

**ALISSON DE SANTANA SILVA**

**REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO  
MISTO NO MUNICÍPIO DE LARANJEIRAS, SERGIPE**

**SÃO CRISTÓVÃO - SE**

**2019**

Alisson de Santana Silva

**REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO  
MISTO NO MUNICÍPIO DE LARANJEIRAS, SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe – UFS, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

São Cristóvão, SE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E APLICADA - CCAA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS - DCF

## **REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO MISTO NO MUNICÍPIO DE LARANJEIRAS, SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

APROVADO:

ORIENTADO: Alisson de Santana Silva

---

Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira

(Orientador)

---

Prof. Dr. Milton Marques Fernandes

(Avaliador)

---

Prof. Dr. João Basílio Mesquita

(Avaliador)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus, pelo dom da vida, por toda a sabedoria e força que me foram dados e por ter me ajudado em todos os momentos difíceis que passei durante essa jornada e proporcionado chegar até aqui e realizar esse sonho.

Aos meus pais Aline e Ivanailton, por todo amor, confiança, paciência, por todos os conselhos e ensinamentos, por todo apoio e esforços para que eu pudesse chegar até aqui. Sem vocês não seria possível realizar esse sonho, amo vocês.

À minha família, por toda a dedicação e por sempre entenderem minhas ausências, especialmente aos meus avós Maria das Graças e Agnaldo por todo apoio, ensinamentos e por toda a fé depositada em mim.

Agradeço à Rainan, Gilmara e Eládio, por toda a ajuda para realizar esse trabalho. Todo o conhecimento adquirido e todos os bons e os sofridos momentos em campo e no laboratório, sem vocês eu não conseguiria.

Aos meus grandes amigos, Ivisson, Iury, Mateus, Gabriel e Jefferson.

À minha namorada Liziane, por todos os momentos que passamos juntos, por todo apoio durante essa jornada, pela paciência, atenção e todo carinho, sempre me encorajando em todas as minhas decisões.

Agradeço a todos os professores, que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado e formação, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira, pela atenção e paciência ao me instruir com esse trabalho.

A todos os meus colegas de curso, por todas as experiências e conhecimentos compartilhados.

Aos membros da banca pelas críticas e sugestões visando à melhoria desse trabalho.

Agradeço também à Empresa Votorantim Cimentos S.A. (Cimentos Sergipe S.A.), por permitir o desenvolvimento desse trabalho na área de sua propriedade.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com essa decisiva etapa da minha vida.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Mata Atlântica.....	3
2.2 Regeneração natural.....	4
2.3 Chuva de sementes.....	5
2.4 Banco de Sementes do Solo.....	6
2.5 Banco de Plântulas.....	7
3 METODOLOGIA .....	9
3.1 Caracterização da área de estudo .....	9
3.2 Instalação das parcelas amostrais.....	11
3.3 Análises da chuva de sementes .....	12
3.4 Banco de sementes.....	13
3.5 Avaliação do banco de plântulas.....	15
3.6 Análise dos dados .....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
4.1 Chuva de Sementes .....	17
4.2 Banco de Sementes .....	22
4.3 Banco de Plântulas.....	28
5 CONCLUSÕES.....	33
6 REFERÊNCIAS .....	34

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Área de estudo vista por elevação, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	9
FIGURA 2: Localização e distribuição das parcelas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe, Sergipe. FONTE: ANDRADE, (2015).....	12
FIGURA 3: Modelo de coletores de chuva de sementes (1 m <sup>2</sup> ) instalados a 50 cm acima do solo, com malha fina de nylon, em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE. ....	13
FIGURA 4: Sub-parcela amostral (1m x 1m) instalada no centro de cada parcela para coleta do banco de sementes e de plântulas, em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE. ....	14
FIGURA 5: Coleta de amostras do banco de sementes com auxílio do gabarito (25cm x 25cm) em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE. ....	14
FIGURA 6: Peneiras empregadas para a separação das sementes presentes no solo, em diferentes malhas (2,00, 1,00 e 0,50 mm), respectivamente. ....	15
FIGURA 7: Mensuração do diâmetro e altura das plântulas dentro das sub-parcelas amostrais de cada parcela, situadas na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	15
FIGURA 8: Espécies mais encontradas na chuva de sementes, em área de Mata Atlântica, implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. A. <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi; B. <i>Ruellia blechum</i> L.; C. <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. ....	19
FIGURA 9: Densidade de sementes por m <sup>2</sup> em cada bimestre na amostragem da chuva de sementes em uma área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	21
FIGURA 10: Espécie com maior representatividade no banco de sementes <i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera (L.f.) Pruski. Presente em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	25

FIGURA 11: Áreas com clareiras favorecendo o desenvolvimento de espécies herbáceas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....32

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1. Relação das espécies arbóreas utilizadas no Projeto de restauração das áreas de proteção ambiental da área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. Fonte: Adaptado de Ferreira (2011). Relatório Técnico Final.....	10
TABELA 2. Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas na chuva de sementes em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	17
TABELA 3: Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de sementes e número de sementes coletado por espécie em cada estação em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	22
TABELA 4: Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de sementes em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	25
TABELA 5: Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de plântulas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	28
TABELA 6: Relação dos gêneros, espécies e dados estatísticos do banco de plântulas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. ....	30

## RESUMO

O Bioma Mata Atlântica vem tendo forte pressão antrópica, principalmente pela agricultura, pecuária, pelo crescimento populacional e expansão industrial, provocando uma exploração desenfreada e a degradação dos seus recursos naturais, o que dificulta cada vez mais a sua conservação. Nos anos de 2004 e 2005 foi implantado um projeto de restauração com espécies nativas, numa área anteriormente ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar correspondendo a 46ha, no município de Laranjeiras-SE, pela Empresa Votorantim Cimentos S.A. Por meio de reflorestamento misto, foram plantadas espécies de ocorrência natural da Mata Atlântica sergipana, com base em modelagem de sucessão ecológica. Considerando-se o desenvolvimento da floresta, várias modificações podem ser observadas na evolução do ecossistema. Com isso, o presente estudo foi realizado com o objetivo de analisar a regeneração natural por meio da chuva de sementes, do banco de sementes do solo e do banco de plântulas, em 30 parcelas fixas (20m x30m) instaladas na área. Para a avaliação da chuva de sementes foram utilizados coletores de madeira de 1 m<sup>2</sup>, instalados no centro de cada parcela e, ainda, as espécies foram classificadas quanto às síndromes de dispersão. Para estimar quantitativa e qualitativamente o banco de sementes do solo, foi coletada em cada parcela uma amostra de solo (0,25 m x 0,25 m x 0,05 m). Para o banco de plântulas, foi mensurado o diâmetro e altura dos indivíduos arbustivos-arbóreos com circunferência à altura do solo (CAS)  $\leq$  15 cm, presentes nas sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup>, dentro de cada parcela. Na chuva de sementes foram coletadas 10.070 sementes, pertencentes a 37 espécies, que foram depositadas nos coletores pelo processo natural de dispersão, correspondendo a uma densidade média de cerca de 347,24 sementes/m<sup>2</sup>, com predominância da síndrome de dispersão zoocórica (46,67%). No banco de sementes do solo, analisado através de avaliações realizadas em duas estações (chuvosa e seca), foram registradas 12.323 sementes, pertencentes a 19 famílias botânicas e 53 espécies, cuja predominância foi de espécies herbáceas. Quanto ao banco de plântulas, analisado por meio de coletas das espécies arbustivo-arbóreas regenerantes, realizadas nas estações seca e chuvosa, foram amostrados 169 indivíduos pertencentes a 12 famílias botânicas e 24 espécies, com destaque para *Genipa americana* L. (Rubiaceae) com 76 indivíduos e *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae) com 27. Os estudos demonstraram que a área se encontra em estágio inicial de sucessão e que apresenta uma boa diversidade de espécies, nas três formas de regeneração avaliadas.

**Palavras-chave:** Reflorestamento misto, chuva de sementes, banco de sementes, banco de plântulas, Mata Atlântica.

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental provocada pelas intervenções antrópicas tem reduzido, fragmentado e isolado paisagens, comprometendo suas características e levando à perda da biodiversidade e das funções a elas atribuídas. O crescimento populacional, a expansão agropecuária e o desenvolvimento industrial, têm sido determinantes na exploração desenfreada dos ecossistemas naturais, dificultando cada vez mais a sua conservação, especialmente faixa costeira brasileira, ocupada pela Mata Atlântica.

Nesse contexto, o Bioma Mata Atlântica encontra-se como o mais devastado do país. Os indicadores revelam que hoje restam apenas 12,4% da sua área original, que na época do descobrimento do Brasil abrangia uma área equivalente a 1.315.460 km<sup>2</sup> (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Apesar dessa redução e fragmentação, este bioma ainda exerce um forte papel de importância social e ambiental, através da regulação dos fluxos hídricos, controle do clima, proteção a encostas e mananciais, além de preservar um significativo patrimônio natural e cultural (VARJABEDIAN, 2010). Por constituir um grande repositório de biodiversidade, apresentando um grande número de espécies endêmicas e por sofrer fortes ameaças, a Mata Atlântica representa um bioma de conservação prioritária, sendo considerado um dos principais hotspots mundiais (MYERS et al., 2000).

A crescente pressão devido à demanda por áreas aptas para atividades agrícolas, buscando suprir o crescimento populacional, a especulação imobiliária e a intensificação da exploração mineral e madeireira vêm causando a redução das formações vegetais naturais (CAMPANILI e PROCHNOW, 2006). Porém, observa-se que com o desenvolvimento da política ambiental esse tipo de exploração vem sendo aos poucos reduzida. Neste sentido, as estratégias utilizadas para proteção e recuperação de áreas degradadas têm se mostrado uma eficiente forma de promover o restabelecimento desse bioma, influenciando na manutenção dos recursos naturais existentes e na recuperação de algumas áreas altamente degradadas.

