quais os efeitos da configuração da paisagem (proximidade e quantidade de mata nativa) na capacidade de regeneração natural das áreas reflorestadas? Será que em um cenário com níveis tão alarmantes de devastação, serviços ambientais como dispersão de sementes e regeneração natural podem ajudar a resgatar os níveis locais de diversidade? Este estudo teve como objetivo responder a tais perguntas.

4. Materias e Métodos

4.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em sete paisagens fragmentadas situadas no estado de Alagoas, nos domínio do bioma Mata Atlântica, entre as coordenadas Norte ($9^{\circ}03'26.95''\text{S}$, $35^{\circ}03.17.30''\text{O}$), Sul ($10^{\circ}23'42.52''\text{S}$, $36^{\circ}25'52.61'\text{O}$) e Oeste ($9^{\circ}41'05.78''\text{S}$, $36^{\circ}18'23.89''\text{O}$). Todas as paisagens estão localizadas sobre a superfície do Planalto da Borborema, Morros Cristalinos e Tabuleiro Sul, dentro dos limites e compartimentos de relevo do Centro Endemismo Pernambuco (Figura 11a). Em todos os casos os remanescentes de vegetação nativa encontram-se circundados por uma matriz de cana-de-açúcar, estando situados dentro de usinas do setor sucro-alcooleiro. As sete áreas estudadas foram escolhidas por corresponderem as usinas que mais investiram na aquisição de mudas para reflorestamento da Mata Atlântica no Estado de Alagoas. O rank de investimentos foi produzido a partir de dados do Instituto para Preservação da Mata Atlântica (IPMA), o qual forneceu às usinas as mudas utilizadas nos reflorestamentos. As visitas de campo às áreas de estudo foram realizadas entre junho de 2007 e fevereiro de 2008. Os nomes das usinas estudadas foram omitidos de modo a não afetar a imagem das mesmas.

4.2. Caracterização das iniciativas de reflorestamento

Para caracterizar as iniciativas de reflorestamento, foi aplicado um questionário aos responsáveis pelo reflorestamento em cada usina, de modo a identificar o tamanho das áreas plantadas, sua localização, o número de espécies utilizadas, a quantidade de cada espécie, a idade do reflorestamento e os métodos de plantio.

4.3. Efetividade dos reflorestamentos em resgatar a diversidade e estrutura da vegetação nativa

De modo a avaliar o sucesso de tais iniciativas em resgatar a diversidade e a estrutura da vegetação nativa, em cada paisagem estudada, nós fizemos uma caracterização vegetacional do maior trecho reflorestado e do remanescente florestal mais próximo (área controle). Esta caracterização foi feita em quatro parcelas de 50m^2 ($5 \times 10 \text{ m}$) distribuídas no reflorestamento e outras quatro na área controle. Em cada parcela, todas as foram identificadas, medidas com relação à altura e diâmetro a altura do peito e classificadas como autóctones (espécies plantadas) ou alóctones (espécies não-plantadas, que chegaram até a área via dispersão natural). Em cada parcela, pelo menos uma exsicata de cada morfotipo foi coletada. A identificação do material botânico foi feito com o uso de chaves analíticas e consulta a materiais de herbários e a especialistas. As plantas foram tombadas na coleção científica do Herbário MAC, do Instituto do

Meio Ambiente de Alagoas/IMA e Herbário UFP- Geraldo Mariz da Universidade Federal de Pernambuco.

Para se avaliar a capacidade dos reflorestamentos em resgatar diversidade, nós comparamos a riqueza total de espécies de plantas entre os reflorestamentos e a mata nativa através de teste de Wilcoxon (amostras pareadas, Zar 1999). Além disso, a sobreposição de espécies entre áreas reflorestadas e os remanescentes foi calculada através do índice de similaridade de Sorensen (Brower & Zar, 1984): $S = 2C / (A + B) \cdot 100$, onde C é o número de espécies comuns a ambas as áreas, A é o número total de espécies do remanescente, e B é o número total de espécies da área reflorestada.

Para se avaliar a capacidade dos reflorestamentos em resgatar a estrutura, nós comparamos a distribuição de frequência dos indivíduos em classes de altura (até 0,5; 0,5–3; 3–5 e >5m) entre as áreas de reflorestamento e os remanescentes de mata nativa através da ANOVA um fator, no qual não houve normalidade, sendo os dados transformados em raiz quadrada + 0,5 (Zar, 1999).

4.4. Configuração da paisagem antes e após o reflorestamento

A análise das áreas reflorestadas e sua configuração espacial em relação aos remanescentes florestais foram determinadas através de sistema de informação geográfica (SIG). Toda a área reflorestada foi percorrida tendo em mãos um GPS de navegação para a definição dos limites geográficos de cada área de reflorestamento. Para avaliar se os reflorestamentos foram efetivos em aumentar o número de remanescentes, área vegetada e a área núcleo e sua densidade considerando uma borda de 50m e 100m antes (desconsiderando a área reflorestada) e após os reflorestamentos foi avaliada em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m em torno do reflorestamento. Para caracterizar esta configuração, os seguintes parâmetros foram medidos através do programa Arcview 3.2a (extensões Spatial Analyst e Patch Analyst): número de fragmentos, tamanho médio dos remanescentes, área núcleo total, densidade da área núcleo, área núcleo média e área de remanescentes dentro do buffer.

4.5. Efeitos da configuração da paisagem no potencial de regeneração natural

Em cada área de estudo, o potencial de regeneração natural do maior trecho reflorestado foi avaliado a partir da quantificação do número de regenerantes (indivíduos <50 cm) e o número de espécies alóctones. A configuração da paisagem em torno do reflorestamento avaliado foi determinada a partir da quantificação do índice de proximidade (considera tamanho e proximidade dos remanescentes florestais) e da porcentagem de cobertura florestal (mata nativa), medidos em um raio de 500, 1000 e 5000m. Para avaliar se o potencial de regeneração natural

está positivamente correlacionado com a proximidade e com a porcentagem de cobertura de mata nativa, foram realizados testes de correlação de Spearman. Optou-se por um teste não-paramétrico devido o número reduzido de réplicas ($n=7$).

5. Resultados

5.1. Caracterização das iniciativas de reflorestamento

As sete usinas estudadas adquiriram conjuntamente, entre os anos 2000 e 2007, 1.228.420 mudas, com um custo de aquisição de R\$ 501.072,00 (Tabela 1).

Tabela 1-Caracterização dos modelos de reflorestamento das sete usinas. **área**= área total da usina; **remanescente floresta**=área de remanescente de floresta e porcentagem; **reflorestado**=área total reflorestada pela usina e reflorestado calculado; **custo(R\$)**=investimento financeiro na compra de mudas; **nº de mudas** =número de mudas plantas; **nº espécies** = número de espécies utilizadas;**espaçamento(m)**= espaçamento utilizado no plantio

Área	Área total ha	Área de floresta ha(% do total)	Área reflorestada ha (% do total)*	Área reflorestada calculada ha**	Custo R\$	Nº mudas	Nº espécies	Espaçamento (m)
A1	16.214	1.470 (9,1)	211 (1,3)	1282***	210.146	420.296	88	5x5/6x6
A2	15.000	1.800 (12)	n.i	352,4	110.167	220.296	53	4x4
A3	7.881	558 (7,1)	787 (10)	276,3	86.346	172.693	111	4x 4
A4	17.843	3.148 (17,6)	n.i	192,9***	62.224	124.448	59	2x3/5x5
A5	22.809	2.633(11,5)	168 (0,7)	640***	52.790	105.580	75	3x3/4x4
A6	17.300	922 (5,3)	n.i	254,6	50.930	101.861	50	5x5
A7	15.478	1.392 (9,0)	240 (1,5)	49,9	41.623	83.246	42	2x 3

n.i. não informado; *área reflorestada informada; **área reflorestada calculada baseada no número de mudas plantadas espaçamento utilizado; ***valor médio levando em consideração os dois tipos de espaçamento utilizado na mesma área de estudo.

Em 2001 40,16% dos indivíduos plantados em duas usinas pertenciam a *Acacia auriculiformis* Benth, *Azadirachta indica* A. Juss, *Eucalyptos* spp. e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Outras espécies exóticas invasoras também foram registradas: *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Leucaena leucocephala* (Lam.), *Mangifera indica* L. *Psidium guajava* L e *Terminalia cattapa* L. Benth. De Wit (Tabela 2). Com o plantio de espécies exóticas, quais foram priorizadas dado seu rápido crescimento. (Tabela 3). A área total reflorestada por 4 usinas totalizou 1.406 hectares. As demais usinas não souberam informar. A quantidade de hectares reflorestados informado é incoerente com a quantidade de mudas e os espaçamentos utilizados. A porcentagem de remanescentes florestais, excetuando as APPs, está abaixo dos 20% exigidos pela Legislação Ambiental Federal. Mesmo com os hectares reflorestados as usinas não conseguiram atingir essa porcentagem (Tabela 1). Três usinas (A3, A2 e A1) possuem viveiro próprio, mas ainda assim adquiriram cerca de 66% (813.285 mudas) do total de mudas encaminhadas pelo IPMA. Não foi encontrado método de plantio padrão, sendo que os espaçamentos entre mudas variaram de 2x3m até 6x6m. As principais dificuldades mencionadas foram alta mortalidade de mudas após plantio, aquisição de sementes de espécies nativas e crescimento de espécies invasoras. A usina

(A2) que mais investiu anualmente em mudas (Figura 1), plantou 420.296 mudas de 88 espécies (Tabela 01).

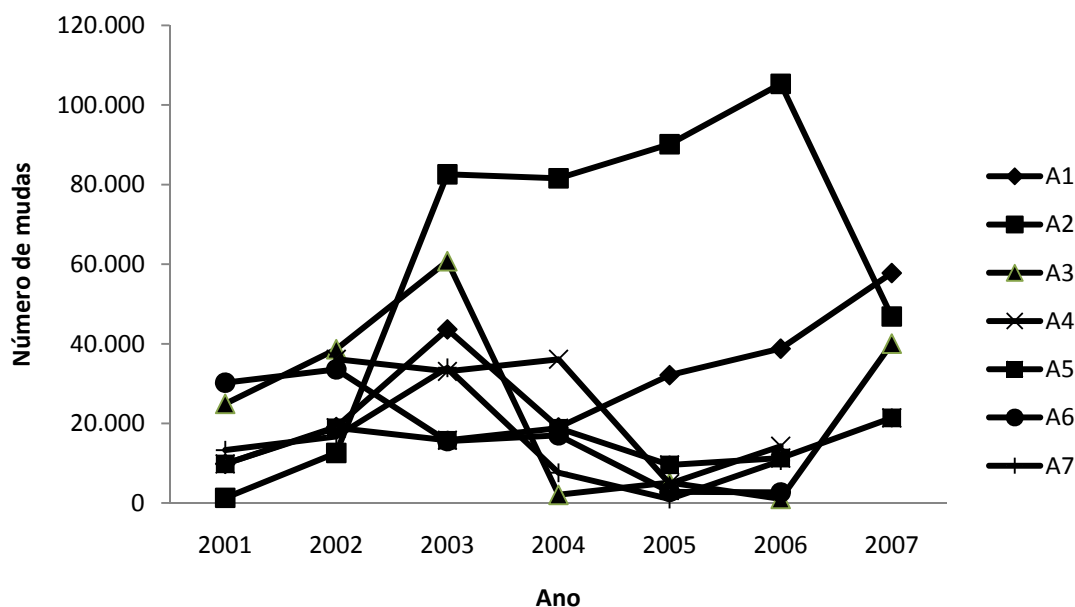


Figura 1. Investimento financeiro anual (em R\$) feito na aquisição de mudas pelas sete usinas que mais investiram em reflorestamento no estado de Alagoas

5.2. Efetividade dos reflorestamentos em recuperar diversidade e estrutura

A efetividade das iniciativas de reflorestamento foi avaliada através da comparação de parâmetros dos reflorestamentos com os dos remanescentes mais próximos. A comparação da distribuição de frequências em classes de altura evidenciou que o número de indivíduos plantados e não plantados apresentaram um número bem menor de indivíduos nos reflorestamentos do que nos remanescentes florestais (Figura 2). Em três das usinas nenhum indivíduo foi encontrado na 1ª classe de altura, o que indica problemas na capacidade de regeneração do reflorestamento.

