

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ATRIBUTOS DO SOLO EM
UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA REVEGETADA APÓS 30 ANOS**

LUAN DA SILVA FIGUEROA



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS

FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ATRIBUTOS DO SOLO EM UMA ÁREA DE
MATA ATLÂNTICA REVEGETADA APÓS 30 ANOS.

LUAN DA SILVA FIGUEROA

Sob Orientação do Pesquisador

Dr. Sérgio Miana de Faria

Dissertação submetida como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciências, no
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais e Florestais, Área de Concentração
Conservação da Natureza.

Seropédica, RJ

Setembro de 2022

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F475f FIGUEROA, Luan da Silva, 1994-
FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ATRIBUTOS DO SOLO EM
UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA REVEGETADA APÓS 30 ANOS /
Luan da Silva FIGUEROA. - São João de Meriti, 2022.
80 f.: il.

Orientador: Sergio Miana de Faria.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Ciências Ambientais e Florestais,
2022.

1. Restauração florestal. 2. Recuperação de áreas
degradadas. 3. Fertilidade do solo. I. Faria, Sergio
Miana de, 1960-, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Ciências Ambientais e
Florestais III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
E FLORESTAIS**

LUAN DA SILVA FIGUEROA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05/09/2022

Sergio Miana de Faria. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Marcelo da Costa Sousa. Dr. UFRRJ

Guilherme Montandon Chaer. Dr. Embrapa Agrobiologia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E
CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitido em 2023

TERMO Nº 71/2023 - PPGCAF (12.28.01.00.00.00.27)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 31/01/2023 17:11)

MARCELO DA COSTA SOUZA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIORJB (12.28.01.00.00.45)

Matrícula: ###551#9

(Assinado digitalmente em 01/02/2023 16:51)

GUILHERME MONTANDON CHAER

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.036-##

(Assinado digitalmente em 03/02/2023 10:23)

SERGIO MIANA DE FARIA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.127-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **71**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **31/01/2023** e o código de verificação: **051ef21b48**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Pedro Junior Figueroa e Sônia Regina Muniz da Silva (*in memoriam*) pelo dom da vida, aos ensinamentos e a formação de caráter que lhes são dignos.

Às minhas irmãs Luana Muniz Figueroa e Larissa Muniz Figueroa com quem tenho laços não só consanguíneos, mas de amizade verdadeira, além de grande admiração por toda a coragem e autenticidade que já demonstraram e demonstram no enfrentamento das barreiras da vida.

Ao meu orientador Sérgio Miana de Faria, por todos os ensinamentos, conselhos e ponderações que jamais esquecerei nesse longo caminho para me tornar um pesquisador.

A todos que fazem parte da Embrapa Agrobiologia – RJ, especialmente os funcionários Marcelo Antoniol Fontes e Fernando Cunha, sem os quais a realização desse trabalho não seria possível.

Agradecer a toda secretaria de meio ambiente do município do Rio de Janeiro-RJ, que se mostraram sempre solícitos as exigências propostas para realização do estudo, principalmente ao “Mutirão de Reflorestamento” e todos que fazem parte deste, aproveito para parabenizá-los pelo excelente trabalho de reflorestamento no município ao longo dos últimos 33 anos.

À Fazenda Marambaia da Polícia Militar do Rio de Janeiro pelo apoio e aporte para que essa pesquisa acontecesse dentro de suas áreas e pela parceria nesse estudo. Aos companheiros de campo Beto e Ivandro, que com suas expertises e conhecimentos contribuíram consideravelmente para a realização desta pesquisa.

À todos os amigos da UFRRJ, e do Laboratório de Leguminosas Florestais da Embrapa Agrobiologia, que foram essenciais, tanto nas atividades de campo, laboratoriais ou mesmo nas conversas para relaxar em momentos de dificuldades.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001. Agradecemos o apoio financeiro e investimento nesta pesquisa. Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF) e todos que fazem parte deste.

Lista de tabelas

Tabela – 1: Classes de amplitude de diâmetro e altura para distribuição de indivíduos adultos.

Tabela – 2: Classes de amplitude de altura diâmetro para distribuição de indivíduos regenerantes.

Tabela – 3: Índices de diversidade para vegetação adulta nas áreas de estudo.

Tabela – 4: Índices de diversidade para vegetação regenerante nas áreas de estudo.

Tabela – 5: Análise química do solo nas três áreas de estudo.

Tabela – 6: Resultado da análise dos nutrientes extraídos da serapilheira depositada sobre o piso florestal do reflorestamento e floresta secundária.

Tabela – 7: variáveis microbiológicas, suas respectivas médias para cada tratamento.

Lista de Figuras

Figura – 1: Vista aérea do reflorestamento morro do Cantagalo no bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ.

Figura – 2: Dados de precipitação e temperatura de 30 anos de observação no bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ.

Figura – 3: Maiores valores de importância VI (%) das espécies levantadas no reflorestamento.

Figura – 4: Maiores valores de importância VI (%) das espécies levantadas na floresta secundária.

Figura – 5: Distribuição das espécies nas classes de diâmetro definidas.

Figura – 6: Estratificação dos indivíduos levantados em classes de altura.

Figura – 7: Estratificação dos indivíduos regenerantes em classes de altura.

Figura – 8: Maiores valores de importância encontrados no estrato regenerante da floresta secundária.

Figura – 9: Quantidade de sementes germinadas por área de estudo.

Figura – 10: Estoque de biomassa de serapilheira nas áreas experimentais.

Figura – 11: Nutrientes extraídos na análise de serapilheira.