O estudo da dinâmica da regeneração natural nos ecossistemas florestais, em processo de restauração, é fundamental para a compreensão do funcionamento da floresta. No que se refere à vegetação, é necessário conhecer os principais fatores que contribuem para a sua manutenção e composição. O estudo dos processos de dispersão, banco de sementes, banco de plântulas, regeneração e sucessão natural são fundamentais para compreender como ocorre a dinâmica dos ecossistemas florestais (CARVALHO, 1982).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de analisar a regeneração natural em área de reflorestamento misto, por meio do banco de sementes do solo, da chuva de sementes e do banco de plântulas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica é uma das florestas mais ricas em diversidade de vida no planeta. Ela abrange cerca de 15% do território nacional, em 17 estados, se estendendo da costa sul do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, é o lar de 72% da população brasileira, abriga três dos maiores centros urbanos do continente sul americano e concentra 70% do PIB (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017).

A Mata Atlântica é formada por um conjunto de formações florestais (Florestas: Ombrófila Densa, Ombrófila Mista, Estacional Semidecidual, Estacional Decidual e Ombrófila Aberta) e ecossistemas associados como as Restingas, Manguezais e Campos de Altitude, que se estendiam originalmente por aproximadamente 1.300.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro (MMA, 2012). A Mata Atlântica possibilita atividades essenciais para a população, como o abastecimento de água, a agricultura, a pesca, a geração de energia elétrica, o turismo e o lazer (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017).

A Mata Atlântica é, provavelmente, uma das florestas mais fragmentadas, quando comparada com as demais florestas tropicais (METZGER, 2009). Atualmente, apenas 12,4% da sua área original permanece preservada e muitas dessas áreas são pequenas e isoladas manchas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). Em Sergipe, restam cerca de 8% da faixa de Mata Atlântica original representando apenas um terço do estado, que de acordo com alguns estudos, são áreas que permanecem sob constante pressão antrópica (FERREIRA et al., 2011).

Apesar dessa redução e fragmentação, este bioma ainda exerce um forte papel de importância social e ambiental (VARJABEDIAN, 2010). Nesse contexto, a regeneração natural se apresenta como um fator de grande importância para a manutenção dos remanescentes florestais, porém a intensa redução da cobertura vegetal da Mata Atlântica, a fragmentação e o consequente efeito de borda têm causado principalmente, o decréscimo da biodiversidade e da biomassa afetando diretamente os processos de regeneração natural (RODRIGUES, 2004).

A dificuldade de reproduzir a complexidade da floresta atlântica na recomposição de ambientes degradados levou os pesquisadores a procurar entender melhor a dinâmica da floresta tropical, em especial a maneira pela qual se dá o processo de regeneração natural (MORAES et al., 2006).

## 2.2 Regeneração natural

A regeneração da floresta pode ser entendida como um processo que ocorre naturalmente em ecossistemas florestais, de modo a garantir a manutenção das espécies naquela região através de modificações nas características da comunidade e mudanças direcionais na composição de espécies (KAPPELLE et al., 1996; KLEIN, 1980). De acordo com Gama et al. (2002), a regeneração natural faz parte dos ciclos de estabelecimento e desenvolvimento florestal resultante da interação de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal.

O termo regeneração natural pode ser interpretado como um dos extratos da floresta, formado pelos indivíduos jovens que compõem o banco de plântulas, e também como o processo em que as florestas se regeneram após distúrbios, como a regeneração em clareiras, em campos de cultivo abandonados e outros (MARTINS et al., 2014). Nesse contexto, Galvão e Medeiros (2002) afirmam que a regeneração natural consiste em dar condições para a recuperação natural de áreas que foram desmatadas ou pouco degradadas.

A regeneração constitui o estoque genético da vegetação, pronto para a substituição de outros indivíduos à medida que o ambiente possibilita o seu recrutamento para classe de tamanho imediatamente superior (GARCIA et al., 2011). Rodrigues e Gandolfi (1996) afirmam que a regeneração natural deve ser usada em áreas pouco perturbadas, e essas áreas devem ser isoladas dos fatores de perturbação, para auxiliar nos processos naturais de sucessão para que possam continuar atuando, recuperando e mantendo a condição de floresta madura. Em alguns casos a recuperação ocorrerá mais rapidamente se já estiverem indivíduos remanescentes, banco de sementes e/ou rebrotas de plantas por raízes (CURY e CARVALHO, 2011). Os mesmos autores ainda afirmam que existem barreiras quanto à regeneração natural, tais como: solos compactados e/ou erodidos, ausência de matas preservadas próximas, que pode dificultar a chegada de semente, ausência de banco de sementes, ambientes desfavoráveis à germinação e ao crescimento de mudas.

A regeneração natural é importante para a sobrevivência, desenvolvimento e manutenção do ecossistema florestal, uma vez que representa o conjunto de indivíduos capazes de serem recrutados para os estágios posteriores (FINOL, 1971).

O estudo da regeneração natural permite compreender e prever o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies

presentes, bem como suas dimensões e distribuição na área, que são aspectos imprescindíveis para a compreensão do funcionamento da floresta (CARVALHO, 1982). Nesse contexto, o estudo dos processos de dispersão, banco de sementes, banco de plântulas, regeneração e sucessão natural são fundamentais para compreender como ocorre a dinâmica dos ecossistemas florestais.

### **2.3 Chuva de sementes**

As sementes que chegam ao solo por intermédio dos diferentes processos de dispersão constituem a chuva de sementes. Esta tem o papel de formar bancos de sementes e de plântulas, que representam a fase inicial da organização espacial de novas plantas, influenciando na estrutura das comunidades vegetais, inclusive em áreas degradadas e promovendo a entrada de novos indivíduos na comunidade (CAMPOS et al., 2009; CLARK e POULSEN, 2001).

Áreas que perderam a cobertura florestal há mais tempo, mas que estão próximas a fragmentos de florestas ou reservas maiores, podem ter seu banco de sementes reabastecido pelas sementes provenientes desses refúgios vizinhos, pela denominada chuva de sementes (GALVÃO e MEDEIROS, 2002). A entrada de propágulos no banco de sementes do solo é determinada pela chuva de sementes (SOUSA, 2015).

A chuva de sementes dentro da floresta determina parte da população potencial de um ecossistema, pois este é constantemente invadido por propágulos provenientes da vegetação externa ou da própria área, oriundos da dispersão (ARAÚJO et al., 2004). A proximidade de um fragmento florestal, e o consequente acesso à chuva de sementes pode facilitar todo processo de regeneração natural (ALMEIDA, 2016). Segundo Deminiciis, et al. (2009), a dispersão tende a aumentar as chances de germinação das sementes e estabelecer novos habitats favoráveis à colonização. Além disso, a dispersão de sementes também gera a distribuição espacial dos indivíduos adultos de uma comunidade vegetal. A implantação de fontes de alimentação que atraem animais dispersores, principalmente aves e morcegos de remanescentes florestais próximos para a área de restauração é uma forma de aceleração do processo de regeneração, aumentando a intensidade na chuva de sementes (RODRIGUES et.al. 2009).

A chuva de sementes, assim como o banco de sementes do solo, expressam a dinâmica natural da vegetação e são indicadores do potencial de resiliência de uma comunidade. A

degradação de um ecossistema diminui a disponibilidade de sementes, dificultando o processo de recuperação visto que, a disponibilidade de sementes é fundamental para o desenvolvimento de uma floresta (PAZ; MAZER; MARTÍNEZ-RAMOS, 1999). Com a chuva de sementes, o banco de sementes e de plântulas se renova, permitindo assim a substituição dos indivíduos mortos (GROMBONE-GUARATINI e RODRIGUES, 2002).

#### **2.4 Banco de Sementes do Solo**

A denominação "banco de sementes" ou "reservatório de sementes" no solo tem sido utilizada para descrever o montante de sementes viáveis e outras estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais (CARMONA, 1992). Estas sementes tendem a permanecer nos solos por um determinado tempo, de acordo com fatores fisiológicos (tempo de germinação, dormência e viabilidade) e fatores ambientais (umidade, temperatura, luz, presença de predadores de sementes e patógenos) (GARWOOD, 1989). O acúmulo de sementes no banco varia de acordo com a entrada através da dispersão, e a saída por meio da germinação ou pela morte de sementes (HYATT e CASPER, 2000).

O banco de sementes tem papel fundamental no equilíbrio dinâmico da floresta, pois é um dos responsáveis pela recolonização da vegetação em um ambiente perturbado (SCHMITZ, 1992). Com isso, os bancos abrangem pelo menos quatro níveis dos processos de regeneração: colonização e estabelecimento de populações, manutenção da diversidade de espécies, estabelecimento de grupos ecológicos e restauração da riqueza de espécies, após distúrbios naturais ou antrópicos (CLARK, 1983; GARWOOD, 1989). Segundo Schmitz (1992), as espécies pioneiras são as mais frequentes na composição dos bancos de sementes em florestas tropicais. O mesmo autor ainda firma que a abertura de clareiras promove mudanças térmicas e luminosas que acabam induzindo a germinação das sementes estocadas no solo, e que a recolonização dessas clareiras são originadas principalmente nesses bancos, o que é fundamental na manutenção do equilíbrio dinâmico da floresta. O estoque de sementes enterradas é composto parcialmente por sementes produzidas na área e, partes, por sementes trazidas de outro lugar (ARAÚJO et. al., 2004).

As primeiras espécies que emergem do banco podem evitar ou diminuir a erosão e a perda de nutrientes do solo, além de transformar o ambiente dando condições para facilitar o processo germinativo e estabelecimento de outras espécies (COSTA et al., 2013). Em áreas degradadas, que tiverem o banco de sementes totalmente retirado, o processo de restauração

torna-se mais difícil (VIEIRA; REIS, 2003). Sabe-se também que uma avaliação conjunta de diferentes aspectos relacionados à capacidade regenerativa de espécies, considerando-se informações acerca de suas características ecológicas, pode facilitar o entendimento de estratégias utilizadas pelas plantas quanto à sua capacidade competitiva e dinâmica populacional das florestas (RODRIGUES et al., 2010).

É importante conhecer a dinâmica espacial e sazonal e conhecer o banco de sementes por envolver processos adaptativos das espécies em respostas aos fatores ambientais e pela influência que estas alterações podem ter no direcionamento de regeneração em diferentes épocas do ano (LEAL FILHO et al., 2013).