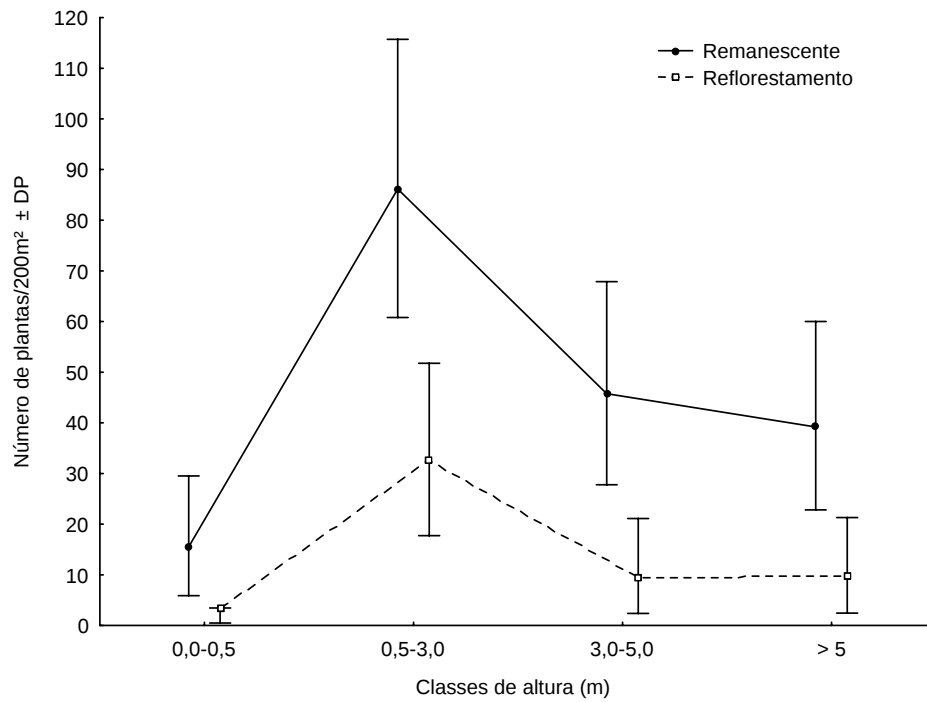


Figura 2. Número médio de indivíduos por classe de altura nos reflorestamentos e nos remanescentes florestais nas sete áreas estudadas, estado de Alagoas.

Em termo de densidade de indivíduos, áreas de reflorestamento diferiram significativamente dos remanescentes sendo que os reflorestamentos apresentaram quase três vezes menos indivíduos do que os remanescentes. Em termo de riqueza de espécies, as diferenças também foram significativas e apresentaram, em média, metade da riqueza observada nos remanescentes (Tabela 2). Em relação ao índice de similaridade florística, todas as usinas apresentaram baixa similaridade entre o reflorestamento e o remanescente, com os respectivos valores: A6=5%, A4= 0%, A3= 6%, A7= 18%, A5= 6%, A2= 10% e A1= 26%.

Tabela 2- Resultados da riqueza media de espécies e média da densidade de indivíduos

	Reflorestamento n=499 indivíduos	Remanescentes n=1349indivíduos	Wilcoxon	Valor de P
Média da riqueza total de espécies ± DP	17,85±; 8,35	34,28±12,67	2,366432	0,017961
Média da densidade de indivíduos ±DP	71,28± 48,27	205,57±91,91	2,267787	0,023342

5.3. Configuração da paisagem antes e após o reflorestamento

A avaliação da capacidade dos reflorestamentos em melhorar os parâmetros da paisagem revelou que as usinas foram eficientes em aumentar o número de remanescentes e conseqüentemente a área vegetada, mas não investiu na conectividade estrutural dos remanescentes (Figura 3). Ocorreu um aumento na área núcleo em um apenas em um raio de 250m e 500m considerando uma borda de 500m. De um modo geral, as usinas foram mais eficientes em aumentar a área núcleo considerando a borda de 50m quando comparada a de 100m. Com relação a densidade de área núcleo houve decréscimos tanto com a borda de 50m quanto de 100m, pernancendo em algumas usinas inalteradas.

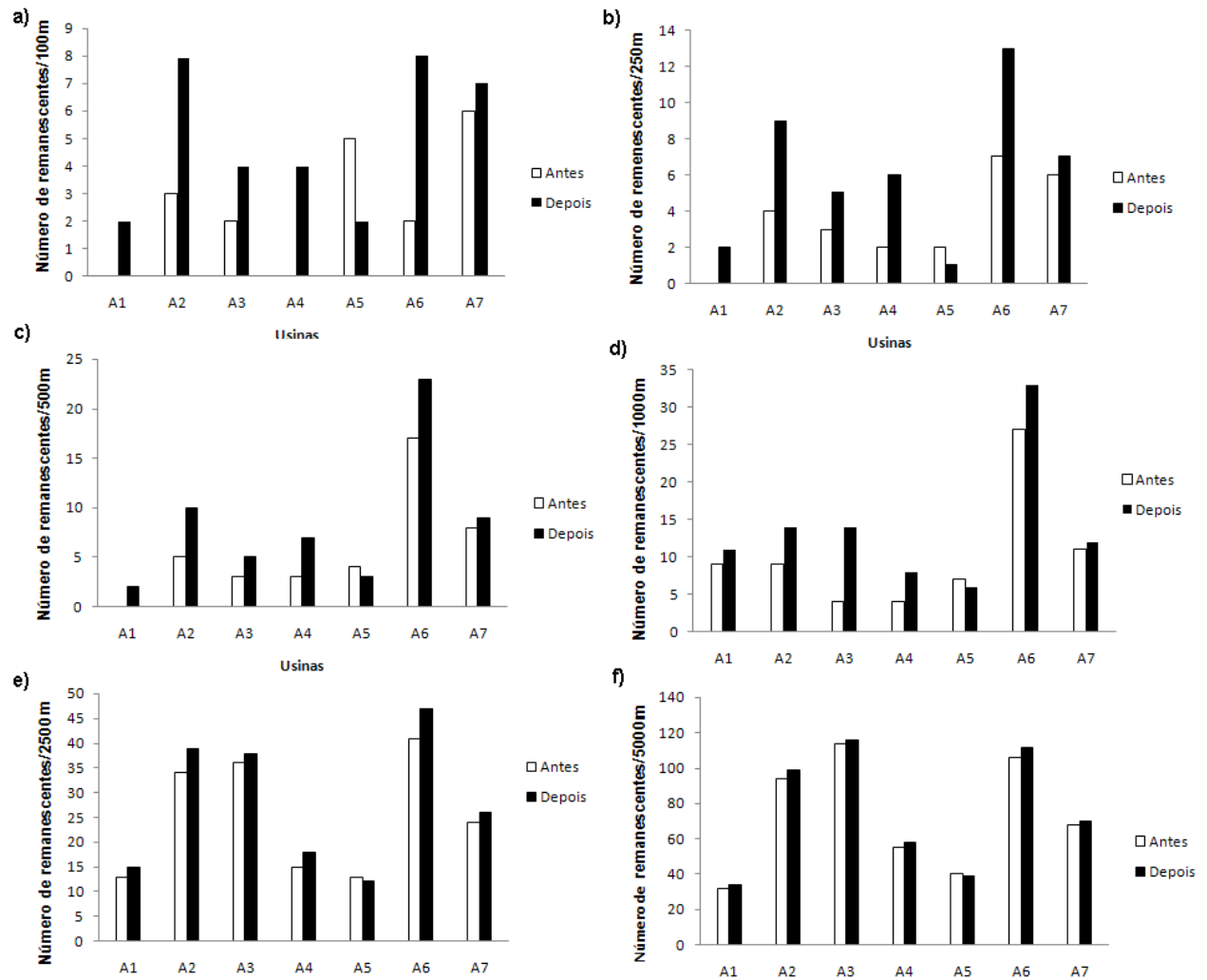


Figura 3. Número de remanescentes em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