Lista de anexos

Anexo 1: Lista de espécies plantadas no reflorestamento morro do cantagalo RJ.

Anexo 2: Lista de espécies adultas levantadas no reflorestamento morro do Cantagalo e floresta secundaria.

Anexo 3: Lista de espécies regenerantes levantadas no reflorestamento morro do Cantagalo e floresta secundaria.

Anexo 4: Lista de espécies germinadas no banco de sementes do reflorestamento morro do Cantagalo, floresta secundária e área degradada.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	12
GENERAL ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Mata atlântica	15
2.2 Florística e fitossociologia	16
2.3 Banco de sementes e estrato regenerante	17
2.4 Serapilheira e fertilidade do solo.....	18
2.5 Atividade microbiológica e enzimática do solo	19
REFERÊNCIAS	21
 CAPÍTULO I – LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLOGICO DO ESTRATO REGENERANTE E ADULTO, E CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO.	
1. INTRODUÇÃO	30
2. OBJETIVOS	31
2.1 Objetivo geral	31
2.2 Objetivos específicos	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 Histórico e caracterização da área de estudo	32
3.2 Sucessão vegetal	34
3.2.1 Levantamento florístico	34
3.2.2 Avaliação da similaridade florística	34
3.2.3 Avaliação da dinâmica da vegetação	34
3.3 Análise fitossociológica da vegetação	35
3.3.1 Avaliação da vegetação adulta	35
3.3.2 Avaliação do estrato regenerativo	36
3.4 Banco de sementes	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1 Florística e fitossociologia	37
4.1.1 Estrato adulto	37
4.1.2 Estrato regenerante	42

4.2 Banco de sementes	46
5. CONCLUSOES	48
REFERÊNCIAS	49
CAPÍTULO 2 – ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO, E ANALISE MICROBIOLOGICA EM UMA AREA REVEGETADA APÓS 30 ANOS.	
1. INTRODUÇÃO	55
2. OBJETIVOS	56
2.1 Objetivo geral	56
2.2 Objetivos específicos.....	56
3. MATERIAL E METODOS	56
3.1 Avaliação da fertilidade do solo	56
3.2 Estoques de biomassa e nutrientes da serapilheira	56
3.3 Avaliação dos microrganismos do solo	56
3.3.1 Carbono de biomassa microbiana	57
3.3.2 Respiração basal	57
3.3.3 Atividade enzimática	58
3.3.4 Quociente metabólico (qCO ₂)	58
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1 Serapilheira.....	58
5.2 Fertilidade do solo	61
5.3 Análise microbiológica.....	62
6. CONCLUSOES	64
REFERÊNCIAS	65

RESUMO

Este estudo foi realizado em uma área de restauração florestal no Bioma Mata Atlântica localizada no município do Rio de Janeiro – RJ. Teve como objetivos a caracterização da vegetação, análise da estrutura da comunidade arbórea e regenerante, caracterização do banco de sementes, estoque e nutrientes da serapilheira, análise química do solo e dos microrganismos presentes e sua atividade, de forma a estabelecer critérios adequados para seu monitoramento e manejo. Para o estudo foi empregado o método de amostragem por parcelas de área fixa, distribuídas de forma sistemática. Os dados foram coletados em nove parcelas amostrais de 100 m², alocadas na área do reflorestamento, oito parcelas em área de floresta secundária preservada utilizada como referência positiva, e duas parcelas em área degradada como referência negativa. No reflorestamento e na floresta secundária foram coletados dados da vegetação arbórea adulta e regenerante, serapilheira, banco de semente e solo para análises química e microbiológica. Na área degradada foram coletados solos para caracterização do banco de sementes, análise química e microbiológica. No levantamento da composição florística do reflorestamento foram constatados 103 indivíduos, distribuídos em 33 espécies, obtendo-se um índice de diversidade de Shannon (H') de 3,07 e Pielou (J') de 0,83. O reflorestamento apresentou maior diversidade do estrato regenerante em relação a área de referência. Houve influência da profundidade na análise química solo, indicando influência positiva da serapilheira no piso florestal. Para as variáveis microbiológicas, não houve diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros biomassa microbiana e respiração basal; no entanto, o reflorestamento apresentou diferença significativa maior pelo teste de Tukey a 95% em comparação com as outras áreas para a variável hidrólise de FDA, que mediu a atividade enzimática entre os ambientes.

Palavras-Chave: reflorestamento; mata atlântica; solo florestal.

ABSTRACT

This study was carried out in a forest restoration area in the Atlantic Forest Biome located in the municipality of Rio de Janeiro - RJ. It aimed to characterize the vegetation, analyze the structure of the tree and regenerating community, characterize the seed bank, litter stock and nutrients, chemical analysis of the soil and the microorganisms present and their activity, in order to establish adequate criteria for their monitoring and handling. For the study, the method of sampling by plots of fixed area, systematically distributed, was used. Data were collected in nine sample plots of 100 m², allocated in the reforestation area, eight plots in a preserved secondary forest area used as a positive reference, and two plots in a degraded area as a negative reference. In reforestation and secondary forest, data were collected from adult and regenerating tree vegetation, litter, seed bank and soil for chemical and microbiological analysis. In the degraded area, soils were collected for characterization of the seed bank, chemical and microbiological analysis. In the survey of the floristic composition of the reforestation, 103 individuals were found, distributed in 33 species, obtaining a diversity index of Shannon (H') of 3.07 and Pielou (J') of 0.83. The reforestation showed greater diversity of the regenerating stratum in relation to the reference area. There was influence of depth in the soil chemical analysis, indicating a positive influence of litter on the forest floor. For microbiological variables, there was no significant difference between treatments for microbial biomass and basal respiration parameters; however, the reforestation showed a significantly greater difference by the Tukey test at 95% compared to the other areas for the ADF hydrolysis variable, which measured enzymatic activity between environments.