O banco de sementes é um dos fatores mais importantes no processo de recolonização de uma área em reflorestamento, dando início ao processo de sucessão, sendo, portanto, um recurso significativo para a entrada de novos indivíduos e espécies para a reestruturação da vegetação após um distúrbio (GROMBONE-GUARATINI e RODRIGUES, 2002).

## **2.5 Banco de Plântulas**

A regeneração propriamente dita é representada pelo banco de plântulas, ou seja, a vegetação em desenvolvimento no sub-bosque da floresta (ARAÚJO et al., 2004). O banco de plântulas se forma por intermédio das sementes recém dispersas ou persistentes no banco de sementes do solo (BAZZAZ, 1991). Turchetto (2013) revela em estudos sobre a regeneração natural, que o banco de plântulas representa o conjunto de indivíduos em desenvolvimento no sub-bosque da floresta e que já podem ter passado pelo estágio de reserva. O critério de inclusão no banco de plântulas é variável, e pode incluir indivíduos recém germinados ou mudas estabelecidas com altura mínima de 10 cm, que se encontram no piso da floresta. Esta constitui uma fase crítica, devido aos inúmeros fatores que influenciam na sobrevivência dos indivíduos e, conseqüentemente, na permanência da espécie no ambiente.

É essencialmente no estágio de plântula que um indivíduo expressa sua capacidade de adaptação. É onde se apresenta o comportamento da espécie, podendo se adaptar normalmente ou manifestar sua sensibilidade através de altas taxas de mortalidade em condições ambientais desfavoráveis (ROUSTEAU, 1986).

Um dos mecanismos mais importantes que controlam a regeneração florestal é a limitação no recrutamento nas fases iniciais do ciclo de vida das plantas. Essa limitação no recrutamento de plântulas pode ser devido a um pequeno número de sementes produzidas e/ou

dispersas, ou mesmo a processos pós-dispersão afetando o sucesso de estabelecimento de plântulas (ALVES e METZGER, 2006). As espécies secundárias tardias e clímax inicialmente irão compor o banco de plântulas da floresta, elas germinam e ficam como mudas, compondo o sub bosque da floresta até surgir espaço para o desenvolvimento (ALMEIDA, 2016).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Caracterização da área de estudo

O município de Laranjeiras está situado a 18km da capital do Estado de Sergipe, Aracaju, entre as coordenadas 10°48'22" de latitude Sul e 37°10'18" de longitude Oeste. Sua área está sobre rochas do Grupo Sergipe, representado pelas formações Cotinguiba e Riachuelo, estando o seu relevo dissecado com colinas flúvio-marinhas com predominância de clima megatérmico seco e sub-úmido, com precipitação média anual de 1.279mm e temperatura média anual de 25,2°C (BARRETO et al., 2005).

O Plantio foi realizado na Empresa Votorantim Cimentos S.A., (Cimento Sergipe – S.A), situada no município de Laranjeiras – SE, na Fazenda Brandão, no ano de 2005, numa área de 46ha (Figura 1).



**FIGURA 1:** Área de estudo vista por elevação, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Para a implantação do projeto, foram selecionadas espécies de ocorrência regional com base em informações sobre vegetação em remanescentes próximos à área. O plantio realizado em espaçamento 3x3m, empregando-se o modelo de sucessão ecológica, em esquema de quincôncio, alternando-se espécies de crescimento rápido com espécies de crescimento lento. Deste modo, foram plantadas 1.111 mudas/ha. Inicialmente, fez-se o isolamento da área com a construção de cercas, com estacas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) e arame farpado, impedindo novas ações antrópicas e também a presença de animais, de modo a assegurar o estabelecimento das espécies plantadas. Anteriormente à implantação do projeto, a área era ocupada pelo cultivo de cana-de-açúcar.

Foram plantadas 33 espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos (Tabela 1), provenientes de remanescentes de Mata Atlântica do Estado de Sergipe.

**TABELA 1.** Relação das espécies arbóreas utilizadas no Projeto de restauração das áreas de proteção ambiental da área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. Fonte: Adaptado de Ferreira (2011). Relatório Técnico Final.

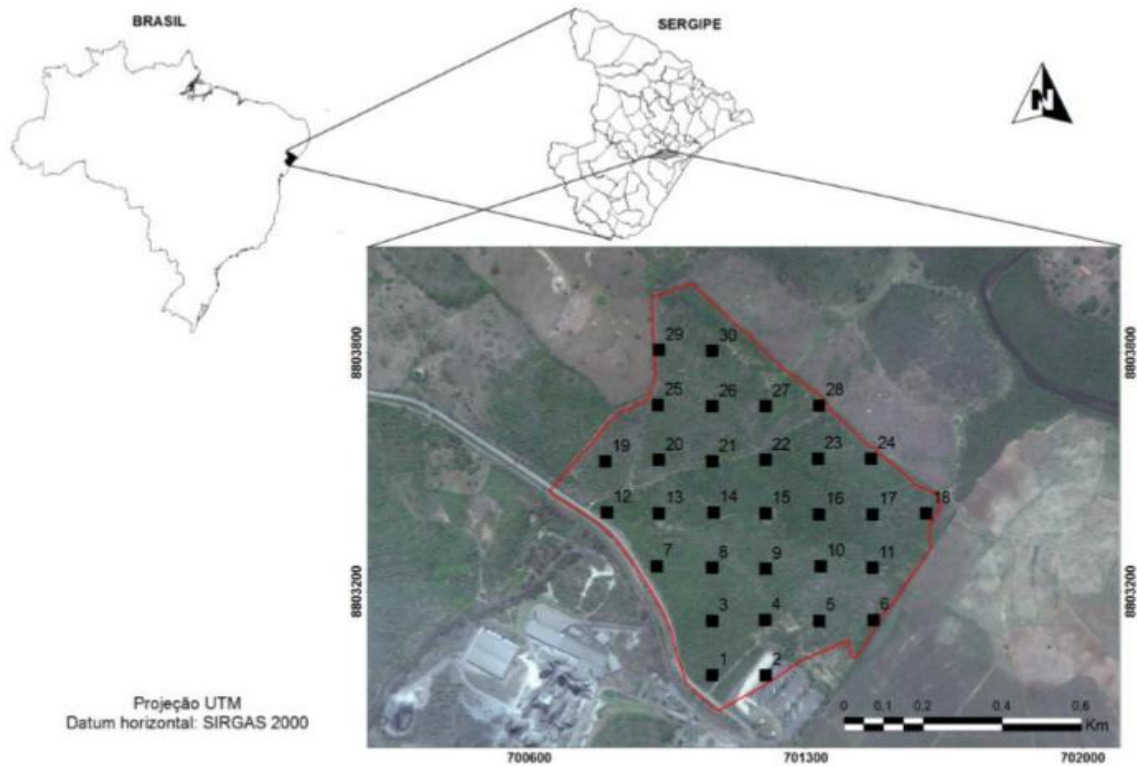
<b>Família/Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Grupo ecológico</b>
<b>Anacardiaceae</b>		
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Aroeira	P
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá	CL
<i>Tapirira guianenses</i> Aubl.	Pau-pombo	P
<b>Annonaceae</b>		
<i>Annona cacans</i> Warm.	Araticum	CS
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Pindaíba	CS
<b>Apocynaceae</b>		
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	Pau-de-leite	P
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	CL
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-amarelo	CL
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Craibeira	CL
<b>Burseraceae</b>		
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amescla	CS
<b>Fabaceae</b>		
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	CL
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira	CL
<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	Pau-Brasil	CS
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Canafístula	CL
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamboril	CL
<i>Erytrina velutina</i> Willd.	Mulungu	CL
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Gliricídia	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	CS
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingazinho	CL
<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá	CL
<i>Libidibia férrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Benth.) .P. Queiroz	Pau-Ferro	CL
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Falso Ingá	CL
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Mau-vizinho	CL
<b>Lamiaceae</b>		
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Maria-Preta	CL
<b>Lecythidaceae</b>		
<i>Echweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Biriba	CL
<b>Malvaceae</b>		

<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.	Barriguda	CL
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	P
<b>Meliaceae</b>		
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	CL
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels*	Jamelão	-
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Genipa americana</i> L.	Genipapo	CL
<b>Salicaceae</b>		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga	CS
<b>Sapindaceae</b>		
<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	Camboatá	CL
<b>Urticaceae</b>		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	P

Notas: \*Espécie plantada em virtude de contaminação biológica. \*\* Espécies que tiveram mudanças nomeclaturais. CS: Classe sucessional; P – pioneira; Si – Secundária inicial; St: secundária tardia.

### 3.2 Instalação das parcelas amostrais

Para o levantamento dos dados da regeneração natural, foram utilizadas 30 parcelas fixas de 600 m<sup>2</sup> (20 m x 30 m) já instaladas na área do povoamento, as quais foram distribuídas sistematicamente, distantes 127m entre si, totalizando uma área amostral de 1,8ha (Figura 2). Durante a execução do projeto foram localizadas e identificadas as parcelas amostrais para a instalação dos coletores nos meses de Agosto e Setembro de 2016.



**FIGURA 2:** Localização e distribuição das parcelas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe, Sergipe. FONTE: ANDRADE, (2015).

### 3.3 Análises da chuva de sementes

Com o propósito de quantificar e qualificar a chuva de sementes, foram instalados no centro de cada parcela fixa coletores de madeira de 1m x 1m, com revestimento de malha fina de nylon (1 mm) com 10 cm de profundidade, estando a 50 cm acima do solo (Figura 3) conforme utilizado por Andrade (2015).



**FIGURA 3:** Modelo de coletores de chuva de sementes (1 m<sup>2</sup>) instalados a 50 cm acima do solo, com malha fina de nylon, em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE.

As avaliações nos coletores foram realizadas nos meses de Dezembro, Fevereiro, Abril e Junho. Todo o material depositado sobre os coletores foi acondicionado em sacos plásticos etiquetados para triagem, identificação e quantificação. As análises foram realizadas no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Sergipe.