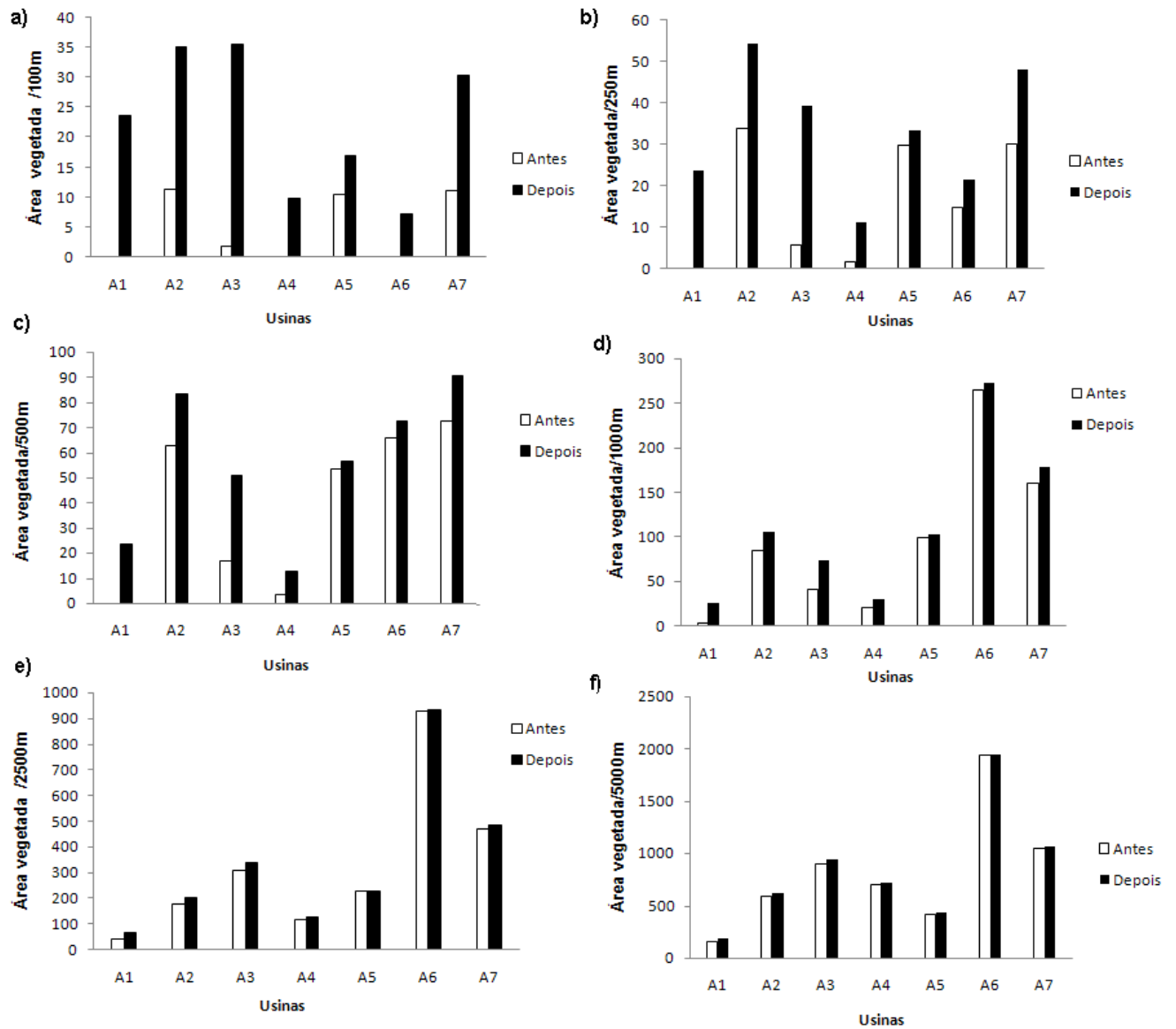


Figura 4. Área vegetada em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

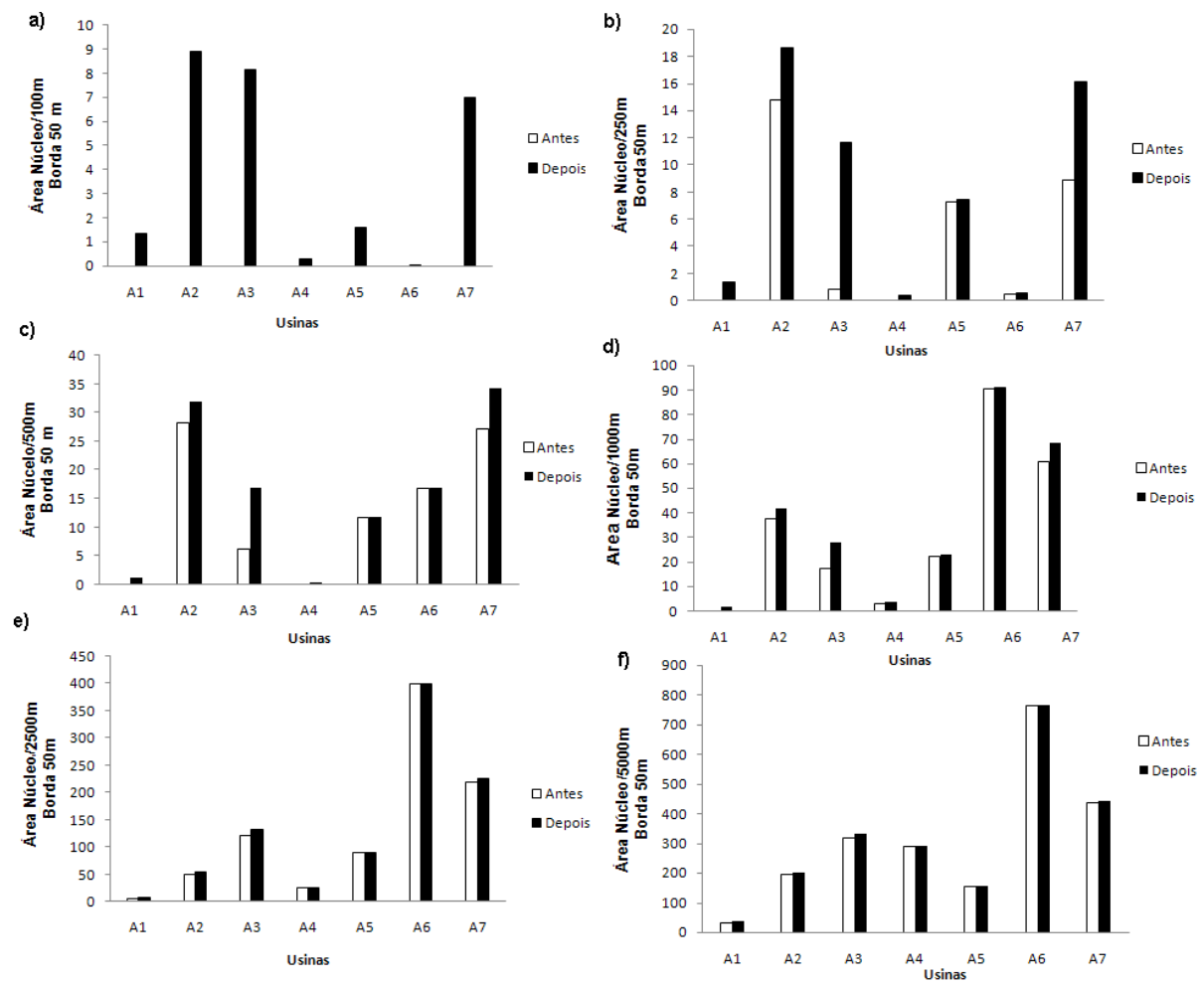


Figura 5. Área núcleo considerando uma borda de 50m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

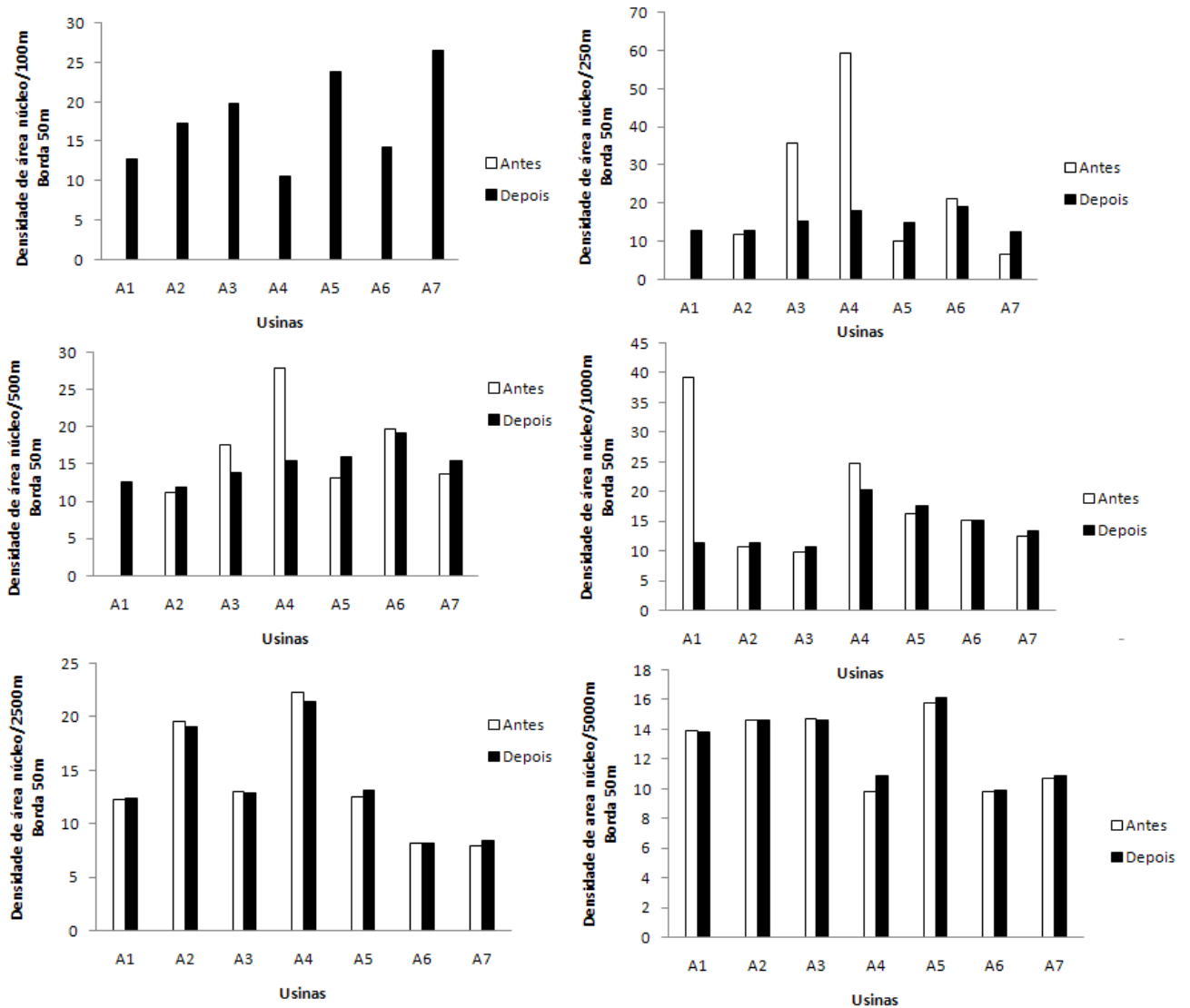


Figura 6. Densidade de área núcleo considerando uma borda de 50m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

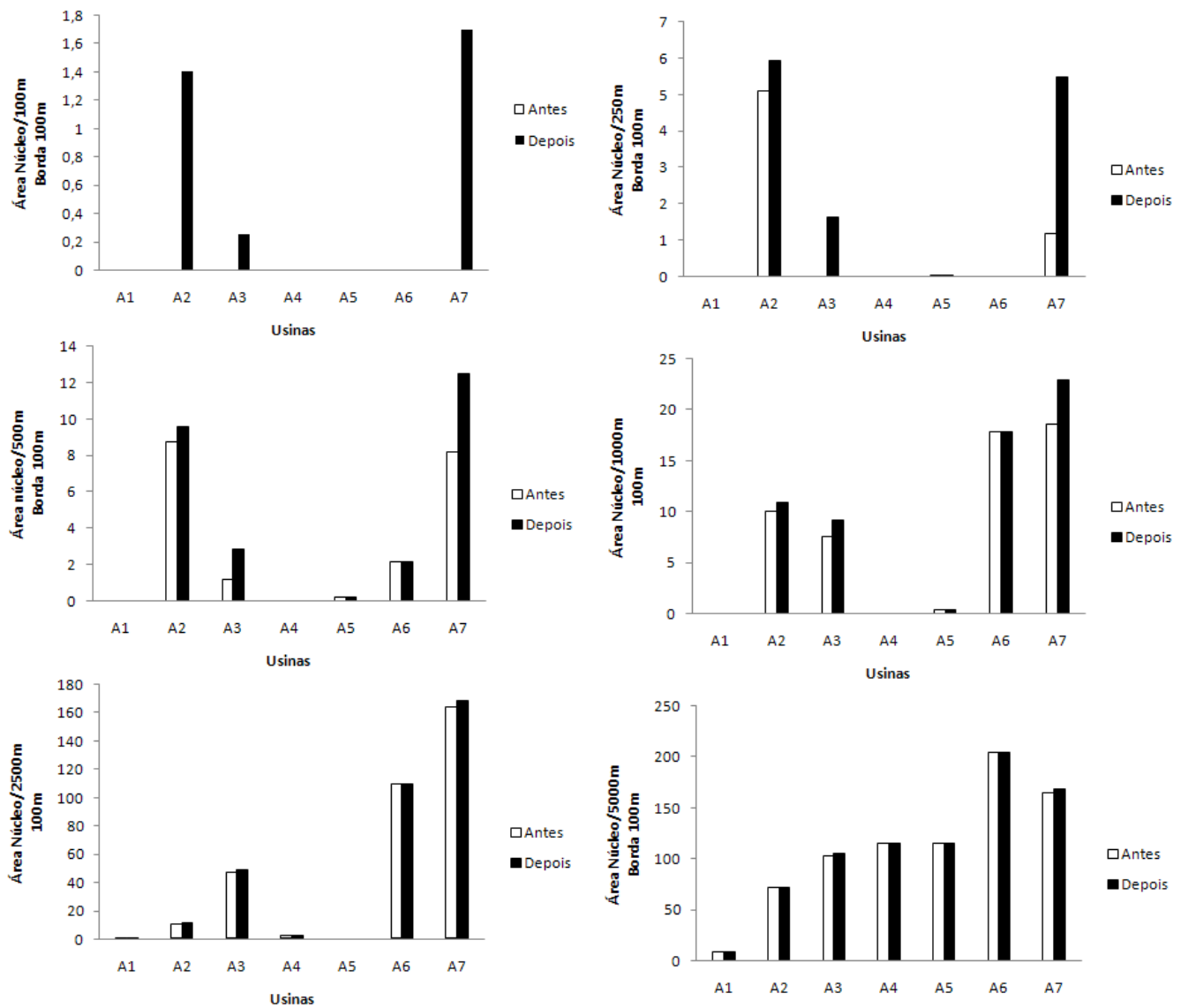


Figura 7. Área núcleo considerando uma borda de 100m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