Key words: reforestation; Atlantic forest; ecological restoration; forest soil.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A construção da história brasileira passa pela criação de uma cultura exploratória dos recursos naturais existentes desde a época colonial. Isso se mostra em tal intensidade que nos primeiros relatos de portugueses em terras sul americanas, por intermédio de Pero Vaz de Caminha, é evidenciada a riqueza natural da colônia descoberta. Dean (1996) lembra que o primeiro ato dos europeus, que sucedeu o descobrimento, foi cortar uma árvore para fazer uma cruz, a ser usada em uma celebração religiosa. A partir deste gesto simbólico, durante os séculos subsequentes, o Brasil passou por transformações nos métodos de exploração de recursos, a começar pela extração do pau-brasil, os extensos plantios de cana de açúcar e café, a pecuária, a mineração, dentre outros. Esses ciclos de exploração moldaram e remodelaram a cultura e a economia local ao longo do tempo.

Historicamente, a exploração de terras para os diversos fins tem provocado uma descaracterização nas paisagens e exercido grande pressão sobre os recursos naturais, mostrando, no cenário atual, uma imensa necessidade de proteger e aumentar áreas essenciais à vida selvagem.

Uma alternativa a essa degradação é a restauração florestal em ambientes degradados, com a finalidade de reestabelecer as condições ecológicas pré-existentes. O motivo da intervenção se apresenta em áreas que sofreram alterações tão significativas que as mesmas não conseguem se recuperar sozinhas.

Dentre todas as áreas naturais brasileiras, as que mais necessitam de ações para a restauração florestal se encontram inseridas no bioma Mata Atlântica, em função da alta pressão provocada pela urbanização e pelo histórico de degradação. Segundo o instituto estadual do meio ambiente – INEA (2019), a área de floresta nativa no estado do rio de janeiro se manteve relativamente estável entre os anos de 2007 e 2018, ocupando cerca de 30% da área total do território fluminense.

Tais números são influenciados por diversos projetos com finalidade de restaurar áreas, que ganharam força em razão da intensa pressão e preocupação social com o meio ambiente.

Em 1987, devido à descaracterização da paisagem e o eminente perigo da ocorrência de deslizamentos por efeito da erosão dos solos, foi criado o projeto mutirão reflorestamento, que mais tarde seria incorporado à secretaria de meio ambiente da prefeitura do Rio de Janeiro – RJ. Desde então, a prefeitura do Rio de Janeiro coordena o projeto que busca identificar áreas declivosas com potencial de recuperação, seja em função do risco de desabamentos e perigos sociais ou para impedir o assentamento de comunidades nesses locais inadequados.

Segundo relatório da prefeitura do Rio de Janeiro (2019), atualmente existem 3.383 hectares de área reflorestada no município, referentes a projetos ativos e paralisados. Desse total, cerca de 50% da área plantada encontra-se em estágio avançado de cobertura arbórea, porém ainda não consolidado, ou seja, em processo de evolução. A outra metade dos plantios é jovem e demanda continuidade das ações de manutenção para assegurar o sucesso do processo de reflorestamento.

Avaliar esses reflorestamentos periodicamente, visando avaliar a efetividade das estratégias utilizadas e colher informações que possam melhorar esses processos se apresentam como cruciais.

Esses ecossistemas restaurados devem ser autossustentáveis no tempo, da mesma forma que o ecossistema de referência, apresentar ambiente físico adequado e suportar variações ambientais periódicas (MARTINS, 2015). Para isso esses ambientes devem ser avaliados periodicamente, com o propósito de analisar se os serviços ecossistêmicos foram reestabelecidos como planejado.

Segundo Manoliadis (2002) o sucesso na restauração de ambientes antes degradados deve ser avaliado por meio de indicadores que devem: (1) possuir relação estreita com os objetivos dos projetos e os problemas ambientais abordados; (2) serem claramente definidos, a fim de evitar confusões no seu desenvolvimento ou interpretação; (3) serem práticos e realistas, o que supõe levar em consideração o seu custo de coleta; (4) serem confiáveis e (5) serem usados nas escalas espacial e temporal adequadas.

Desta forma, para avaliar se uma área revegetada no bairro de Campo Grande, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro – RJ, apresenta características de um ambiente restaurado, foram realizados levantamentos florísticos, avaliação do banco de sementes, determinação da fertilidade do solo, avaliação do estoque de biomassa e de nutrientes na serapilheira e análise da biomassa microbiana e sua atividade.

Sendo assim, esta pesquisa buscou avaliar o estabelecimento florestal e o retorno de características ecológica existentes em uma encosta revegetada com mudas de espécies florestais após 30 anos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MATA ATLÂNTICA

O Bioma Mata Atlântica é um dos mais ricos em diversidade do planeta e abrange uma área de cerca de 15% do território brasileiro. No entanto, hoje restam apenas entorno de 13% da sua área original em bom estado de conservação (SOS MATA ATLÂNTICA, 2020).