Os diásporos encontrados na chuva de sementes foram separados dos resíduos (folhas, flores, galhos e insetos), utilizando-se pinças e lupa estereomicroscópica. As sementes foram contabilizadas e classificadas quanto às síndromes de dispersão, separadas de acordo com a parcela e a época da coleta.

A identificação das sementes foi realizada com auxílio de literatura especializada (LORENZI, 2002, 2008) e por meio de comparação com as sementes das espécies que foram plantadas inicialmente. As espécies foram classificadas em nível de família, gênero e espécie, de acordo com o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016). Quanto às síndromes de dispersão, as espécies foram classificadas em: zoocóricas (dispersão por animais), anemocóricas (dispersão pelo vento) e autocóricas (dispersão por explosão ou gravidade), conforme metodologia proposta por Van Der Pijl (1982).

### 3.4 Banco de sementes

Para a caracterização do banco de sementes foram coletadas amostras na estação chuvosa (agosto) e na estação seca (Janeiro e Fevereiro). As coletas foram realizadas por meio da instalação de uma sub-parcela (1m x 1m) (Figura 4), dentro de cada parcela de 20 x 30m.



**FIGURA 4:** Sub-parcela amostral (1m x 1m) instalada no centro de cada parcela para coleta do banco de sementes e de plântulas, em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE.

No centro das sub-parcelas foram coletadas amostras do banco de sementes com auxílio de um gabarito metálico (25 cm x 25 cm) (Figura 5). O gabarito foi introduzido no solo até uma profundidade de 5 cm, conforme Andrade (2015).



**FIGURA 5:** Coleta de amostras do banco de sementes com auxílio do gabarito (25cm x 25cm) em área de reflorestamento misto na Fazenda Brandão, da Empresa Votorantim Cimentos S/A, no município de Laranjeiras- SE.

As amostras do banco de sementes do solo foram acondicionadas em sacos plásticos com etiquetas informando a sub-parcela correspondente e, em seguida, foram transportadas para o Laboratório de Sementes e Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais. Com auxílio de água corrente e peneiras de diferentes malhas (2,00, 1,00 e 0,50 mm) (Figura 6), as sementes foram separadas na triagem para posterior contagem e identificação.



**FIGURA 6:** Peneiras empregadas para a separação das sementes presentes no solo, em diferentes malhas (2,00, 1,00 e 0,50 mm), respectivamente.

### 3.5 Avaliação do banco de plântulas

Para a avaliação do banco de plântulas também foram realizadas coletas nas duas estações propostas para avaliação do banco de sementes: seca (Janeiro/Fevereiro) e chuvosa (agosto). As amostras foram coletadas em sub-parcelas de forma sistemática no centro de cada parcela, com o auxílio de um gabarito de 1m x 1m (Figura 7).

Em cada sub-parcela foram mensuradas a altura e o diâmetro à altura do solo (DAS) dos indivíduos arbustivo-arbóreos regenerantes que apresentaram circunferência à altura do solo (CAS) igual ou inferior a 15 cm, com o auxílio da fita métrica e paquímetro digital, conforme utilizado por Deda (2017).



**FIGURA 7:** Mensuração do diâmetro e altura das plântulas dentro das sub-parcelas amostrais de cada parcela, situadas na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

### 3.6 Análise dos dados

Os dados obtidos foram organizados e tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel 2013. Com base nas informações obtidas foram calculados os valores de frequência (absoluta e relativa), densidade (absoluta e relativa), dominância (absoluta e relativa) e valor de importância, conforme Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974).

Para análise da diversidade florística foi utilizado o índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e o índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (PIELOU, 1975; MAGURRAN, 1988)

O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) é o índice que leva em consideração a riqueza de espécies e a uniformidade em sua distribuição:

$$H' = - \sum (P_i \ln(P_i))$$

$H'$  = Índice de Diversidade

$P_i$  =  $N_i / N$

$N_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ .

$N$  = número total de indivíduos.

O Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) foi obtido pela proporção entre a diversidade obtida e a diversidade máxima possível, considerando-se a riqueza existente:

$$J' = H' / \log S$$

$E = H' / \log S$

$H'$  - é o índice de diversidade de Shannon-Weaver

$S$  = Número total de espécies amostradas

Os indivíduos coletados foram identificados, quando possível, em níveis de família, gênero e de espécie. A identificação foi realizada por meio das chaves de identificação de espécies botânicas e por comparação no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (UFS), utilizando-se o sistema de classificação APG IV (2016).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Chuva de Sementes

Na chuva de sementes foram registradas 10.070 sementes, pertencentes a 37 espécies. Foram identificadas 28 a nível de espécie, três a nível de família, duas a nível de gênero e quatro delas não foram determinadas (Tabela 2). A densidade média encontrada na chuva de sementes foi de 347,24 sementes/m<sup>2</sup>. As espécies que mais contribuíram para a chuva de sementes foram *Schinus terebinthifolia* Raddi e *Ruellia blechum* L. (Figura 8), com 4.475 sementes e densidade 154,31 sem/m<sup>2</sup> e 3.608 sementes e densidade de 124,41 sem/m<sup>2</sup>, respectivamente. Juntas, as duas espécies representaram 80,27% do total encontrado na chuva de sementes e estiveram presentes em todos os meses de avaliação.

**TABELA 2.** Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas na chuva de sementes em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Família /Espécie	Hab	Gêneros	SD	Nº Sementes/bimestre					
				Dez	Fev	Mar	Jun	Total	
<b>Acanthaceae</b>									
<i>Ruellia blechum</i> L.	Her	-	An e	280 3	726	76	3	3608	
Indet. sp.1	-	-	An e	17	-	2	-	19	
<b>Anacardiaceae</b>									
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	Arv	P	Zo o	761	859	241	2614	4475	
<b>Asteraceae</b>									
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M. King & H. Rob.	Arb	-	An e	-	5	-	-	5	
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	Her	-	An e	26	8	-	-	34	
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Her	-	An e	-	-	-	5	5	
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	Her	-	An e	-	-	-	3	3	
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	Sub	-	Zo o	-	-	-	6	6	
<i>Tridax procumbens</i> L.	Her	-	An e	1	1	1	-	3	
<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Rob.	Arb	-	An e	39	22	-	-	61	

<b>Fabaceae</b>									
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan*	Arv	Si	Aut	18	28	13	14	239	
<i>Centrosema</i> sp.	-	-	-	9	-	-	-	9	
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Sub	-	Aut	-	1	-	-	1	
<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thell.	Sub	-	Aut	3	-	-	-	3	
<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Sub	-	Zo	14	11	3	9	37	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong*	Arv	Si	Zo	-	3	-	-	3	
<i>Mimosa pudica</i> L.	Sub	-	Aut	-	-	-	1	1	
Indet. sp.1	-	-	-	1	-	-	-	1	
<b>Lamiaceae</b>									
<i>Vitex polygama</i> Cham.*	Arv	Si	Zo	-	3	2	-	5	
<b>Malvaceae</b>									
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	Arv	P	Aut	93	259	88	-	440	
<b>Myrtaceae</b>									
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Arv		Zo	-	-	94	3	97	
Indet sp.1	-	-	-	-	-	11	60	71	
<b>Passifloraceae</b>									
<i>Passiflora foetida</i> L.	Lia	-	Zo	1	-	-	-	1	
<i>Passiflora mansoi</i> (Mart.) Mast.	Lia	-	Zo	-	-	-	1	1	
<b>Piperaceae</b>									
<i>Piper amalago</i> L.	Arb		Zo	-	3	-	257	260	
<b>Poaceae</b>									
<i>Ichnanthus</i> sp.	Her	-	An	4	-	-	-	4	
<i>Paspalum millegrana</i> Schrad. ex Schult.	Her	-	An	-	-	-	21	21	
<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin	Her	-	An	-	-	-	11	11	
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Arb	Si	Zo	3	-	-	-	3	
<b>Solanaceae</b>									
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Arb	P	Zo	9	-	-	87	96	
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Arb	P	Zo	-	-	4	18	22	
<b>Urticaceae</b>									
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul*	Arv	P	Zo	-	-	95	142	237	

<b>Verbenaceae</b>									
<i>Lantana camara</i> L.	Arb	Nc	Zo	15	37	177	30	259	
			o						
<b>Indeterminadas</b>									
Indet sp.1	-	-	-	3	-	-	-	3	
Indet sp.2	-	-	-	-	-	12	-	12	
Indet sp.3	-	-	-	-	-	2	-	2	
Indet sp.4	-	-	-	-	-	-	12	12	
<b>Total</b>				398	196	821	329	1007	
				6	6		7	0	

\*Espécies utilizadas no projeto de restauração da área de estudo. GE: grupo ecológico; SD: síndrome de dispersão; Hab: hábito Her: herbácea; Sub: subarbusto; Arb: arbusto; Arv: árvore; P: Pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Nc: não classificada; Ane: Anemocórica; Aut: Autocórica; Zoo: Zoocórica.



**FIGURA 8:** Espécies mais encontradas na chuva de sementes, em área de Mata Atlântica, implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe. **A.** *Schinus terebinthifolia* Raddi; **B.** *Ruellia blechum* L.; **C.** *Guazuma ulmifolia* Lam.

Outras espécies também se destacaram pela quantidade de sementes encontradas nos coletores ao longo dos oito meses de avaliação. Dentre elas, as espécies plantadas *Guazuma ulmifolia* Lam. (440), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (239) e *Cecropia polystachya* Trécul (237), assim como espécies que vieram de fora da região por meio da dispersão, como *Lantana camara* L. (259) e *Piper amalago* L. (260). As demais espécies registradas apresentaram quantidade inferior a 100 sementes.

O resultado encontrado nesse estudo foi superior ao de Andrade (2018), que registrou um total de 7.788 sementes pertencentes a 12 espécies, na mesma área de estudo. Essa menor quantidade pode estar associada ao período de avaliação, que foi de cinco meses realizando

coletas mensais, enquanto nesse estudo as coletas abrangeram oito meses e eram feitas bimestralmente.