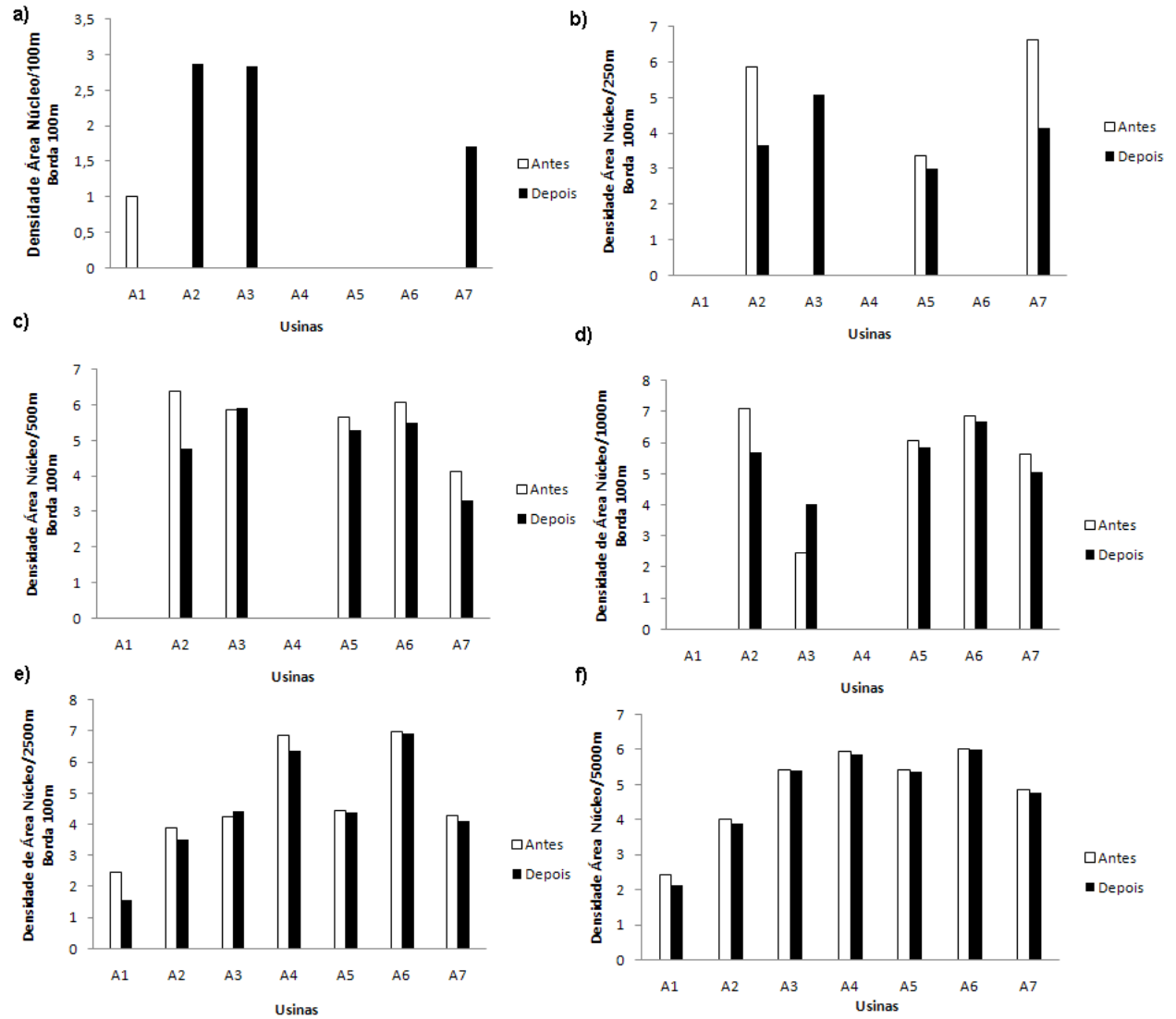
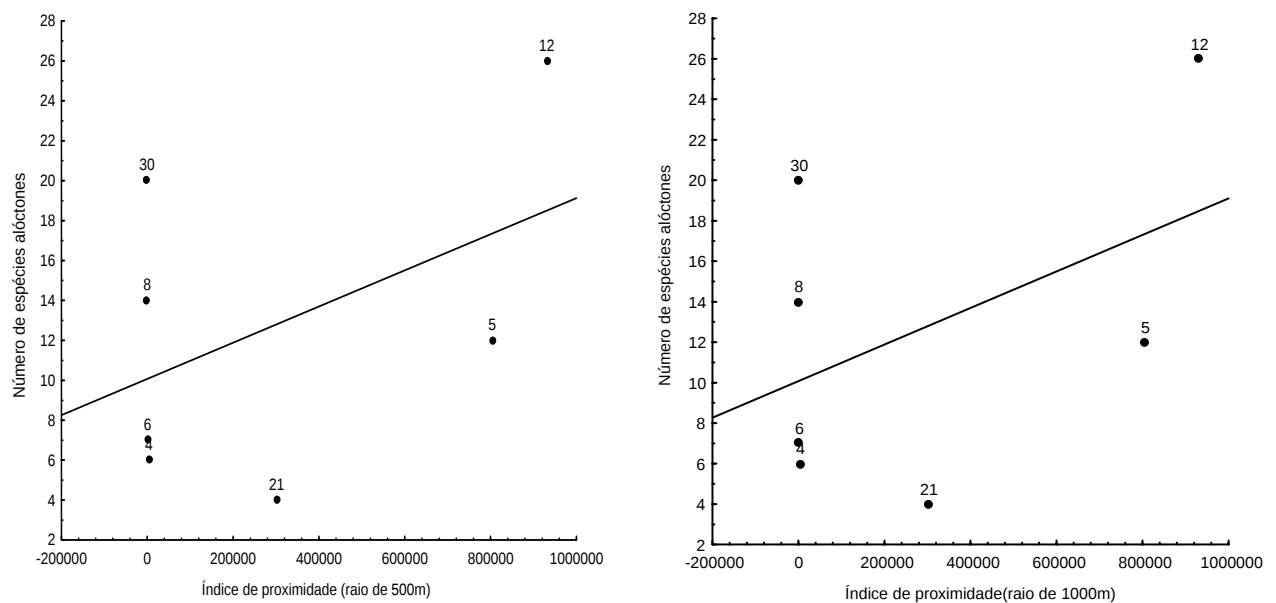


Figura 8. Densidade de área núcleo considerando uma borda de 100m em um raio de 100m, 250m, 500m, 1000m e 5000m antes e depois dos reflorestamentos feitos por sete usinas no estado de Alagoas

5.4. Efeitos da configuração da paisagem no potencial de regeneração natural

Com referência aos efeitos da configuração da paisagem no potencial de regeneração natural, não houve relação significativa entre o número de espécies alóctones e o índice de proximidade (Figura 9) em um raio de 500 ($r_s = 0,03$, $p=0,93$, $n=7$), 1000 ($r_s=0,03$, $p=0,93$, $n=7$) e 5000m ($r_s=0,46$, $p= 0,29$, $n=7$) e nem entre o número de espécies alóctones e a porcentagem de cobertura florestal (Figura 10) em um raio de 1000 ($r_s = 0,07$, $p=0,88$, $n=7$) e 5000m ($r_s =0,00$, $p= 1,00$, $n=7$).



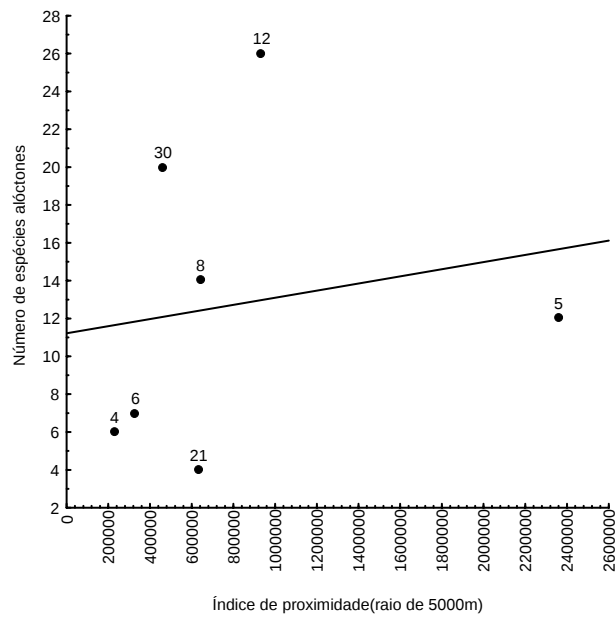


Figura 9. Correlação entre a proximidade dos remanescentes e a riqueza de espécies alóctones.

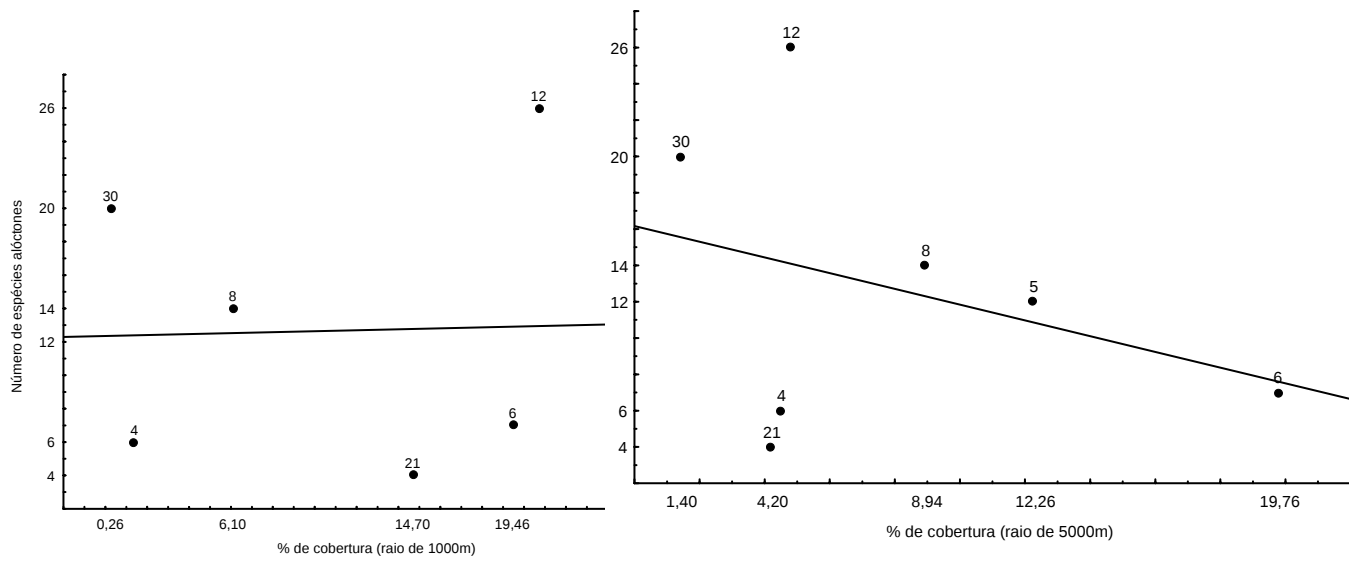


Figura10. Correlação entre a porcentagem de cobertura e a riqueza de espécies alóctones

6. Discussão

O plantio de mais de um milhão de mudas realizada pelo setor sucroalcooleiro não conseguiu recuperar a diversidade e estrutura do bioma original e não demonstra ter capacidade de se auto-sustentar. Um dos motivos é a utilização de espécies exóticas, uma vez que não garantem as interações bióticas características do bioma. A introdução dessas espécies é uma das maiores ameaças para a biodiversidade (Magnusson, 2006), só perdendo para a destruição de habitats (UICN, 2000). As nove espécies exóticas invasoras utilizadas pelas usinas são consideradas entre as espécies de árvores invasoras mais problemáticas para o país (Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, 2009).