A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma brasileiro, percorre todo o litoral do país, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, e compreende diversas estruturas florísticas e ecológicas. O bioma concentra parte considerável da diversidade biológica e endêmica do país, estimado em cerca de 2.300 espécies de vertebrados e 20.000 espécies de plantas vasculares, com clima predominante tropical úmido, elevadas taxas de temperatura e umidade relativa do ar, e índice de pluviosidade bem distribuído ao longo do ano (GELAIN et al., 2012).

Em função da sua alta riqueza de espécies e redução de áreas causada pela degradação durante o processo histórico de colonização, a Mata Atlântica é considerada uma área (hotspot) com prioridade de conservação (MYERS, et al., 2000). Os remanescentes desse bioma se encontram altamente fragmentados e a manutenção da biodiversidade nesses locais é de extrema importância para a conservação (COSTA; GALVÃO; SILVA, 2019)

Tais remanescentes fazem parte da maior parte da composição florestal do bioma, que em virtude do desmatamento, somente 7,26% encontram-se bem conservados e em distintos estágios de regeneração, resultando em elevada perda de biodiversidade (MMA, 2015).

A perda e fragmentação do hábitat implicam em diversas características estruturais da paisagem. Por isso, é de grande importância o estudo das características

formadoras dos processos degradantes e suas inter-relações, pois elas podem reforçar a compreensão da dinâmica dos processos ecológicos, a fim de orientar a tomada de decisão quanto ao uso das técnicas para recuperação e ou a conservação dos remanescentes florestais (WANG et al., 2014).

As alternativas para minimizar os impactos dos processos degradantes de origem antrópica sobre as florestas tropicais envolvem a criação de áreas protegidas; a implantação de áreas florestais utilizando espécies nativas e exóticas com crescimento rápido e utilizáveis para fins comerciais, mitigando a pressão sobre os remanescentes nativos; e projetos de recuperação, reabilitação e restauração de ecossistemas florestais degradados (OLIVEIRA e ENGEL, 2017).

Tais intervenções são necessárias em função das perdas de habitats já comentadas e também em função do histórico de degradação do Bioma Mata Atlântica. Historicamente, o bioma foi o grande alvo de diversos ciclos econômicos existentes no país. Iniciando com a extração madeireira, passando pela exploração de minérios, agropecuária e mais recentemente a especulação imobiliária (DEAN, 1997).

Sendo assim, diversas propostas de restauração florestal foram impulsionadas no bioma, como o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, que prevê o plantio e a restauração de 15 milhões de hectares em todo o Brasil até o ano de 2050 (RODRIGUES; BRANCALION; ISARNHAGEN, 2009).

Para concluir se as metas estabelecidas em projetos de restauração foram ou estão sendo alcançadas, o monitoramento deve ser contínuo. Desta forma, deve-se ter o cuidado no momento de avaliação dessas áreas, e saber quais indicadores podem representar o cenário em que a área se encontra no processo de restauração. Tais indicadores ainda devem ser comparados com aqueles estabelecidos no plano de monitoramento com a finalidade de conhecer se as metas de recuperação foram ou estão sendo cumpridas (MARTINS, 2015).

2.2 FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA

Devido ao histórico de fragmentação e degradação dos ecossistemas florestais tropicais, estudos sobre o processo de sucessão florestal secundária nestas áreas tornaram-se essenciais, pois estes realizam inferências sobre a resiliência de ambientes degradados e podem subsidiar estratégias de restauração florestal (DUARTE et al., 2018).

Para qualquer projeto que se dispõe a fomentar a preservação ou a recuperação de áreas degradadas, estudos sobre a composição florística e fitossociológica são indispensáveis. Pois tais estudos tem a sensibilidade de expressar interações complexas dos processos naturais, sejam físicos, climáticos, biológicos ou de ações antrópicas (IVANAUSKAS; MONTEIRO; RODRIGUES, 2009; BATISTA et al., 2015; AZEVEDO, 2019).

Levantamentos florísticos nas áreas investigadas são fundamentais, pois tal análise tem por finalidade caracterizar os fragmentos remanescentes, no que tange ao tipo vegetacional, as espécies locais, e à classificação do estado atual de conservação (MIRANDA et al., 2019).

O levantamento fitossociológico em florestas apresenta o propósito de inferir a respeito de parâmetros como: densidade, dominância, índice de valor de importância, estrutura, riqueza, índice de regeneração natural, etc. (FREITAS, MAGALHÃES,

2012). Ademais, esses estudos envolvem conhecimento das interações de espécies vegetais na comunidade vegetal em questão. As informações qualitativas convertem-se em quantitativas e determinam qual o nível de desenvolvimento da área (COLA, et al., 2019).

Tais estudos possibilitam a avaliação da estrutura e da composição da vegetação, permitindo a derivação de informações e interferências relacionadas à dinâmica ecológica da comunidade analisada, o grau de degradação de um ecossistema, assim como é afetada sua capacidade de auto renovação e sucessão no tempo e espaço (CHAVES et al., 2013).

A avaliação da recuperação funcional e estrutural de florestas estáveis estimulou uma gama de autores a agrupar as espécies arbóreas de florestas tropicais em grupos sucessionais (MARTINS, 2015). As espécies são distribuídas conforme suas características em espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou clímax (BUDOWSKI, 1965).

Com base nas informações geradas por meio do conhecimento da floresta, é possível criar e aperfeiçoar ações eficientes para atenuar as consequências da perda de biodiversidade, subsidiar planos para recuperação dos ecossistemas florestais e servir como parâmetros para estudar e avaliar ecossistemas em regeneração (TARGA et al., 2017).