Dentre as famílias com maior riqueza destacaram-se: Fabaceae, com oito espécies e Asteraceae (sete espécies), seguidas de Poaceae, Solanaceae, Acanthaceae, Myrtaceae e Passifloraceae com (duas espécies). As demais famílias contribuíram com apenas uma espécie.

O hábito mais encontrado dentre as espécies identificadas na chuva de sementes, foi o herbáceo com 28,57% (oito espécies), seguido por arbustivo e arbóreo com 25% cada (sete espécies), subarbustivo com 14,29% (cinco espécies) e lianas com 7,14% (duas espécies). Foram registradas 7 espécies arbóreas, as quais, são de estádios iniciais de sucessão secundária (pioneiras e secundárias iniciais) e todas foram espécies utilizadas no plantio.

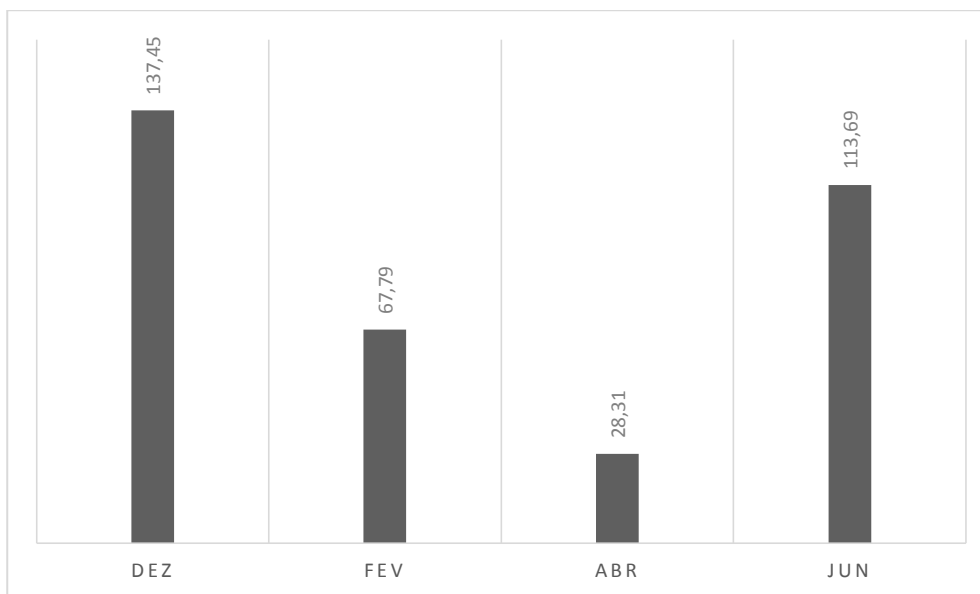
Quando avaliadas quanto às síndromes de dispersão das espécies, observou-se que 46,67% são zoocóricas, seguidas das anemocóricas com 36,67% e as autocóricas com 16,67%. A predominância da síndrome de dispersão zoocórica também foi registrada por Pivello et al. (2006) com 73,7% das espécies com esse mecanismo de dispersão, em três fragmentos de Mata Atlântica em Caucaia do Alto no estado de São Paulo correspondentes a cerca de 50 anos de regeneração após perturbações antropogênicas. Em geral, considera-se que florestas tropicais mais maduras tendem a ter um alto índice de espécies zoocóricas, contendo mais de 60% de espécies com essa síndrome (HOWE e SMALLWOOD, 1982; MORELLATO e LEITÃO FILHO, 1992; TABARELLI et al. 1999; WEBB e PEART 2001).

Em relação ao número de espécies, a avaliação realizada no mês de junho apresentou a maior riqueza (dezenove espécies), seguida por dezembro, com 18 espécies e de fevereiro e abril, com 14 e 15 espécies, respectivamente.

A maior quantidade de sementes foi registrada no mês de dezembro com 3.986 sementes e densidade de 137,45 sem/m<sup>2</sup>, época que marca o início do período seco. As avaliações realizadas nos demais bimestres tiveram uma quantidade inferior de sementes nos coletores, quando comparadas com o mês de dezembro (Figura 10). Este número se deu principalmente, devido à grande quantidade de sementes da espécie *Ruellia blechum* L., que representou 70,32% do total de sementes encontradas nesse período. Além dessa espécie, *S. terebinthifolia* Raddi e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, também estiveram representadas de forma significativa nesse período, com 19,09 sem/m<sup>2</sup> e 4,62% sem/m<sup>2</sup>, respectivamente.

Nas avaliações realizadas em fevereiro e abril, observou-se um decréscimo, registrando-se 67,79 sem/m<sup>2</sup> e 28,31 sem/m<sup>2</sup>, respectivamente. Somente no mês de junho

houve um aumento considerável na quantidade de sementes coletadas com 113,69 sem/m<sup>2</sup>, sendo este o período em que se inicia a estação chuvosa no estado.



**FIGURA 9:** Densidade de sementes por m<sup>2</sup> em cada bimestre na amostragem da chuva de sementes em uma área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Dentre as espécies mais frequentes destacaram-se as arbóreas *S. terebinthifolia* Raddi e *A. colubrina* (Vell.) Brenan, bem como as herbáceas *R. blechum* L. e *D. incanum* (Sw.) DC. presentes em todas as avaliações, com frequência relativa de 6,06% cada.

O índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) foi igual a 1,53 nats.ind<sup>-1</sup> e Equabilidade de Pielou ( $J$ ) correspondeu a 0,17. Se comparado ao trabalho de Rodrigues e Aoki (2014), onde foram encontrados índices de diversidade e equabilidade:  $H' = 0,5818$  e  $J' = 0,3479$ , em um estudo de chuva de sementes em fragmentos florestais de Floresta Estacional Semidecidual na região de Sorocaba, foi observado que a riqueza de espécies representada pelo índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) é muito dependente do tamanho amostral. Ou seja, quanto maior a amostra, maior o número de espécies que poderão ser amostradas. Assim, a riqueza de espécies diz pouco a respeito da organização da comunidade e tende a aumentar em função da área. Pode-se observar também que o índice de Equabilidade de Pielou, o qual representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes, foi menor quando comparado ao trabalho de Rodrigues e Aoki (2014) realizado em Floresta Estacional Semidecidual na região de Sorocaba, o que ocorreu devido a 80,27% das sementes encontradas na chuva pertencerem a duas espécies, *Ruellia blechum* L. e *Schinus terebinthifolia* Raddi.

## 4.2 Banco de Sementes

Nas avaliações do banco de sementes, realizadas para as duas estações foram registradas após a triagem 12.323 sementes (chuvosa = 4.798 sementes e seca = 7.525 sementes), pertencentes a 19 famílias botânicas e 53 espécies, das quais 35 foram identificadas em nível de espécie, 4 em nível de gênero, 2 apenas em nível de família e 12 não foram determinadas (Tabela 3). Quando comparada a densidade média em cada estação do ano avaliada, observou-se que durante a estação seca, houve uma densidade superior à chuvosa. A densidade média obtida foi 2.558,94 sementes/m<sup>2</sup>.

**TABELA 3:** Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de sementes e número de sementes coletado por espécie em cada estação em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Família/Espécie	Hab	GE	Número de indivíduos	
			Chuvosa	Seca
<b>Acanthaceae</b>				
<i>Ruellia blechum</i> L.	Sub	-	48	89
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	Arv	P	412	1.540
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.*	Arv	P	1	-
<b>Asteraceae</b>				
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Sub	-	4	-
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Sub	-	212	306
<i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera (L.f.) Pruski	Her	-	2.402	3.616
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	Her	-	118	62
<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Rob.	Her	-	-	28
Indet. sp.1	Her	-	169	263
<b>Convolvulaceae</b>				
<i>Ipomoea</i> sp.	Lia	-	-	4
<b>Cucurbitaceae</b>				
<i>Cayaponia tayuya</i> (Vell.) Cogn.	Lia	-	3	-
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Cyperus</i> sp.	Her	-	10	2
<i>Fimbristylis</i> sp.	Her	-	19	2
<i>Scleria mitis</i> P.J. Bergius	Her	-	9	24
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Acalypha poiretii</i> Spreng.	Her	-	650	415
<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	Her	-	21	34

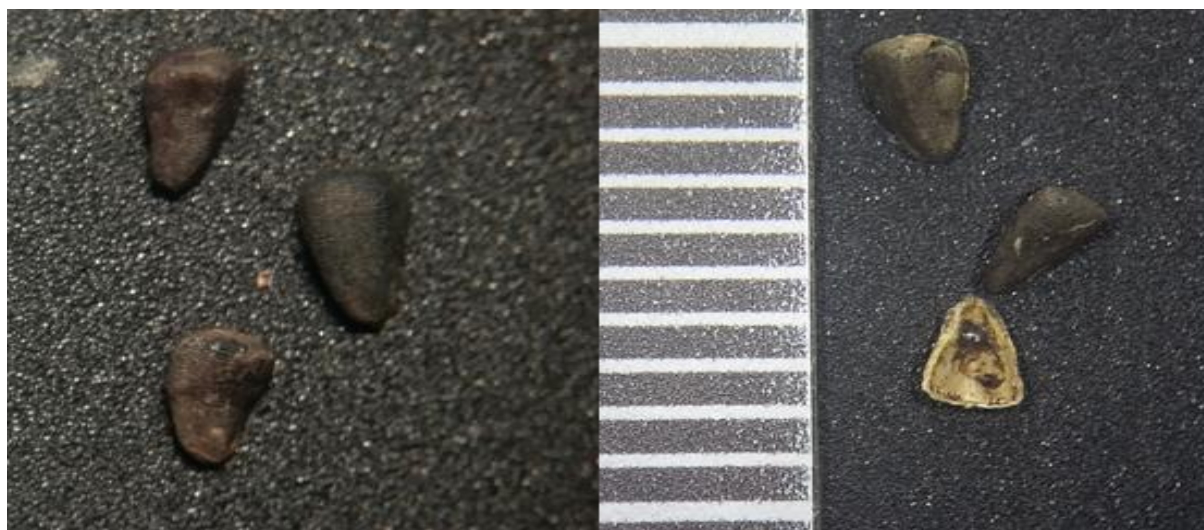
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	Her	-	15	38
<i>Ricinus communis</i> L.	Arb	-	-	1
<b>Fabaceae</b>				
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan*	Arv	Si	2	18
<i>Centrosema sagittatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Brandegee	Lia	-	7	13
<i>Centrosema</i> sp.	Lia	-	2	5
<i>Crotalaria retusa</i> L.	Sub	-	1	-
<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thell.	Sub	-	57	19
<i>Desmodium incanum</i> DC.	Sub	-	8	17
<i>Mimosa pudica</i> L.	Sub	-	12	96
<b>Loganiaceae</b>				
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Her	-	15	83
<b>Malvaceae</b>				
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	Arv	P	-	72
<b>Oxalidaceae</b>				
<i>Oxalis cratensis</i> Oliv. ex Hook.	Her	-	13	19
<b>Passifloraceae</b>				
<i>Passiflora edulis</i> L.	Lia	-	-	3
<i>Passiflora foetida</i> L.	Lia	-	4	13
<i>Passiflora mansoi</i> (Mart.) Mast.	Lia	-	92	8
<b>Phyllanthaceae</b>				
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Her	-	8	18
<b>Piperaceae</b>				
<i>Piper amalago</i> L.	Arb	P	6	-
<b>Poaceae</b>				
<i>Ichnanthus</i> sp.	Her	-	6	11
<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin	Her	-	72	194
<b>Sapindaceae</b>				
<i>Paullinia elegans</i> Cambess.	Lia	-	-	2
<b>Solanaceae</b>				
<i>Physalis pubescens</i> L.	Herb	-	7	13
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Arb	P	-	3
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Arb	P	36	48
<b>Turneraceae</b>				
<i>Turnera subulata</i> Sm.	Arb	-	5	3
<b>Urticaceae</b>				
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul*	Arv	P	27	26
<b>Verbenaceae</b>				
<i>Lantana camara</i> L.	Arb	Nc	1	24
<i>Priva bahiensis</i> A. DC.	Her	-	72	81
<b>Indeterminada</b>				
Indet. sp.1	-	-	146	108