Embora na Região Nordeste os órgãos ambientais estaduais ainda não estabeleçam parâmetros minuciosos para as ações de reflorestamento quando comparados a Região Sudeste do Brasil. Deve-se salientar que os projetos de restauração que visam ser bem sucedidos têm por meta alcançar até a etapa de finalização do plantio cerca de 80 espécies nativas procurando recuperar tanto a estrutura quanto a diversidade, as quais são importantes para resgatar a dinâmica da floresta (Rodrigues & Gandolfi, 2002). Duas usinas estudadas alcançaram esses valores, mas ainda assim, não obtiveram melhores resultados, pois não foi usado o critério de separar as espécies nos chamados grupos de preenchimento e diversidade (Rodrigues *et.al.* 2009), com a utilização de espécies capazes de promover uma rápida cobertura do solo e sombreamento da área e espécies de final de sucessão capazes de promover a automanutenção da estrutura da floresta (Rodrigues *et. al* 2009) o que certamente poderia tornar os reflorestamentos mais efetivos.

A utilização de um número reduzido de espécies e homogeneidade na etapa de plantio também foram fatores que induziram a falha em práticas pioneiras de reflorestamento em grande escala na década de 1980 na Região Sudeste do país, levando os reflorestamentos realizados a estado de “declínio” (Barbosa *et. al.* 2003; Souza e Batista 2004). Semelhantemente ao ocorrido nesta região, nossos resultados apontam para mudanças significativas na Legislação Ambiental Estadual, desde que sejam levadas em consideração as características fitoambientais da Região Nordeste.

A adoção de um modelo de espaçamento entre os exemplares e linhas de plantios garante um fechamento mais rápido da área. Segundo Alves-Costa *et. al.* (2008) o recomendável é 1650 a 1700 mudas/ha (espaçamento 2x3). Baseado nestes valores, mesmo as usinas que mais investiram em reflorestamento plantaram bem menos do que o recomendável. Desta forma, pode-se dizer que a densidade nas áreas reflorestadas foi baixa. De acordo com os resultados

obtidos, em três das usinas nenhum indivíduo foi encontrado na 1ª classe de altura, o que indica problemas na capacidade de auto-regeneração do reflorestamento. Estes são indicativos de que as espécies plantadas pouco contribuíram para o favorecimento de condições propícias para o restabelecimento da regeneração natural.

Espécies plantadas geralmente amenizam as barreiras comumente encontradas durante o processo de sucessão em florestas tropicais (Holl *et. al.* 1999; Nepstad *et. al.* 1990). Há fortes evidências que o plantio de árvores pode facilitar a sucessão de florestas através da modificação das condições locais tanto física quanto biológica. Mudanças na luz, temperatura e umidade na superfície do solo com o desenvolvimento da serapilheira favorecem a germinação e crescimento de sementes transportadas pela vida selvagem do local ou por outros vetores próximos aos remanescentes (Parrota *et. al.* 1997). A presença de espécies exóticas e monocultura de espécies nas áreas de reflorestamento analisados, possivelmente tornou esses reflorestamento pouco atrativos para a fauna local. Espécies exóticas não possuem o potencial de atratividade para a fauna nativa, devido a incapacidade de produzir frutos carnosos (Cody, 1975). Diante desses fatores os reflorestamentos estudados não apresentam condições de garantir nenhuma viabilidade futura.

Embora os remanescentes próximos tenham sido usados como referência para indicar o sucesso ou não dos reflorestamentos feitos, é importante salientar que nem mesmo tais fragmentos representam as condições originais da floresta atlântica nordestina. Estes remanescentes têm tornado-se cada vez mais empobrecidos, sofrendo um processo de degeneração, através da substituição de espécies tolerantes a sombra típica de floresta madura por grupos persistentes de espécies pioneiras de crescimento rápido e intolerantes a sombra (Santos *et. al.* 2008). Como visto, nem a esses fragmentos depauperados os reflorestamentos analisados assemelham-se.

Apesar das áreas estudadas possuírem mais de seis anos de idade, a grande parte dos indivíduos atinge um máximo de 3 m de altura, evidenciando uma dificuldade na formação do estrato arbóreo e das emergentes. É possível que a formação destes sub-bosques homogêneos possa servir a médio e longo prazo para a formações de poleiros artificiais (Reis, 2003). Todavia, os principais dispersores de sementes, como morcegos e aves, necessitam da heterogeneidade florística para alimentar-se dos frutos de diversas espécies de plantas (Fleming, 1986).

Apesar de ter iniciado de maneira incipiente é evidente o interesse do setor sucroalcooleiro em investir em ações de recuperação das áreas desflorestadas (Leão, 1998), a

exemplo das três usinas que investiram na aquisição de viveiros conseguindo um aumento significativo no plantio de mudas. A usina A2, p.ex., destaca-se no investimento anual na aquisição de mudas. No entanto, não basta apenas investir no plantio de mudas e aquisição de viveiros, o uso de novas tecnologias pode aprimorar a utilização dos recursos. Experiências com uso do Sistema de Informação Geográfica (GIS) associado a técnicas de sensoriamento remoto têm demonstrado que há um aumento na eficiência no monitoramento das áreas reflorestadas por facilitar a identificação, delimitação e monitoramento de áreas prioritárias a ações de reflorestamento (Brito *et. al.* 2007).

Nenhuma das usinas estudadas investiram na melhoria dos parâmetros estruturais da paisagem (Figura 3 e 4). As ações de reflorestamento deveriam está voltada para diminuir o número de fragmentos, favorecendo a conexão estrutural entre eles uma vez que as sub-regiões de Pernambuco e São Francisco são formadas por um aglomerado de pequenos fragmentos que não excedem 10.000 ha (Ribeiro *et. al.* 2009). Essa redução expressiva da cobertura vegetal nos últimos anos (Tabarelli *et. al.* 2006) foi acentuada na região nordeste logo após a implantação do Plano de Expansão da Indústria Açúcareira Nacional, Proálcool, em 1975. A mecanização moderna adotada pelas usinas permitiu que áreas não propícias ao plantio da cana como vales, encostas e matas ciliares passassem a ser ocupadas, restringindo a cobertura florestal. Fragmentados, esses remanescentes estão sujeitos as alterações provocadas pelas bordas.

As bordas são características proeminentes em uma paisagem fragmentada e seus efeitos vão além do aumento da incidência de luz, alteração da composição da estrutura da floresta e mortalidade das espécies (Murcia, 1995; Santos *et. al.* 2008). A criação de bordas altera o padrão de dispersão de organismos e seus propágulos por desorganizar a mobilidade das espécies. Com o impedindo do movimento dos animais, os fluxos de dispersão e polinização reduzem significativamente ocasionando um impacto na dinâmica da comunidade (Fagan *et. al.* 1999). A ausência de cobertura vegetal ao redor dos remanescentes pode representar uma barreira significativa a muitas espécies, especialmente estas caracterizadas como espécies do interior de florestas. (Silva *et al.* 1996; Wurderle Jr, 1997; Benitez-Malvido, 1998).

Outra alternativa que poderia ter sido utilizada pelas usinas para melhor utilizar os recursos financeiros e restituir a estrutura da paisagem, seria a construção de corredores ecológicos, diminuindo a distância entre os remanescentes (Metzger *et. al.* 2009). Atualmente, a distância média entre os remanescentes da mata atlântica é 1440m (Ribeiro *et. al.* 2009). Embora a criação de corredores ainda seja motivo de contestação (Hobbs, 1992; Beir & Noss, 1998; Baum *et al.* 2004; Lopes *et. al.* 2009), essa medida permitiria a permeabilidade da matriz, além

da substituição de talhões de cana que estão localizados em áreas consideradas de risco ou impróprias por facilitar a ação de incêndios florestais.

A significativa diferença entre a densidade de indivíduos e a densidade de espécies entre a área reflorestada e o remanescente florestal reforça a incapacidade dos reflorestamentos em recuperar os parâmetros da comunidade arbustivo-arbórea. Evidência esta também comprovada nas classes de altura, todas as áreas possuem exclusivamente indivíduos menores quando comparadas aos remanescentes. A baixa similaridades florística entre as áreas reflorestadas e os remanescentes florestais indicam o pouco uso das espécies locais no plantio e o fato de que elas não conseguiram chegar naturalmente nestas áreas devido a interrupção do processo de dispersão e seus diásporos (Silva & Tabarelli, 2000)

A falta de correlação entre a distância e cobertura e a riqueza de espécies que chegaram nos reflorestamentos indicam que nesta paisagem o potencial de regeneração natural é insuficiente para permitir um resgate dos parâmetros da paisagem. Uma possibilidade, entretanto, é que as espécies alóctones tenham chegado nas áreas reflorestadas, porém, devido as más condições do solo ou microclima, não tenham sobrevivido. Condições inadequadas podem ter sido favorecidas pelas grandes distâncias em que os indivíduos foram plantados, sendo incapazes de proporcionar o rápido sombreamento das áreas. No entanto, o gargalo pode ser devido a ausência de dispersores (Silva & Tabarelli, 2000), ou ainda, a ineficiência das espécies inicialmente plantadas em atrair a fauna, visto que muitas são exóticas e que vários reflorestamentos foram feitos com baixa diversidade. Apesar de em todos os casos haver uma tendência na diminuição do número de espécies alóctones com o aumento da distância dos fragmentos, nos remanescentes mais próximos houve uma grande variação de resposta o que não permitiu haver uma correlação. O número de espécies plantadas encontradas nas parcelas não foi um fator de influência para a chegada das espécies alóctones (Figura 10).

Diante dessas particularidades, a estratégia de recuperação da cobertura vegetal nas áreas em regeneração na região Nordeste pode ser delineada diferentemente da habitualmente encontrada na região Sudeste. Sendo necessário levar em consideração as características locais, além do plantio de mudas e sementes mesmo próximas aos remanescentes. Estas implicações podem direcionar a ações de reflorestamento para a região.