Diferenciar a estrutura do componente arbóreo e regenerante pode evidenciar quais comunidades florestais apresentam-se em estágios sucessionais distintos e fornecer indícios sobre a dinâmica de populações e de comunidades (CALLEGARO et al., 2017).

2.3 BANCO DE SEMENTES E ESTRATO REGENERANTE

O banco de sementes pode ser definido como o acúmulo de sementes viáveis no solo, configurando-se como um dos constituintes mais importantes no processo de regeneração florestal em áreas degradadas. Os propágulos são encontrados sob a superfície do solo até as camadas mais profundas e, em dadas condições ocasionadas por ação natural ou antrópica, essas sementes podem vir a emergir e futuramente constituir parte da vegetação local. Por isso, sua caracterização (riqueza e abundância de espécies) é extremamente importante para a definição de metodologias eficientes de restauração (CALEGARI, 2013; PAZ et al., 2016).

O banco de sementes é caracterizado como um sistema dinâmico, apresentando entradas e saídas. As entradas ocorrem via chuva de sementes, resultado de eficientes técnicas de dispersão, e as saídas por meio de germinação, predação ou morte. O balanço entre entradas e saídas determina a densidade do banco de sementes (MARTINS, 2015).

O banco de sementes é a mais importante fonte de propágulos para a regeneração de ambientes naturais, pois mostra o poder de reestruturação de comunidades após perturbações (BASKIN; BASKIN, 2014). Sendo assim, conhecer a riqueza e a abundância de sementes presentes no solo pode fornecer indicações sobre o potencial de regeneração de fragmentos florestais degradados. Por estar envolvido nos processos de restabelecimento de ecossistemas, seu conhecimento pode garantir a dinâmica do processo sucessional de forma ágil e econômica (MORESSI et al., 2014).

A presença de sementes viáveis no solo está diretamente relacionada à garantia de sobrevivência das espécies e tem implicações importantes na perpetuação de populações e na dinâmica da comunidade como um todo (VANDVIK et al., 2016). Esses processos, que desempenham papel fundamental sobre o estrato regenerante, são importantes para determinar a distribuição e a abundância das espécies nas florestas (ODA et al., 2016).

Por isso, os bancos de sementes também são usados como estudos indicadores de restauração, uma vez que, nessas áreas as sementes florestais indicam a eficiência no processo de restauração da área. Além da identificação e classificação auxiliar a compreender o real estado de conservação de áreas e se ocorre algum processo de evolução relacionado às espécies presentes que ocuparão o dossel florestal no futuro (SILVA, 2017).

O estrato regenerante da floresta, além de desempenhar importante papel na restauração de áreas impactadas, também exerce função essencial na manutenção dos ecossistemas já estabelecidos, uma vez que os indivíduos deste estrato substituirão os indivíduos remanescentes (CHAZDON e GUARIGUATA., 2016).

Pelo fato do estrato regenerante constituir todo o estoque genético da população, seu conhecimento torna-se fundamental, pois a partir deste estrato que a vegetação tem suporte para aguentar eventos ofensivos e manter sua funcionalidade no tempo. Diversos autores julgam que os indivíduos para fazerem parte do estrato regenerante deve ter altura superior a um metro, estes argumentam que nesta fase os indivíduos já superaram a ação seletiva do ambiente, ultrapassando o período crítico de mortalidade (MARANGON et al., 2008; ALENCAR et al., 2011; APARÍCIO et al., 2011; SILVA et al., 2012; LIMA et al., 2017).

Estudos sobre a regeneração natural contribuem para a previsão sobre o comportamento da floresta e seu estabelecimento futuro. Estes estudos ficam ainda mais evidentes quando se considera que a dinâmica dos processos que acontecem no estrato regenerante, determina as características da vegetação adulta, refletindo, por fim, na manutenção da biodiversidade da floresta (EBERT et al. 2014; SANTIAGO et al. 2014).

2.4 SERAPILHEIRA E FERTILIDADE DO SOLO

A degradação do solo é o principal fator responsável pela perda da capacidade produtiva dos ecossistemas e ocorre devido à alterações de características físicas, químicas e biológicas em decorrência, por exemplo, da remoção da cobertura vegetal original (DOETTERL et al, 2016).

Um dos aspectos para analisar o grau de degradação de áreas perturbadas é a identificação de indicadores adequados. Nesse aspecto, a avaliação da fertilidade do solo é fundamental tanto para agricultura como para preservação e proteção ambiental. As variáveis analisadas a partir da obtenção de informações da fertilidade do solo têm sido decisivas para dar suporte tecnológico para recuperação de áreas degradadas (GAMA; MELO, 2017). Outro indicador relevante é o estoque de serapilheira e a quantificação dos nutrientes que retornam ao solo pela sua decomposição por meio da ciclagem de nutrientes (RICHARDS et al., 2010; SKORUPA et al., 2015; FERREIRA et al., 2016).

Conhecer o conteúdo da serapilheira e os nutrientes presentes torna-se essencial, pois se esse material apresentar baixa qualidade nutricional, a fertilidade do solo poderá ser prejudicada e comprometer o processo de restauração florestal (PAUDEL et al., 2015). Diante do exposto, pode-se afirmar que a serapilheira dispõe de inúmeras funções, tanto positivas como negativas para a floresta, sendo grande influenciadora na dinâmica da ciclagem biogeoquímica para os diferentes ecossistemas florestais (HOLANDA et al., 2017).