Indet. sp.2	-	-	24	8
Indet. sp.3	-	-	9	56
Indet. sp.4	-	-	14	23
Indet. sp.5	-	-	33	45
Indet. sp.6	-	-	26	-
Indet. sp.7	-	-	-	48
Indet. sp.8	-	-	-	11
Indet. sp.9	-	-	-	6
Indet. sp.10	-	-	-	7
<b>Total de sementes</b>			<b>4.798</b>	<b>7.525</b>

\*Espécies utilizadas no projeto de restauração da área de estudo. Hab: hábito. GE: grupo ecológico; Her: herbácea; Sub: subarbusto; Arb: arbusto; Arv: árvore; P: Pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Nc: não classificada; Ane: Anemocórica; Aut: Autocórica; Zoo: Zoocórica.

Dentre as famílias que tiveram maior representatividade no banco de sementes destacaram-se, Fabaceae (sete espécies), Asteraceae (seis espécies) e Euphorbiaceae (quatro espécies), que foram as que apresentaram maior riqueza de espécies. Passifloraceae, Cyperaceae e Solanaceae apresentaram 3 espécies cada. As famílias Anacardiaceae, Poaceae e Verbenaceae foram representadas por duas espécies cada e para as demais famílias registrou-se apenas uma espécie.

Destacaram-se quanto à abundância, em nível de família botânica: Asteraceae, Anacardiaceae e Euphorbiaceae, totalizando 83,64% do total de sementes encontradas. A família Asteraceae compõe 58,27% do total de sementes encontradas no banco de sementes, com predomínio da espécie *Melanthera latifolia* (Gardner) Cabrera (L.f.) Pruski (Figura 11), que representou 48,84% do total encontrado (Tabela 4). A alta representatividade da família Asteraceae no banco de sementes também foi registrada por Martins et al. (2008) em área de restauração anteriormente degradada pela mineração de caulim em Brás Pires, Minas Gerais.



**FIGURA 10:** Espécie com maior representatividade no banco de sementes *Melanthera latifolia* (Gardner) Cabrera (L.f.) Pruski. Presente em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

**TABELA 4:** Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de sementes em área de Mata Atlântica implantada por meio de reflorestamento misto, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Família/Espécie	NI	DA	DR	FA	FR
<b>Acanthaceae</b>					
<i>Ruellia sp.</i>	137	36,53	1,11%	61,67	5,80%
<b>Anacardiaceae</b>					
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	1.952	520,53	15,84%	81,67	7,68%
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.*	1	0,27	0,01%	1,67	0,16%
<b>Asteraceae</b>					
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	4	1,07	0,03%	1,67	0,16%
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	518	138,13	4,20%	43,33	4,08%
<i>Melanthera latifolia</i> (Gardner) Cabrera (L.f.) Pruski	6.018	1.604,80	48,84%	96,67	9,09%
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	180	48,00	1,46%	40,00	3,76%
Indet. sp.1	432	115,20	3,51%	30,00	2,82%
<i>Vernonanthura brasiliana</i> (L.) H. Rob.	28	7,47	0,23%	5,00	0,47%
<b>Convolvulaceae</b>					
<i>Ipomoea sp.</i>	4	1,07	0,03%	6,67	0,63%
<b>Cucurbitaceae</b>					
<i>Cayaponia tayuya</i> (Vell.) Cogn.	3	0,80	0,02%	5,00	0,47%
<b>Cyperaceae</b>					
<i>Cyperus sp.</i>	12	3,20	0,10%	1,67	0,16%
<i>Fimbristylis sp.</i>	21	5,60	0,17%	5,00	0,47%
<i>Scleria mitis</i> P.J. Bergius	33	8,80	0,27%	3,33	0,31%
<b>Euphorbiaceae</b>					

<i>Acalypha poiretii</i> Spreng.	1.065	284,00	8,64%	90,00	8,46%
<i>Astraea lobata</i> (L.) Klotzsch	55	14,67	0,45%	41,67	3,92%
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	53	14,13	0,43%	25,00	2,35%
<i>Ricinus communis</i> L.	1	0,27	0,01%	1,67	0,16%
<b>Fabaceae</b>					
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan*	20	5,33	0,16%	3,33	0,31%
<i>Centrosema sagittatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Brandegee	20	5,33	0,16%	11,67	1,10%
<i>Centrosema</i> sp.	7	1,87	0,06%	8,33	0,78%
<i>Crotalaria retusa</i> L.	1	0,27	0,01%	1,67	0,16%
<i>Desmanthus pernambucanus</i> (L.) Thell.	76	20,27	0,62%	23,33	2,19%
<i>Desmodium incanum</i> DC.	25	6,67	0,20%	16,67	1,57%
<i>Mimosa pudica</i> L.	108	28,80	0,88%	20,00	1,88%
<b>Loganiaceae</b>					
<i>Spigelia anthelmia</i> L.	98	26,13	0,80%	30,00	2,82%
<b>Malvaceae</b>					
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	72	19,20	0,58%	1,67	0,16%
<b>Oxalidaceae</b>					
<i>Oxalis cratensis</i> Oliv. ex Hook.	32	8,53	0,26%	16,67	1,57%
<b>Passifloraceae</b>					
<i>Passiflora edulis</i> L.	3	0,80	0,02%	3,33	0,31%
<i>Passiflora foetida</i> L.	17	4,53	0,14%	18,33	1,72%
<i>Passiflora mansoi</i> (Mart.) Mast.	100	26,67	0,81%	20,00	1,88%
<b>Phyllanthaceae</b>					
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	26	6,93	0,21%	15,00	1,41%
<b>Piperaceae</b>					
<i>Piper amalago</i> L.	6	1,60	0,05%	3,33	0,31%
<b>Poaceae</b>					
<i>Ichnanthus</i> sp.	17	4,53	0,14%	5,00	0,47%
<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin	266	70,93	2,16%	40,00	3,76%
<b>Sapindaceae</b>					
<i>Paullinia elegans</i> Cambess.	2	0,53	0,02%	1,67	0,16%
<b>Solanaceae</b>					
<i>Physalis pubescens</i> L.	20	5,33	0,16%	21,67	2,04%
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	3	0,80	0,02%	5,00	0,47%
<i>Solanum paniculatum</i> L.	84	22,40	0,68%	40,00	3,76%
<b>Turneraceae</b>					
<i>Turnera subulata</i> Sm.	8	2,13	0,06%	10,00	0,94%
<b>Urticaceae</b>					
<i>Cecropia polystachya</i> Trécul*	53	14,13	0,43%	25,00	2,35%
<b>Verbenaceae</b>					
<i>Lantana camara</i> L.	25	6,67	0,20%	8,33	0,78%
<i>Priva bahiensis</i> A. DC.	153	40,80	1,24%	21,67	2,04%

<b>Indeterminada</b>					
Indet. sp.1	254	67,73	2,06%	1,67	0,16%
Indet. sp.2	32	8,53	0,26%	1,67	0,16%
Indet. sp.3	65	17,33	0,53%	3,33	0,31%
Indet. sp.4	37	9,87	0,30%	46,67	4,39%
Indet. sp.5	78	20,80	0,63%	36,67	3,45%
Indet. sp.6	26	6,93	0,21%	15,00	1,41%
Indet. sp.7	48	12,80	0,39%	16,67	1,57%
Indet. sp.8	11	2,93	0,09%	23,33	2,19%
Indet. sp.9	6	1,60	0,05%	3,33	0,31%
Indet. sp.10	7	1,87	0,06%	1,67	0,16%
<b>TOTAL</b>	<b>12.323</b>	<b>3.286,13</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.063,33</b>	<b>100,00%</b>

\*Espécies utilizadas no projeto de restauração da área de estudo, NI: Número de indivíduos; DA: Densidade Absoluta; DR: Densidade Relativa; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa.

Considerando-se o hábito dos indivíduos determinados a nível de família, houve a predominância de espécies herbáceas representadas por cerca de 67,55% das espécies, seguida de 18,93% de espécies arbustivas e arbóreas, 6,18% representado por espécies subarbustivas e apenas 1,27% representado por lianas. Existe uma predisposição em áreas que se encontram em estágio inicial de sucessão, para a predominância de espécies herbáceas no banco de sementes. Porém, à medida que as espécies arbóreas se estabelecem nesses locais, tendem a proporcionar maior sombreamento na área ocasionando o desaparecimento das herbáceas heliófitas (MACHADO et al., 2013).