Antes de defender o plantio da cana-de-açúcar para a produção de biocombustível como uma alternativa aos derivados de petróleo e aliar a redução dos gases causadores do efeito estufa com a alta capacidade da cana-de-açúcar em absorver carbono atmosférico durante a atividade fotossintética (Souza *et al.* 2008). É preciso reafirmar que as poucas iniciativas de reflorestamento ainda são insuficientes para resgatar a biodiversidade da mata atlântica e que para diminuir o aquecimento global ainda é preferível conservar as florestas existentes e plantar árvores que produziram biocombustível.

Agradecimentos

As usinas pelo apoio logístico e informações concedidas; ao IPMA (Instituto para Preservação da Mata Atlântica) pelo apoio e contato com as usinas visitadas. MSc Rosângela Pereira de Lyra Lemos e Dr. Marcondes de Albuquerque Oliveira pela colaboração na identificação do material botânico. C. P. Alves-Costa pela orientação, revisão e aconselhamento; aos integrantes do Lab. de Ecologia Vegetal pelo apoio nas atividades de laboratório.

7. Referências

- Alves-Costa, C.P; Leão, T. C. C; Silva, D, L; Brancalion P. H.S; Nave,A.G; Gandolfi,S; Santos; A.M.M; Rodrigues, R.R & Tabarelli, M. 2008. Implementando reflorestamento com alta diversidade na zona da mata nordestina: Guia prático. Recife
- Assis, J. A. de. 2000. Biogeografia e conservação da biodiversidade: projeções para Alagoas. Maceió: Catavento, 2000.
- Andrade-Lima, D. 1966. Contribuição ao paralelismo da flora Amazônico-Nordestina. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco, Nova série.19.
- Barbosa, L.M.; Barbosa, J.M.; Barbosa, K. C.; Potomati, A.;Martins,S.E.; Asperti, L.M.; Melo, ACG.;Carrasco, P.G.; Castanheira, S. A.; Piliackas, J. M.; Contieri, W. A. ; Mattioli D.S.; Guedes, D.C.; Santos Junior, N.; Silva, PMS and Plaza, AP(2003). Forest recovery with native species in São Paulo State: Researches identify necessary changes. Florestar Estatístico, 6, 28-34.
- Baum, K.A.K.; Haynes, K.J.Dillmuth, F.P; Cronin, J.T. 2004. The matrix enhances the effectiveness of corridors and stepping stones. Ecological Society of America, Vol. 85, n. 10 (Oct., 2004), pp. 2671-2676.
- Beier, P.,Noss, R.F., 1998. Do habitat corridors provide connectivity? Conservation Biology 12,1241-1252.
- Brower, J. E.; Zar, J. H. Field and laboratory methods for general ecology. Dubuque: WmC Publishers, 1984. 226 p.
- Brito E. L,Martins S.B, Gleriani J.M and Soares,P.; 2007I. Identification of degraded areas and classes of vegetal cover through geographical information system, for environmental adequacy . In: Rodrigues, R. R; Martins, S.V.; Gandolfi,S.(Eds) . High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil, pp. 77-101.Published by Nova Science Publishes, New York.
- Benitz-Malvado, J.; 1998. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. Conservation Biology, pages 380-389

- Cody, M.L.; 1975. Towards a theory of continental species diversity: Bird distributions over Mediterranean habitat gradients. In: M.L. Cody and J.M. Diamond (Editors), *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press (Belknap). Cambridge, MA, pp. 214-257.
- Conservation International do Brasil. 1999. Hotspots - As Regiões Biologicamente Mais Ricas e Ameaçadas do Planeta. Disponível no site.
<http://www.conservation.org.br/publicacoes/index.php?t=2> nº de páginas: 16. Acesso em 18/06/2007
- Fagan, W. F., Cantrell, R. S. Cosner, 1999. How Habitat edge change species interactions. *The American naturalist*, vol. 153. vol. 153, no.
- Fleming, T. H. 1981. Fecundity, Fruiting Pattern, and Seed Dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a Bat-Dispersed Tropical Shrub. **Oecologia**, v. 51, p. 42-46.
- Hobbs, R.J.; 1992. The role of corridors in conservation: solution or Bandwagon? *Tree*, vol. 7, no. 11, November.
- Holl, K.D.; 1999. Factores limiting tropical rain Forest regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. *Biotropica* 31(2): 229-242
- Instituto Hórus de desenvolvimento e conservação ambiental/ The Nature Conservancy. 2009. Disponível em <<http://www.institutohorus.org.br/>> Acesso em 10/04/2009.
- Jordani III, W. R. 1997. Ecologia de restauração: reflexões sobre uma experiência de meio século no arboreto da Universidade de Wisconsin, Madison. In: E.O. Wilson (Ed.); F.M. Peter (Subeditor) & C. G. Penna (Coordenador da edição brasileira) tradução de M. Santos & R. Silveiro. *Biodiversidade*. Nova Fronteira.
- Leão, T. C. C. 2008. Restauração da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco: perspectivas do setor sucroalcooleiro. Monografia-Universidade Federal de Pernambuco. 68 p.
- Lopes, A.V., Girão, L.C., Santos, B.A., Peres, C.A., Tabarelli, M., 2009. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. *Biological Conservation* 142, 1154-1165.

- Morrelato, L. P. C.; Haddad, C. F.B., Introduction: the Brazilian Atlantic forest. *Biotropica* 32,786-792.
- Nepstad, D.C., C. Uhl., and E.A.S. Serrado. Surmounting barriers to Forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragominas, Pará, Brazil. In: A.B. Andersen (Ed.) *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain Forest*, pp.215-229. Columbia University Press, New York.
- Parrota, J.A.; Turnbull, J.W. and Jones, N. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99,1-7.
- Primack, B.R. & Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina.
- Reis, A.; Becharia, F.; Espindola, M.B.; Vieira, N.; Souza, L. L.de. 2003. Restoration of damaged areas: using nucleation to improve successional process. *Natureza e Conservação*. Curitiba/PR, V. 1, N.1, P.1-25, 2003
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F., Hirota, M., 2009. Brazilian Atlantic Forest: How much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for Conservation. *Biological Conservation* 142,1141-1153
- Rodrigues, R. R. & Gandolfi, S. 2002. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, h. f. (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. p. 241-243. Universidade de São Paulo/ FAPESP. São Paulo.
- Rodrigues, R.R.; Gandolfi, S. (2006). Restoration Actions. In: Rodrigues, R. R.; Martins, S.V.; Gandolfi, S. (Eds.). *High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil*, pp. 77-101. Published by Nova Science Publishers, New York
- Rodrigues, R.R. *et. al.*, On the restoration of high diversity Forest: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest, *Bio.Conserv.*(2009), doi:10.1016/j. biocon 2008. 12.008.
- Santos, B.A; Peres, C. A; Oliveira, M.A; Grillo, A; Alves-Costa, C. P; Tabarelli, M. 2008. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic Forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation*. 249-260.
- Seiffert, M. E. B. 2005. ISO 14001, sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica. São Paulo.
- Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature* 404:72

- Silva, J. M. C.; Uhl, C., & Murray, G. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. *Conservation Biology*, 10:491-
- Souza, F. M and Batista, J.L.F.(2004). Restoration of seasonal Semideciduous Forest in Brazil: Influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*, 191, 185-200.
- Souza, A. M., Gaspar, M., Silva, E. M., Ulian, E. C., Waclawovsky, A. J., Nishiyama Jr, M. Y., Santos, R. V., Teixeira, M. N., Souza, G. M., Bucher, M. S. 2008. Elevated CO₂ increases photosynthesis, biomass and productivity, and modifies gene expression in sugarcane. ***Plant, Cell and Environment*** 31, 1116–1127
- Tabarelli, M. & Gascon, C. 2005. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 38: in press.
- Tabarelli, M.; Siqueira-Filho, J. A. & Santos, A. M. M. 2006. In: K. C. Porto.; J. S. de Almeida-Cortez & M. Tabarelli (Orgs.). *Diversidade biológica e conservação da floresta atlântica ao norte do rio São Francisco*. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília
- Tonhasca Junior, A. 2005. *Ecologia e história natural da mata atlântica*. Interciência. Rio de Janeiro.
- UICN. 2004. *International Union for conservation of Natural and Nature Resources* Disponível no site [www. iucn.org](http://www.iucn.org). Capturado em janeiro de 2009.
- Kageyama, P. & Gandara, F. B. 2004. *Restauração e Conservação de ecossistemas tropicais*. In: L. Cullen Jr.; C. Valladeres - Padua. & R. Rudram (Orgs.). *Métodos de estudos em biologia Conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da universidade Federal do Paraná; Fundação O Boticário de Proteção à natureza, 2003. Reimpressão 2004.
- Magnusson, E. W. 2006. Homogeneização biótica. In: C. F. D. Rocha.; H. G. Bergallo. M. V. S & M. A. S. Alves (Orgs.). *Biologia da conservação: Essências*. São Carlos: Editora: RiMA.
- Metzger, J. P., Martensen, A. C., Dixo, M., Bernacci, L. C., Ribeiro, M. C. Teixeira, A. M. G., Pardini, R., 2009. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic Forest region. *Biological Conservation* 142, 1166-1177.
- Murcia, C., 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree*. vol, 10, 2.

- Wunderle Jr, J.M. (1997) . The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99,223-235.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*, 4th edition, 718 pp. Prentice Hall, New Jersey.