O estudo do estoque de biomassa da serapilheira acumulada em povoamentos florestais em diferentes estações do ano pode indicar a habilidade que os sistemas têm de reservar ou repor nutrientes no piso florestal. Além disso, estudos dessa natureza contribuem para a avaliação da influência do regime hídrico como agente regulador do processo de produção e acúmulo de serapilheira, contribuindo para o entendimento da estrutura e funcionamento desses ecossistemas (BARBOSA et al., 2017; BELLO, 2019).

A produção de serapilheira varia de acordo com a sazonalidade da região, da fenologia e composição das espécies e dos estágios sucessionais. Em florestas tropicais, essa sazonalidade influencia na produção de serapilheira de acordo com as respostas fenológicas das espécies locais frente às variações ambientais. Além disso, essa variação sazonal auxilia no recobrimento do solo e, conseqüentemente, na manutenção da umidade, diminuindo o risco de erosão e incêndios na época da seca, principalmente em povoamentos próximos às áreas urbanas (PAUDEL et al., 2015; VILLA et al., 2016).

Para avaliação de serapilheira, é possível verificar uma diversidade de métodos quanto a sua amostragem e análise, verifica-se observações desse componente ambiental quanto à sua produção e acúmulo na superfície do solo, e sua composição anatômica e química. Dada a importância da serapilheira no piso florestal, diversos métodos são empregados para avaliar sua influência no ambiente (SCORIZA et al., 2012).

O estoque de serapilheira se mostra como um bom indicador ambiental, retratando os fragmentos florestais da mesma forma que suas características bióticas e abióticas. Entretanto, a eficiência da serapilheira em fragmentos florestais em encosta de morro pode ser prejudicada, pois dependendo do grau de inclinação da encosta, esse material pode ser carregado pela chuva, além de diferenças na incidência solar e na umidade ao longo de sua extensão (SCORIZA; CORREIA; SILVA, 2017).

No entanto, é necessário destacar que quando depositada sobre o solo, a serapilheira adquire importância na melhoria e manutenção da fertilidade, na atividade biológica e no estabelecimento de um microclima favorável, que influencia diretamente a biomassa microbiana e a comunidade da macrofauna (CUNHA NETO et al., 2013; ASHFORD et al., 2013; SOUSA et al., 2016).

2.5 ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA E ENZIMÁTICA DO SOLO

O solo é um recurso essencial para a produção de ecossistemas, sejam áreas naturais ou agrícolas. Sua qualidade é determinada por fatores químicos, físicos, biológicos e ecológicos, que podem ser alterados de acordo com as atividades antrópicas no meio. A qualidade do solo é uma propriedade de sustentabilidade dos ecossistemas, e exerce influência em todo o seu entorno, como as águas, a saúde das plantas, animais e até os seres humanos (MELO et al., 2017).

A produtividade dos ecossistemas está intimamente ligada à atividade dos microrganismos no solo, uma vez que a comunidade microbiana exerce importante papel na degradação dos materiais depositados sobre o piso florestal (BENINTENDE et al., 2008). Os microrganismos aumentam a capacidade produtiva de solos por serem os agentes responsáveis pela ciclagem de nutrientes contínua, e a consequente disponibilidade de elementos como nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, contribuindo para o estabelecimento das comunidades vegetais (MOREIRA; SIQUIERA, 2006).

As populações de microrganismos no solo coexistem em um equilíbrio ecológico que pode ser significativamente influenciado pela ação antrópica. Eventos como o desflorestamento, o revolvimento do solo, o cultivo de espécies e a aplicação de insumos são exemplos de elementos que podem modificar tais populações (MATHEW et al., 2012; JACOBSEN; JELMSØ, 2014).

Propriedades microbiológicas do solo podem ser mais sensíveis às alterações de uso e manejo do solo, podendo ser considerados bons indicadores de qualidade do solo. Assim, mudanças no comportamento dos microrganismos ou de propriedades bioquímicas do solo podem ser percebidas antes de serem observadas alterações em outras características químicas e físicas do solo (VENZKE FILHO et al., 2008; SOUZA et al., 2012).

A biomassa microbiana é a fração viva do carbono orgânico do solo, ou seja, os microrganismos que ali vivem e é responsável por processos bioquímicos e biológicos que ocorrem no solo (BARROS, 2013). Portanto, a biomassa microbiana é um parâmetro importante na determinação da qualidade de um solo florestal, pois exerce influência na decomposição de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (RANGEL VASCONCELOS et al., 2015).

Existem alguns métodos para determinação da biomassa microbiana, a determinação a partir do carbono microbiano através da determinação do peso do solo tem sido utilizada como bioindicador e propriedade ecológica (Nielsen & Winding, 2002). No entanto, o método amplamente utilizado é a extração de C após a fumigação das amostras de solo com vapor de clorofórmio e comparação com amostras de C não fumigadas (VANCE et al., 1987; JENKINSON e POWLSON, 1976). A biomassa microbiana do solo ainda pode ser determinada indiretamente por meio da respiração do solo (NIELSEN; WINDING, 2002). No entanto este método é pouco utilizado e é preferível utilizar a respiração basal para medir a atividade microbiana.

A atividade da biomassa microbiana do solo pode ser avaliada pela atividade de respiração do solo (ALEF, 1995) ou pela atividade enzimática do solo (SILVA, 2011). A atividade de respiração do solo consiste na taxa de produção de CO₂ pelos microrganismos ao realizarem a oxidação da matéria orgânica (ASSIS JÚNIOR et al., 2003). A determinação da respiração basal do solo (RBS) é a somatória de todas as atividades metabólicas em que se forma o CO₂ (SILVA et al, 2007).