Apenas cinco espécies arbóreas foram registradas no banco de sementes, sendo elas *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Cecropia pachystachya* Trécul, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Schinus terebinthifolia* Raddi e *Tapirira guianensis* Aubl., todas elas espécies introduzidas no reflorestamento e com alto valor de importância para o reflorestamento da área. Dentre elas, destacaram-se em número de sementes as espécies: aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), sendo a espécie com esse hábito que apresentou maior número de sementes, totalizando 1.952 em ambas as estações, representando 15,84% do total, *Guazuma ulmifolia* Lam. com 0,58% e *Cecropia pachystachya* Trécul com 0,43%. Estas espécies apresentam baixa densidade se comparado com as espécies herbáceas, devido ao estágio sucessional em que a área de reflorestamento se encontra, na qual a maioria das espécies pertence aos grupos das pioneiras e secundárias iniciais.

Uma das desvantagens do método de contagem utilizado é que a inclusão das sementes inviáveis do banco de sementes pode acarretar a superestimação dos resultados visto

que, não se sabe o quanto do que foi contabilizado realmente iria germinar e desenvolver o banco de plântulas.

### 4.3 Banco de Plântulas

No levantamento das espécies arbustivo-arbóreas regenerantes nas sub-parcelas implantadas na área de estudo foram amostrados 169 indivíduos (56 na estação chuvosa e 113 na estação seca), pertencentes a 12 famílias botânicas e 24 espécies (Tabela 5). Dentre as famílias encontradas as que apresentaram maior riqueza de espécies foram: Fabaceae com 5 espécies, Rubiaceae (quatro espécies), Anacardiaceae e Myrtaceae (três espécies cada). Fernandes (2018) obteve 78 plântulas (38 na estação chuvosa e 40 na estação seca) distribuídas em 13 espécies de 7 famílias com destaque em riqueza para as famílias: Fabaceae (quatro espécies), Anacardiaceae (três espécies) e Myrtaceae (duas espécies) e as famílias Bignoniaceae e Rubiaceae apresentando apenas uma espécie cada, na mesma área de estudo. Isso representa um avanço no processo de regeneração natural da área através uma maior quantidade de indivíduos regenerantes e o aumento na diversidade de espécies.

**TABELA 5:** Relação das famílias, gêneros e espécies botânicas registradas no banco de plântulas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Família/Espécie	Hab	GE	N° plântulas/estação	
			Chuvosa	Seca
<b>Anacardiaceae</b>				
<i>Mangifera indica</i> L.	Arv	Nc	2	-
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	Arv	P	4	23
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.*	Arv	Si	1	-
<b>Combretaceae</b>				
<i>Terminalia catappa</i> L.	Arv	Nc	2	-
<b>Erythroxylaceae</b>				
<i>Erythroxylum affine</i> A.St.-Hil.	Arb		1	-
<b>Fabaceae</b>				
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	Arv	Si	4	-
<i>Inga vera</i> Willd.*	Arv	Si	11	11
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.*	Arv	Si	1	1
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld*	Arv	Si	1	1
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Arv	St	-	1
<b>Lamiaceae</b>				
<i>Vitex polygama</i> Cham.*	Arv	Si	1	-
<b>Myrtaceae</b>				

<i>Psidium guajava</i> L.	Arv	P	1	1
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Arv	P	-	1
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Arv	P	-	7
<b>Piperaceae</b>				
<i>Piper amalago</i> L.	Arb	P	1	2
<i>Piper divaricatum</i> G. Mey.	Arb	P		2
<b>Rhamnaceae</b>				
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Arv	St	1	5
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Arb	Si	1	-
<i>Chomelia intercedens</i> Müll. Arg.	Arb	Nc	1	-
<i>Genipa americana</i> L.*	Arv	Si	18	58
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Arb	Si	1	-
<b>Rutaceae</b>				
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Arv	Nc	1	-
<b>Sapotaceae</b>				
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	Arb	Si	2	-
<b>Solanaceae</b>				
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	Arb	P	1	
<b>Total de plântulas</b>			56	113

\*Espécies utilizadas no projeto de restauração da área de estudo. GE: grupo ecológico; SD: síndrome de dispersão; Hab: hábito; Arb: arbusto; Arv: árvore; P: Pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Nc: não classificada.

Quanto à abundância destacaram-se as famílias Rubiaceae com 79 indivíduos regenerantes (2,63 plântulas/m<sup>2</sup>), seguida por Fabaceae e Anacardiaceae com 31 e 30 indivíduos, respectivamente. Juntas, essas três famílias representam cerca de 78,7% do total de espécimes amostrados. Dentro dessas famílias, as espécies regenerantes mais representativas nas duas estações foram *Genipa americana* L. (Rubiaceae) com 76 indivíduos (18 na estação chuvosa e 58 na estação seca), sendo a espécie que apresentou maior dominância na amostragem, apresentando também maior densidade em ambas as estações analisadas (chuvosa 32,14% e seca 51,33%), seguida por *Schinus terebinthifolia* Raddi (Anacardiaceae) com 27 indivíduos e *Inga vera* L. (Fabaceae) com 22, totalizando cerca de 74% dos espécimes registrados nesse estudo. As demais espécies apresentaram menos de sete indivíduos em ambos os períodos de avaliação (Tabela 6).

**TABELA 6:** Relação dos gêneros, espécies e dados estatísticos do banco de plântulas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

Chuvosa								
	NI	DA	DR	FA	FR	DomA	DomR	IVI
<i>Genipa americana</i> L.*	18	7826,09	32,14	43,48	27,03	1,59	49,03	108,20
<i>Inga vera</i> Willd.*	11	4782,61	19,64	26,09	16,22	0,27	8,26	44,12
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	4	1739,13	7,14	4,35	2,70	0,22	6,75	16,59
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.*	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,37	11,38	15,86
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	4	1739,13	7,14	8,70	5,41	0,06	1,77	14,32
<i>Terminalia catappa</i> L.	2	869,57	3,57	8,70	5,41	0,09	2,86	11,84
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	2	869,57	3,57	8,70	5,41	0,04	1,34	10,31
<i>Mangifera indica</i> L.	2	869,57	3,57	4,35	2,70	0,08	2,32	8,59
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,13	3,96	8,45
<i>Chomelia intercedens</i> Müll. Arg.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,09	2,64	7,13
<i>Psychotria cartaghenensis</i> Jacq.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,09	2,62	7,11
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,08	2,46	6,95
<i>Erythroxylum affine</i> A.St.-Hil.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,06	1,82	6,30
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,03	0,96	5,44
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld*	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,02	0,54	5,03
<i>Vitex polygama</i> Cham.*	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,02	0,54	5,03
<i>Piper amalago</i> L.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,01	0,40	4,89
<i>Psidium guajava</i> L.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,01	0,18	4,67
<i>Zanthoxylum</i> sp.	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,01	0,17	4,66
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.*	1	434,78	1,79	4,35	2,70	0,00	0,02	4,51
<b>Total</b>	56	24347,83	100,00	160,87	100,00	3,24	100,00	300,00

Seca								
	NI	DA	DR	FA	FR	DomA	DomR	IVI
<i>Genipa americana</i> L.*	58	20000,00	51,33	65,52	38	3,18	54,73	144,1
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi*	23	7931,03	20,35	44,83	26	0,79	13,57	59,9
<i>Inga vera</i> Willd.*	11	3793,10	9,73	17,24	10	1,06	18,19	37,9
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	5	1724,14	4,42	10,34	6	0,45	7,70	18,1
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels*	7	2413,79	6,19	3,45	2	0,14	2,46	10,7
<i>Piper divaricatum</i> G. Mey.	2	689,66	1,77	6,90	4	0,11	1,81	7,6
<i>Piper amalago</i> L.	2	689,66	1,77	6,90	4	0,01	0,23	6,0
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1	344,83	0,88	3,45	2	0,03	0,49	3,4
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld*	1	344,83	0,88	3,45	2	0,02	0,41	3,3
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.*	1	344,83	0,88	3,45	2	0,01	0,20	3,1
<i>Psidium guajava</i> L.	1	344,83	0,88	3,45	2	0,01	0,13	3,0
<i>Psidium guineense</i> Sw.	1	344,83	0,88	3,45	2	0,00	0,07	3,0
<b>Total</b>	113	38965,52	100,00	172,41	100,00	5,81	100,00	300,00

\*Espécies utilizadas no projeto de restauração da área de estudo. NI= número de indivíduos; DA= densidade absoluta em hectare; DR= densidade relativa; FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa; DomA= dominância absoluta; DomR= dominância relativa; IVI= índice de valor de importância.

As espécies *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC., e *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld (Fabaceae) e *Vitex polygama* Cham. (Lamiaceae), também foram registradas no sub-bosque da área de estudo, o que indica que essas espécies já são fontes de sementes para a regeneração natural.

Dentre as espécies que não foram plantadas foi registrada a ocorrência de 17 espécies (70,83%), incluindo nativas e exóticas (naturalizadas e cultivadas). Isto representa uma forte influência dos mecanismos de dispersão, contribuindo para o incremento de novas espécies na área e gerando um significativo aumento em relação ao que inicialmente foi plantado. No levantamento da composição florística após 12 anos de plantio, observou-se a ocorrência de 146 espécies distribuídas em 130 gêneros e 50 famílias (DEDA, 2017). Apesar da maior riqueza, esse total de espécies representou apenas 22,49% do total de indivíduos amostrados.