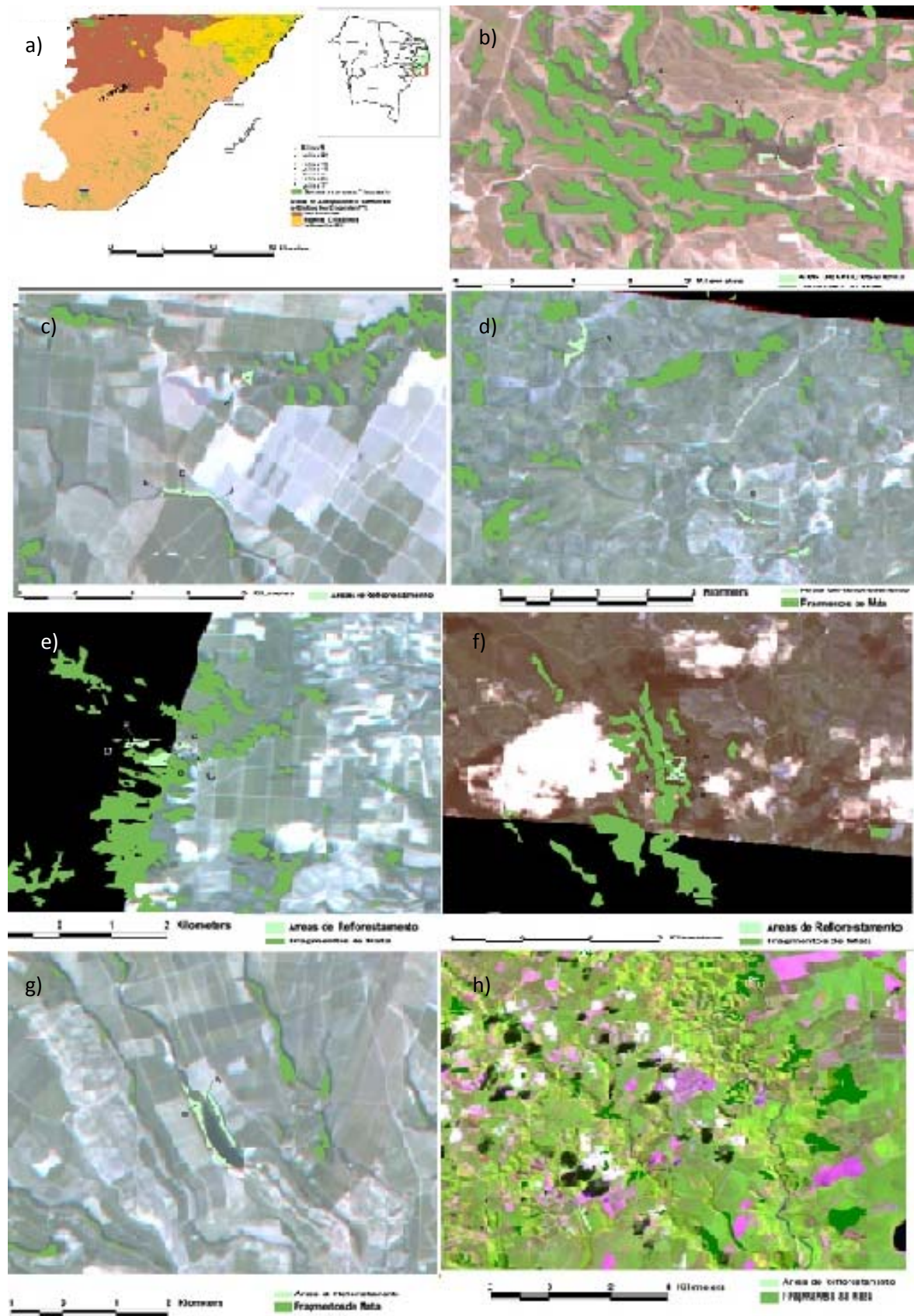


Figura 11. Mapa das áreas de estudo abrangendo as sete áreas e detalhes das áreas reflorestadas

Tabela 3

Família/espécies	Remanescente	Plantado	Não Plantado	Nome popular
	(128 espécies)	(44 espécies)	(41 espécies)	
Acanthaceae				
<i>Ruellia</i> sp.	X			
Aquifoliaceae				
<i>Ilex sapotifolia</i> Reissek	X			Orelha -de- burro
Anacardiaceae				
<i>Anacardium occidentale</i> L.				Cajueiro
<i>Mangifera indica</i> L.		X		Mangueira
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi.		X		Aroeira
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X		X	Cupiúba
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Salzm ex . Benth.	X			Cabotã-de-leite
<i>T.</i> sp.				
Annonaceae				
<i>Duguetia gardneriana</i> Mart.	X			Araticum
<i>Guatteria australis</i> St.Hill	X			Carrapicho
<i>G. pogonopus</i> Mart.	X			Tricum
<i>Xylopia laevigata</i> (Mart.)R.E.Fr				Meiú

Annonaceae sp. 1	X			
Annonaceae sp. 2	X			Teiú
Apocynaceae				
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> Mart.	X	X		Banana-de-papagaio
<i>Peschiera affins</i> (Mill Arg)	X		X	
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart.	X			Sabacuim
Araceae				
<i>Philodendrom imbe</i> Shott	X			Imbé
Araliaceae				
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl)Decne & Planch	X			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm & Frodi	X		X	Sambacuim
Areceaceae				
<i>Attalea oleifera</i> Barb. Rodr.	X			Palmeira
<i>Bactris ferruginea</i> Burret .	X			
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	X			Ouricuri
Asteraceae				
<i>Ageratum coryzoides</i> L.			X	Balaio -de- velho
<i>Baccharis</i> sp.			X	Tremenhé
<i>Eupatorium ballotaefolium</i> H.B.K			X	

<i>Verbesina macrophylla</i> (Cass.)S.F.blake				X	
Asteraceae sp. 1				X	Rabo-de-raposa
Bignoniaceae					
<i>Tabebuia aurea</i> (Nanso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore				X	Craibeira
<i>T. cf. avellanadae</i> L.			X		
<i>T. cf. impetiginosa</i> (Mart.ex. DC)Standl			X	X	Ipê-rosa
<i>T. sp.1</i>	X				Pau d'arco
<i>T. sp.2</i>	X				
Bignoniaceae sp.1			X		Cipó-branco
Bignoniaceae sp.2					Farinha-seca
Bixaceae					
<i>Bixa oleraceae</i>			X		Safroa
Bombacaceae					
<i>Eriotheca crenulaticalyx</i> A. Robyns	X		X		Mugunba
<i>E. sp.</i>	X				Urucuba
<i>Quararibea turbinata</i> Sw.Poiret	X				Camará-de-espeto
Boraginaceae					
<i>Cordia cf.corymbosa</i> (L.)G.Dom	X				
<i>C. nodosa</i> Lam.	X				

C. sellowiana Cham.

X

Chapéu-de-sol

C. superba Cham

X

Salgueiro

Burseraceae*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand

X

X

Amescla

Bromeliaceae*Cryptanthus* sp.

X

Gravatá

Cecropiaceae*Cecropia pachystachya* Trécul

X

X

Embaúba

Celastraceae*Maytenus* cf. *distichophylla* Mart

X

Bom-nome

Clusiaceae*Caraipa* sp.

X

Camaçari

Clusia nemorosa G. Mey

X

Rheedia brasiliensis Planch.& Triana

X

Bacupari

Symphonia globulifera L.f.

X

Bulandi

Tovomita sp.

X

Vismia guianensis DC

X

X

Lacre

Combretaceae

Terminalia cattapa L.

X

Amendoeira

Chrysobalanaceae

Hirtella racemosa L.

X

X

Dilleniaceae

Davilla sp.

X

Euphorbiaceae

Croton sellowii Baill.

Pogonophora schomburgkiana Miers ex Benth

X

Cocão

Sapium glandulation (Vell.) Pax

X

Burra-leiteira

Erythroxylaceae

Erythroxylum citrifolium A. St.-Hil.

X

Folha-larga

Fabaceae-Caesalpinioideae

Bauhinia outimounta Aubl.

X

Quarto-de-vaca

Cassia grandis L.f.

X

Canafístula

Caesalpinia echinata L.

X

Pau-brasil

Chamaecrista ensiformis (Vell.) I. & B.

X

Coração

Copaifera langsdorffi Desf.

X

X

Garabu

Dalbergia sp.

-

Dialium guianense (Aubl.) Sandwilh

X

Sucupira

<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke.	X	X	Jatobá
<i>Scherolobium densiflorum</i> Benth.	X		
Fabaceae-Mimosoideae			
<i>Abarema cochliacarpus</i> (B. A. Gomes) Barneby & J.W .Grimes	X		Barbatimão
<i>Abarema</i> cf. <i>filamentosa</i> (Benth)B. A. G.	X		Melenga-de-sonhim
<i>Acacia auriculiformis</i> Benth.		X	Cassia australiana
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	X		Canzenze
<i>Dalbergia</i> sp.		X	
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.		X	Erva-de-rato
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.)Morong.	X		Tambor
<i>Inga dysantha</i> Benth.	X		Cabeluda
<i>Inga edulis</i> Benth	X	X	Ingá
<i>Inga fagifolia</i> Willd. Ex Benth	X		
<i>I. vera</i> Kunth.	X		
<i>I.</i> sp.	X		
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.		X	Leucena
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.		X	Sabiá
<i>M.</i> sp	X		
<i>Parkia pendula</i> Benth.	X	X	Visgueiro

<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	X		X	Amarelo
<i>P. sp</i>	X			
<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.)Barneby & J W Grimes		X	X	Burdão-de-velho
Fabaceae-Papilionoideae				
<i>Andira inermis</i> H.B.K.	X		X	Angelim-amargoso
<i>Andira sp.</i>	X			
<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	X	X		Sucupira
<i>Machaerium angustifolium</i> Vogel	X			Mau-vizinho
<i>M. hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	X	X		
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	X	X	X	Grão-de-galo
<i>S. flaemingii</i> Raddi	X	X		Enxundia
Fabaceae-Papilionoideae sp.1	X			
Fabaceae-Papilionoideae sp.2	X			
Flacourtiaceae				
<i>Banara brasiliensis</i> (Scholt)Benth	X			-
<i>Casearia javitensis</i> H.B.K	X		X	Camará-de-enfeite
<i>C. sylvestris</i> S.w.	X			Pininga
<i>C. sp.</i>	X			
Heliconiaceae				

Heliconia psittacorum L.

X

Língua-de-cutia

Hernandiaceae

Sparattanthelium tupiniquinorum Mart.

X

X

Arco-de-barrica

Lauraceae

Ocotea glomerata Benth

X

Louro

O. sp.

X

Louro-canela

Lecythidaceae

Eschweilera ovata Mart.ex. Miers

X

X

X

Embiriba

Gustavia augusta L.

X

X

Genipapo

Lecythis lurida (Miers).Mori

X

L. pisonis Camb.

X

Lecythidaceae sp.

X

Goiti-de-morcego

Malpighiaceae

Byrsonima sericea DC.

X

X

Murici

Byrsonima sp.

X

Murici-de-oiteio

Melastomataceae

Clidemia capitellata D.Don

X

Caiua

Miconia albicans (Sw.) Triana.

X

M. chamissois Naudin

X

X

<i>M. minutiflora</i> DC.	X		X	
<i>M. prasina</i> Triana	X			Carrasco
<i>M.sp.</i>	X			
Meliaceae				
<i>Azadirachta indica</i> L.		X		Nim
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	X			Carrapeta
<i>Trichilia</i> cf. <i>quadrijuga</i> Kunth.	X			Pitomba -da-mata
<i>T.sp.</i>	X			
Meliaceae sp.		X		Cajá
Monimiaceae				
<i>Mollinedia</i> sp.				Cachimbeiro
Moraceae				
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam		X		Jaqueira
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	X	X	X	
<i>B. rubescens</i> Tambert	X			-
<i>Sorocea racemosa</i> Gand.	X			
Moraceae sp.1	X	X		Piranha
Moraceae sp.2	X			Amora
Myrtaceae				

<i>Campomonesia</i> sp.	X	X	Gobiraba
<i>Eugenia plurifolia</i> DC.	X		Canela-de-viado
<i>E.</i> sp.	X		
<i>Eucalyptus</i> sp.		X	Eucalipto
<i>Psidium guajava</i> L.		X	Goiabeira
<i>Psidium guianense</i> Pers.	X		Araçá
<i>Myrcia</i> sp.1	X		
<i>M.</i> sp. 2	X		
<i>M.</i> sp. 3	X		Corpuna
Nyctaginaceae			
<i>Guapira opposita</i> Vell (Reitz)	X		Mirindiba
<i>G.</i> sp.	X		Piranha-branca
<i>Pisonia</i> sp.	X		
Nyctaginaceae sp.	X		Bacupari
Olacaceae			
<i>Schoepfia obliquifolia</i> Turcz.	X		
Piperaceae			
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X		
<i>P. marginatum</i> Jacq ..	X	X	

Polygonaceae

<i>Coccoloba mollis</i> Casar	X	X	Parrera
-------------------------------	---	---	---------

Proteaceae

<i>Roupala</i> cf. <i>montana</i> Aubl	X		Carne-danta
--	---	--	-------------

Rubiaceae

<i>Borreria</i> cf. <i>verticillata</i> G.F.w. Mey.	X	X	Vassourinha-de-botão
---	---	---	----------------------

<i>Countarea hexandra</i> (Jacq.). K Schum	X		Espinho-branco
--	---	--	----------------

<i>Genipa americana</i> L.	X		Genipapo
----------------------------	---	--	----------