A avaliação da atividade enzimática indica como a biomassa está desempenhando os processos ligados à ciclagem de nutrientes e possíveis variações causadas pelos diferentes usos do solo (LISBOA et al., 2012; BAUTISTA-CRUZ et al., 2018). Essas enzimas são proteínas catalisadoras de reações químicas que, sem sua presença, dificilmente aconteceriam, elas podem ser: intracelulares, quando estão associadas às células microbianas, e extracelulares, quando não estão associadas às células (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

As enzimas que catalisam a hidrólise do FDA reproduzem o potencial heterotrófico da biota do solo, pois englobam enzimas que atuam em processos de biodegradação de substâncias orgânicas como proteases, lipases e esterases (Dick et al., 1996).

REFERÊNCIAS

- ALEF, K. **Biological soil reclamation**. Weinheim: VCH, 1995. 269 p.
- ALEF, K. Soil respiration. Ln: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London Academic press, p. 214-216. 1995.
- ALENCAR, A. L.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FERREIRA, R. L. C.; TEIXEIRA, L. J. Regeneração natural avançada de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith, na zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.2, p.183-192, 2011.
- APARICIO, W. C. S.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; APARÍCIO, P. S.; COTAJÚNIOR, R. F. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.3, p.483-488, 2011.
- ARAÚJO, A. S. F; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**. 23 (3). P. 66-75. 2007.
- ASHFORD, O. S.; FOSTER, W. A.; TURNER, B. L.; SAYER, E. J.; SUTCLIFFE, L.; TANNER, E. V. J. Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 62, p. 5 - 12, 2013.
- AZEVEDO, Luiz Augusto Mesquita. Composição Florística e Fitossociológica das Florestas da Bacia do Rio Acre e indicação de espécies nativas para restauração. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília. Brasília – DF, 105 p. 2019.
- BASKIN, C. C. & BASKIN, J.M. *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Kentucky: **Elsevier**. 1586 p. 2014.
- BARBOSA, V.; BARRETO, G. P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. Biomassa, Carbono e Nitrogênio na serapilheira acumulada de Florestas Plantadas e Nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

BATISTA, A. P. B. et al. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 81, p. 21, 2015.

BAUTISTA-CRUZ A, LEYVA-PABLO T, DE LEÓN-GONZÁLEZ F, ZORNOZA R, MARTÍNEZ-GALLEGOS V, FUENTES-PONCE M, RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ L. Cultivation of *Opuntia ficus-indica* under different soil management practices: A possible sustainable agricultural system to promote soil carbon sequestration and increase soil microbial biomass and activity. **L Degrad Dev**. 2018;29:38–46.

BELLO, O. C. Estudo da serapilheira, biomassa radicular e variáveis do solo: uma abordagem socioambiental na Amazônia. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Ambientais) UFAM. 82p. 2019.

BENINTENDE, S. M.; BENINTENDE, M. C.; STERREN, M. A.; BATTISTA, J. J. Soil microbiological indicators of soil quality in four rice rotations systems. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 5, p. 704-708, 2008.

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

BUENO, P. A. A. et al. Indicadores microbiológicos de qualidade do solo em recuperação de um sistema agroflorestal. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 40-44, 2018.

CALEGARI, L; MARTINS, S. V; CAMPOS, L. C; SILVA, E; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.871-880, 2013.

CALLEGARO et al. Fitossociologia e fatores ecológicos condicionantes da vegetação em uma floresta estacional na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre – RS, v. 72, n. 1, p. 33-43, 2017.

CHAVES, A. D. C. G; SANTOS, R. M. S; SANTOS, J. O; FERNANDES, A. A; MARACAÇA, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos – PB, v. 9, n.2, 2013.

CHAZDON, R. L.; GUARIGUATA, M. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. **Biotropica**, v. 48, n.6, p. 716-730, 2016.

COLA, R. E et al. Fitossociologia e síndrome de dispersão em um trecho de floresta atlântica, em Paulista – PE. **ACSA**, Patos-PB, v.15, n.3, p. 213-218, 2019.

COSTA, A.; GALVÃO, A.; SILVA, L.G. da. Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes de um hotspot para conservação da biodiversidade. **Geomae**, Campo Mourão, v.10, n.1, p.112-123, 2019.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H.; ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 379 - 387, 2013.

DEAN, Warren. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo – SP. Cia. das Letras, 1996, 484 p.

DOETTERL, S; BERHE, A. A; NADEU, E; WANG, Z; SOMMER, Z; FIENER, P. Erosion, deposition and soil carbon: A review of process-level controls, experimental tools and models to address C cycling in dynamic landscapes. **Earth-Science Reviews**, 2016. 145, p.102-122.

DUARTE, E. ET al. Sucessão em fragmentos florestais altomontanos no sul do Brasil: uma abordagem florístico-estrutural e filogenética. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 898-912, 2018.

EBERT, A. et al. Natural regeneration in tropical secondary forest in southern Amazonia, Brazil. **Open Journal of Forestry**, v. 4, n. 2, p. 151-160, 2014.

FERREIRA, G. W. D. et al. Nutrient release from decomposing Eucalyptus harvest residues following simulated management practices in multiple sites in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 370, p. 1-11, 2016.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. 2012. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**. v.19, n.4, p. 520-540, 2012.

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

GAMA, R. T; MELLO, A. H. Avaliação da fertilidade do solo em área de reserva legal, São Domingos do Araguaia, Para. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**. 10p., 2017. En línea: <<http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/04/fertilidade-solo-araguaia.html>>.

GELAIN, A. J. L. et al. Desmatamento no Brasil: um problema ambiental. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)**. v. 10, n. 1, 2012.