A estação chuvosa apresentou uma maior riqueza em relação ao número de espécies, onde foram amostradas 20 diferentes espécies. Porém, foi observado um menor número de indivíduos regenerantes, apenas 56, com densidade média de 1,86 plântulas/m<sup>2</sup>. Isso provavelmente ocorre devido à grande quantidade de espécies invasoras como *Ruellia blechum* L., que tendem a competir em desenvolvimento com as espécies regenerantes. Tais espécies têm facilidade em se desenvolver nessa área devido ao dossel da floresta não estar totalmente fechado, possibilitando a passagem de luz e favorecendo o seu crescimento e também pela presença de equinos na área (FERNANDES, 2018). Enfatiza-se que isso pode ser observado também em áreas com clareiras (Figura 12). Todavia na amostragem realizada no período seco foram registradas apenas 12 espécies, porém 113 indivíduos foram amostrados, apresentando uma densidade de cerca de 3,77 plântulas/m<sup>2</sup>. Do total de espécies arbustivo-arbóreas do estrato regenerante, 8 foram registradas em ambas estações.



**FIGURA 11:** Áreas com clareiras favorecendo o desenvolvimento de espécies herbáceas na área de estudo, situada na Fazenda Brandão, de propriedade da Empresa Votorantim Cimentos S.A., localizada no município de Laranjeiras, Sergipe.

O Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) obtido na análise do banco de plântulas foi igual a 2,00 nats.ind-1 e o índice de Equabilidade de Pielou ( $J$ ) correspondeu a 0,63, observando um aumento significativo na riqueza de espécies com uma menor uniformidade na distribuição dos indivíduos, quando comparado com os valores obtidos na mesma área de estudo ( $H' = 0,8188$  nats.ind-1 e  $J' = 0,8188$ ) (FERNANDES, 2018). Os valores obtidos foram semelhantes aos encontrados em área em estágio inicial de sucessão ( $H' 1,91$  e  $J 0,45$ ), porém, apresentou uma menor diversidade quando comparado a uma floresta madura ( $H' 3,15$  e  $J' 0,79$ ) e com área restaurada por meio de plantio após 40 anos em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa em Minas Gerais ( $H'$  igual a 3,56 e  $J 0,768$ ) (MIRANDA-NETO et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2004).

## 5 CONCLUSÕES

Neste estudo, a maior parte das espécies amostradas, na chuva de sementes, banco de sementes e banco de plântulas pertence aos estádios iniciais de sucessão florestal (pioneiras e secundárias), visto que as espécies clímax ainda não estão produzindo sementes. As espécies nativas estão presentes em toda área, em alta densidade e já sombreando boa parte da superfície do solo, nos casos em que a regeneração está em estágio mais avançado.

Como as ações de restauração florestal foram realizadas em uma área que já passou por ocupação agrícola, a presença de espécies herbáceas é uma constante. Mesmo após o sombreamento da área em processo de restauração conferido pelas espécies nativas plantadas, tais espécies ainda persistem no local por meio do banco de sementes, voltando a se desenvolver logo que os fatores ambientais como a formação de pequenas clareiras ou a presença de equinos na área estimulem a germinação das sementes dormentes presentes no solo.

A aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi), espécie pioneira com fácil dispersão é a que apresenta melhor distribuição na área e está criando condições para que ocorra o processo de sucessão ecológica por meio do estabelecimento de espécies com níveis sucessionais tardios.

O processo de regeneração natural da área de estudo apresentou uma boa diversidade de espécies nas três formas de regeneração avaliadas e possibilitou conhecer e analisar o processo de reflorestamento no local de estudo. Dessa forma, o presente estudo possuiu grande importância para a compreensão da sucessão ecológica na área e, além disso, possibilitou entender a dinâmica e o processo de regeneração do ecossistema florestal estudado.

## 6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. 3. ed. rev. e ampl. – Ilhéus: Editus, 2016. 200p.
- ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Biota Neotropica**. v. 6, n. 2, p. 1-26, 2006.
- ANDRADE, G.K.O. **Avaliação da regeneração natural em área de reflorestamento, no município de Laranjeiras-SE**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015. 84p.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: **APG IV**. **Botanical Journal of the Linnean Society** 181: 1–20, 2016.
- ARAUJO, M. M. et. al. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em Floresta Estacional Decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 66, n. 1, p. 128-141, 2004.
- BARRETO, E. A. S. et al. **Levantamento espeleológico do Estado de Sergipe: Diagnóstico preliminar do município de Laranjeiras**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, vol. 28, 2005.
- BAZZAZ, F.A. **Regeneration of tropical forest: physiological responses of pioneer and secondary species**. In: GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. Rain forest regeneration and management, Paris: The UNESCO, 91-11, 1991.
- CAMPANILI, M; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: Uma rede pela floresta**. Rede de ONGs da Mata Atlântica – RMA, 2006, 332p.
- CAMPOS, E. P. et al. Chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 451-458, 2009.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta daninha**. vol.10, n.1-2, pp.05-16, 1992.
- CARVALHO, J. O. P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1982.
- CLARK K. Seed ecology of selected Amazon Basin successional species. **Botanical Gazette**. 1983, p. 419-425.
- CLARK, C.J.; POULSEN, J.R.; PARKER, V. T. The role of arboreal seed dispersal groups on the seed rain of a Lowland Tropical Forest 1. **Biotropica**. v. 33, n. 4, p. 606-620, 2001.
- COSTA, J. R.; FONTES, JRA; DE MORAIS, R. R. **Bancos de sementes do solo em áreas naturais e cultivos agrícolas**. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, AM, 2013. 35p.

CURY, R. T.; CARVALHO JR, C. J. **Manual para restauração florestal: florestas de transição**. Belém: IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011.

DÉDA, R. M. **Indicadores biológicos para avaliação do status de desenvolvimento em área de povoamento misto em Mata Atlântica após 12 anos de plantio**. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade)- Programa de pós Graduação em Agricultura e Biodiversidade. Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2017. 83p.

DEMINICIS, B. B. et al. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.35-58, 2009.

FERNANDES, M. M. et al. Regeneração natural em área de reflorestamento misto com espécies nativas no município de Laranjeiras, SE. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

FERREIRA, R.A. Restauração de Áreas de Compensação Ambiental da Cimento Sergipe S.A. (CIMESA). **RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**. 2011.

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

GALVÃO, A.P.M.; MEDEIROS, A.C. de S. **A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: Embrapa Florestas. 2002. 134 p.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutural da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GARCIA, C. C et al. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011.

GARWOOD, N.C. Tropical soil seed banks: a review. In: Leck MA, Parker VT, Simpson RL. Ecology of soil seed banks. **San Diego: Academic Press**; p. 149-209, 1989.

GROMBONE-GUARANTINI, M.T.; RODRIGUES, R. R. Seed bank and seed rain in a seasonal semi-deciduous Forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, p.759-774, 2002.

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228, 1982.

HYATT L.A.; CASPER B.B. Seed bank formation during early secondary succession in temperate deciduous forest. **Journal Ecology**. Oxford, 2000. p. 229-242.

KAPPELLE, M. et al. Successional age and forest structure in a Costa Rica upper montane Quercus forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 681-698, 1996.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 32, p. 165-389, 1980.

LEAL FILHO, N.; SENA, J. S.; SANTOS, G. R. **Variações espaço temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica**. Acta Amazonica. INPA. v. 43, n. 3, p. 305 – 314, 2013.

LEITÃO FILHO, H.F. A flora arbórea da Serra do Japi. p. 40- 63. In: L.P.C. Morellato (org.). **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas, Editora da Unicamp. 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 2002. 368p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640p.

MACHADO, V.M. et al. Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 303-312, 2013.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University press, p.179, 1988.

MARTINS, S.V. et al. Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do Estado do Espírito Santo. **Vitória: CEDAGRO**, 2014.

MARTINS, S.V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1081-1088. 2008.

METZGER, J.P., Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n.6. p.1141-1153, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em: 7 out. 2016.

MIRANDA-NETO, A. et al. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 32, n. 72, p. 409-420. 2012.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods for vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. Oxford, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

PAZ, H.; MAZER, S. J.; MARTÍNEZ-RAMOS, M. (1999). Seed mass, seedling emergence, and environmental factors in seven rain forest Psychotria (Rubiaceae). **Ecology**, 80(5), 1594-1606.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley & Sons. 1975. 165 p.

PIVELLO, V.R. et al. 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. 2006

RODRIGUES, M.C.F.; AOKI, J. Chuva de sementes como indicadora do Estádio de Conservação de Fragmentos Florestais em Sorocaba – SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n4, p. 911-923, 2014.

RODRIGUES, P.J.F.P. **Vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, R. R; ISERNHAGEM, I.; BRANCALION, P.H.S. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF/ESALQ. São Paulo: Instituto Bio Atlântica. 264p, 2009.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.2, n.1, p.4-15, 1996.

ROUSTEAU, A. Les plantules d'arbres forestiers de Guadeloupe: adaptations structurales et dimensionnelles. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle**, v. 132, p. 185-192, 1986.

Serviço Florestal Brasileiro – SFB. **Florestas do Brasil em resumo: dados de 2007 a 2012**. Brasília: SFB; 2013.

SILVA JÚNIOR, W.M. et al. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 169-179, 2004.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório anual 2017 da SOS Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/quem-somos/relatorios-e-balancos/>. Acesso em: 10 nov. 2018

SOUSA, T. R. **O efeito da fragmentação florestal sobre a composição do banco de sementes na Amazônia central**. Dissertação (Mestrado)- Programa De Pós-Graduação Em Ciências de Florestas Tropicais. Instituto Nacional De Pesquisas Da Amazônia, INPA. Manaus, Amazonas, 2015.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C.A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation**. V. 91, N. 2-3, p.119-127. 1999.

TURCHETTO, F. **Potencial do banco de plântulas como estratégia para restauração florestal no extremo sul do Bioma Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3°. ed. New York: Springer Verlag, 1982. 215 p.

VARJABEDIAN, R. Lei da Mata Atlântica: retrocesso ambiental. **Estudos avançados**. v.24, n.68, p.147-160, 2010.

VIEIRA, N. K.; REIS, A. **O papel do banco de sementes na restauração de degradadas**. In: Seminário Nacional, Anais. Foz do Iguaçu: ASN, 2003. 8p.

WEBB, C.O.; PEART, D.R. High seed dispersal rates in faunally intact tropical rain forest: theoretical and conservation implications. **Ecology Letters** 4: 491-499, 2001.