<i>Psycotria</i> sp.	X		
----------------------	---	--	--

<i>Randia armata</i> (Sw).	X		Espinheiro
----------------------------	---	--	------------

Rutaceae

<i>Esenbeckia grandiflora</i> (Mart.)	X		Quirí
---------------------------------------	---	--	-------

Sapindaceae

<i>Allophylus edulis</i> (A St.-Hill) Radlk.	X		Cabotã
--	---	--	--------

<i>Cupania platycarpa</i> Radlk.	X		
----------------------------------	---	--	--

<i>Cupania</i> cf. <i>racemosa</i> Radlk.			
---	--	--	--

<i>C. revoluta</i> Radlk.	X	X	
---------------------------	---	---	--

<i>C. sp.</i>			
---------------	--	--	--

Sapindaceae sp.	X		Caboatã-vermelho
-----------------	---	--	------------------

Sapotaceae

<i>Pouteria bangii</i> TD Penn	X				Maçaranduba
<i>P .cf. glomerata</i> (Miq.) Radlk	X				
<i>P. venosa</i> (Mart.)			X		Goiti-tuturubá
<i>P.sp.</i>	X				
Sapotaceae sp.					Leiteiro-maçaranduba

Simaroubaceae

<i>Simarouba amara</i> Aubl.		X	X		Praíba
------------------------------	--	---	---	--	--------

Solanaceae

<i>Cestrum laevigatum</i> Schech				X	Corona
<i>Solanum asperum</i> L. C. Rich				X	Jurubeba

Sterculiaceae

<i>Waltheria indica</i> L.				X	Malva-branca
----------------------------	--	--	--	---	--------------

Tiliaceae

<i>Apeiba tiboubou</i> Aubl.	X		X		Pau-de-jangada
Tiliaceae sp.					Mutamba

Verbenaceae

<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham			X		Salgueiro
<i>A. verticillata</i> Vell.					João-mole

Citharexylum cf. *pernambucense* Moldenke

X

Lantana camara L.

X

Chumbinho

Verbesina macrophylla (Class)S.F.Blake

Fumo-brabo

Vitex polygama Cham

X

Maria-preta

*V.*sp.

Asa-de-morcego

Violaceae

Amphirrhox longifolia Spreng

Cocão

Paypayrola blanchetiana Tull

X

Caçador

Vochysiaceae

Vochysiaceae sp

X

Urucuba

Indeterminada 1

X

Indeterminada 2

X

Indeterminada 3

X

Indeterminada 4

X

Indeterminada 5

X

Indeterminada 6

X

Painera

8. Considerações Finais

O alto investimento financeiro das usinas de cana-de-açúcar não corresponde satisfatoriamente aos benefícios desejados com as iniciativas de reflorestamento. Esse fato, esta associado a baixa diversidade de espécies encontradas nas áreas de reflorestamento, com o plantio de espécies exóticas, além de falhas nos tratos silviculturais. Por outro lado, as dificuldades encontradas podem está associada ao pioneirismo desta ação para a região, juntamente com a necessidade de um maior comprometimento das instituições envolvidas que visam auxiliar nas práticas de recuperação da mata atlântica.

Várias lacunas precisam ser preenchidas nas práticas de reflorestamento empregadas na região. Faz-se indispensável à compreensão que tais ações necessitam está embasada em planejamentos que levem em consideração a particularidade de cada caso, com a escolha de áreas prioritárias para recuperação. Os recursos financeiros precisam ser melhor aproveitados, acompanhando os mais recentes avanços da ciência, com a modernização das técnicas utilizadas, visando sobretudo aprimorar e reduzir os custos em grande escala. Apenas com estratégias de restauração bem sucedidas e menos onerosas mais áreas poderão ser destinadas a recuperação da cobertura vegetal da mata atlântica.

Diretrizes minuciosas precisam ser urgentemente traçadas pelos órgãos ambientais no âmbito da região nordeste, com o intuito de orientar os proprietários rurais a elaborar projetos de reflorestamento que possam favorecer os processos ecológicos indispensáveis a recuperação e manutenção da floresta atlântica. A localização das áreas a serem restauradas baseadas na configuração da paisagem e o plantio de heterogêneo de espécies nativas atrativas a fauna pode acelerar o processo de regeneração natural. Essas atitudes freqüentemente amenizam as limitações encontradas durante os procedimentos de implantação e funcionamento das práticas de reposição florestal.

Finalmente, diante de um cenário de intensa fragmentação na qual está inserida a floresta atlântica nordestina, a dinâmica da restauração deverá está fundamentalmente voltada a minimizar os efeitos de borda e reduzir o número de fragmentos aumentando a conectividade.

Anexo

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION

CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated September 2008)

Online submission and review of manuscripts is mandatory effective 01 January 2005.

Please format your paper according to these instructions and then go to the following website to submit your manuscript (<http://mc.manuscriptcentral.com/bitr>). Contact the BIOTROPICA Office for assistance if you are unable to submit your manuscript via Manuscript Central (biotropica@env.ethz.ch).

Authors are requested to provide a **cover letter** that details the **novelty**, **relevance** and **implications** of their work, and a brief explanation of the suitability of the work for BIOTROPICA. The number of words in the manuscript should also be given in the cover letter.

I. General Instructions

- ❑ Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as Online Supplementary Material. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.
- ❑ Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:
 - Paper (up to 5000 words)
 - Insights (up to 2000 words)
 - Review (up to 8000 words)
 - Commentary (up to 2000 words)

Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.
- ❑ Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.
- ❑ Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.
- ❑ Use standard 12 point type (Times New Roman).
- ❑ Indent all but the first paragraph of each section.
- ❑ Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being 'vs.' and 'etc.').
- ❑ Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.
- ❑ Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.
- ❑ Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²
- ❑ For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻²

Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter:
"El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."

- ❑ Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10×5 m, > 7 m, $\pm$ SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (*e.g.*, 1-ha plot).
- ❑ Spell out 'percent' except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.
- ❑ Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, R^2 , *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
- ❑ Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
- ❑ Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W
- ❑ Above sea level is expressed as: asl
- ❑ Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
- ❑ Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
- ❑ Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."
- ❑ Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
- ❑ For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)
- ❑ Literature citations in the text are as follows:
 - One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)
 - Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)
 - Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.
- ❑ Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpubl. data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).
- ❑ Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).
- ❑ Assemble manuscripts in this order:
 - Title page
 - Abstract (s)
 - Key words
 - Text
 - Acknowledgments (spelled like this)
 - Literature cited
 - Tables
 - Appendix (when applicable)
 - Figure legends (one page)
 - Figures

- ❑ For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

II. Title Page

(Do not number the title page)

- ❑ Running heads two lines below top of page.
LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use Yaz *et al.*)
RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)
- ❑ Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.
- ❑ Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’
- ❑ Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.
- ❑ Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**
- ❑ At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

III. Abstract Page

(Page 1)

- ❑ Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.
- ❑ Do not use abbreviations in the abstract.
- ❑ **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as Online Supplementary Materials. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.
- ❑ Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.
- ❑ *Key words:* Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

IV. Text

(Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).

- ❑ No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.

- ❑ Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
- ❑ One line space between main heading and text
- ❑ Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
- ❑ Use no more than second level headings.
- ❑ Do not use footnotes in this section.
- ❑ References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to Online Supplementary Material is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

V. Literature Cited

(Continue page numbering and double spacing)

- ❑ No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
- ❑ Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
- ❑ Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
- ❑ List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
- ❑ Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
- ❑ Authors Names: use SMALL CAPS.
- ❑ **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
- ❑ Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
- ❑ Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
- ❑ Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
- ❑ Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
- ❑ Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

VI. Tables

(Continue page numbering)

- ❑ Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
- ❑ Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a, ^b, ^c, etc.).
- ❑ Do not use vertical lines in tables.
- ❑ Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)
- ❑ Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

VII. Figure Legends

(Continue page numbering)

- ❑ Double-space legends. All legends on one page.
- ❑ Type figure legends in paragraph form, starting with ‘FIGURE’ (uppercase) and number.

- ❑ Do not include ‘exotic symbols’ (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
- ❑ Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in ‘FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability’, making sure to include the labels in the relevant plot.

VIII. Preparation of Illustrations or Graphs

Please consult

<http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp>

for detailed information on submitting electronic artwork. We urge authors to make use of Online Supplementary Material, particularly for tables and figures that do not have central importance to the manuscript. If the editorial office decides to move tables or figures to OSM, a delay in publication of the paper will necessarily result. We therefore advise authors to identify material for OSM on submission of the manuscript.

- ❑ Black-and-white or half-tone (photographs), drawings, or graphs are all referred to as ‘Figures’ in the text. Consult editor about color figures. Reproduction is virtually identical to what is submitted; flaws will not be corrected. Consult a recent issue of BIOTROPICA for examples.
- ❑ If it is not possible to submit figures embedded within the text file, then submission as *.pdf, *.tif or *.eps files is permissible.
- ❑ Native file formats (Excel, DeltaGraph, SigmaPlot, etc.) cannot be used in production. When your manuscript is accepted for publication, for production purposes, authors will be asked upon acceptance of their papers to submit:
 - Line artwork (vector graphics) as *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
 - Bitmap files (halftones or photographs) as *.tif or *.eps, with a resolution of < 300 dpi at final size
- ❑ Final figures will be reduced. Be sure that all text will be legible when reduced to the appropriate size. Use large legends and font sizes. We recommend using Arial font (and NOT Bold) for labels within figures.
- ❑ Do not use negative exponents in figures, including axis labels.
- ❑ Each plot/image grouped in a figure or plate requires a label (*e.g.*, A, B). Use upper case letters on grouped figures, and in text references.
- ❑ Use high contrast for bar graphs. Solid black or white is preferred.

IX. Insights (up to 2000 words)

Title page should be formatted as with Papers (see above; RRH: “Insights”)

- ❑ No section headings.
- ❑ Up to two figures or tables (additional material can be published as Online Supplementary Material).

X. Appendices

- ❑ We do NOT encourage the use of Appendices unless absolutely necessary. Appendices will be published as Online Supplementary Material in almost all cases.
- ❑ Appendices are appropriate for species lists, detailed technical methods, mathematical equations and models, or additional references from which data for figures or tables have been derived (*e.g.*, in a review paper). If in doubt, contact the editor.
- ❑ Appendices must be referred to in the text, as Appendix S1. Additional figures and tables may be published as OSM (as described above), but these should be referred to as Fig. S1, Table S1.
- ❑ Appendices should be submitted as a separate file.

- ❑ The editor reserves the right to move figures, tables and appendices to OSM from the printed text, but will discuss this with the corresponding author in each case.

English Editorial Assistance

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English and to prepare the manuscript in accordance with the journal style. Biotropica provides this service at the cost of US\$ 25, - per hour. Please contact the Biotropica office at biotropica@env.ethz.ch if you wish to make use of this service. The service is paid for by the author and use of a service does not guarantee acceptance or preference for publication.

Manuscripts that are scientifically acceptable but require rewriting to improve clarity and to conform to the Biotropica style will be returned to authors with a provisional acceptance subject to rewriting. Authors of such papers may use the Biotropica editing service at the cost of US\$ 25, - per hour for this purpose.

Most papers require between two to four hours, but this is dependent on the work required. Authors will always be contacted should there be any uncertainty about scientific meaning, and the edited version will be sent to authors for final approval before proceeding with publication.

Questions? Please consult the online user's guide at Manuscript Central first before contacting the editorial office

Phone: 0041 44 632 89 45

Editor's Phone: 0041 44 632 86 27

Fax: 0041 44 632 15 75

biotropica@env.ethz.ch

Please use this address for all inquiries concerning manuscripts and editorial correspondence.