HOLANDA, A.C; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUSA, F. Q.; FREIRE, S. R. O.; ALVES, A. R. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de Caatinga. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, p. 621- 633, 2017.

IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Estrutura de um trecho de floresta Amazônica na bacia do alto rio Xingu. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 2, p. 275–299, 2004.

JACOBSEN, C.S. & HJELMSØ, M. H. Agricultural soils, pesticides and microbial diversity, *Cur. Op. Biot.* 27, 1520p. 2014.

LIMA, R. B. A; MARANGON, L. C; FREIRE, F. J; FELICIANO, A. L. P; SILVA, R. K. S. Potencial regenerativo de espécies arbóreas em fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.12, Nº 4, p. 666-673, 2017.

LISBOA B. B; VARGAS L. K; SILVEIRA, A. O; MARTINS, A. F; SELBACH, P. A. Indicadores Microbianos de Qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 36:45–55, 2012.

MANOLIADIS, O.G. Development of ecological indicators: a methodological framework using compromise programming. **Ecological Indicators**, 2: 169-176. 2002.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.183-191, 2008.

MARTINS, Sebastião Venâncio. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa – MG. 2º edição. Editora UFV, 2015, 376p.

MATHEW, R. P; FENG, Y. C; GITHINJI, L; ANKUMAH, R; BALKCOM. K. S. Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities. *App. Env. S. Sc.*, 1-10. 2012.

MELO, V.F., SILVA, D.T., EVALD, A., ROCHA, P. R. R. Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. **Revista Agro@ambiente online**. 11(2): 101-110. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Mata Atlântica. 2015. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em 20 jun. 2020.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**: 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

MORESSI, M; PADOVAN, M.P; PEREIRA, Z.V. Banco de sementes como indicador de restauração em sistemas agroflorestais multiestratificados no sudoeste de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Árvore**, vol. 38, n. 6, p. 1073-1083. 2014.

MYERS, N; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. (43): 853-858, 2000.

NIELSEN, M. N; WINDING, A. Microorganisms as indicators of soil health. Denmark, National Environmental Research Institute, 2002. 84p. (Technical Report, 388)

ODA, G. A. M.; BRAZ, M. I. G.; PORTELA, R. C. Q. Does regenerative strategy vary between populations? A test using a narrowly distributed Atlantic Rainforest palm species. **Plant Ecology**, v. 217, n. 7, p. 869-881, 2016.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. Indicadores de monitoramento da restauração na Floresta Atlântica e atributos para ecossistemas restaurados. **Scientia Plena**. V. 13, n. 12. 2017.

PAUDEL, E; GBADAMASSI G. O; D; JIANCHU, X; RHETT, D. H. Litterfall and nutrient return along a disturbance gradient in a tropical montane forest. **Forest Ecology and Management**, v. 353, n. 1, p. 97-106, 2015.

RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T; ZARIN, D. J.; OLIVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, S. S.; CARVALHO, C. J. R; SANTOS, M. M. L. S. Effect of water availability on soil microbial biomass in secondary forest in eastern Amazonia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 39, n. 2, p. 377-384, 2015.

RICHARDS, A. E. et al. The influence of mixed tree plantations on the nutrition of individual species: a review. **Tree Physiol**, v. 30, p. 1192-208, 2010.

RODRIGUES, R. B; BRANCALION, P. H. S; ISARNHAGEN, I. Pacto pela restauração da Mata Atlântica. editoração: LuaC Comunicação. 260p. 2009. Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/produtos/livros/pacto2009.pdf>> Acesso em 20 Jun 2020.

SANTIAGO, D. S.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 117-123, 2014.

SCORIZA, R. N; CORREIA, M. E. F; SILVA, E. M. R. O estoque de serrapilheira é eficiente como indicador ambiental em fragmentos florestais de encosta? **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.1, p.79-85, 2017.

SCORIZA, R. N; PEREIRA, M. G; PEREIRA, G. H. A; MACHADO, D. L; SILVA E. M. R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. *Floresta e Ambiente*, v.2, n.2, p. 01 - 18, 2012

SILVA E. E; AZEVEDO P. H. S; POLLI H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂). Comunicado Técnico 99 Embrapa, Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, D. K. A. Atividade micorrízica e microbiana do solo em áreas de regeneração de mata atlântica, Igarassu, Pernambuco. **Dissertação**. (Mestrado em Biologia de Fungos), Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2011.

SILVA, M. I. O. Avaliação ecológica de áreas ciliares em processo de restauração florestal na zona da mata norte, Pernambuco. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Pernambuco, Recife–PE, 2017.

SILVA, S. O.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A.; ALVES-JÚNIOR, F. T.; CANO, M. O. O.; TORRES, J. E. L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.3, p.441-450, 2012.

SKORUPA, A. L. A. et al. Forest litter decomposition as affected by eucalyptus stand age decomposição de serapilheira florestal. **Revista Árvore**, v. 39, p. 1055-1064, 2015.

SOS MATA ATLÂNTICA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2018 – 2019**. Relatório técnico: São Paulo – SP, 61p. 2020. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/>> Acesso em 28 de maio de 2020.

SOUZA, M. C. S; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; CASAGRANDE, J. C; SILVA, S. F; SCORIZA, R. N. Funcionalidade ecológica de sistemas agroflorestais biodiversos: uso da serapilheira como indicador da recuperação de áreas de preservação permanente. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 46, n. 1, p. 75 - 82, 2016.

SOUZA, R. A.; TELLES, T.S.; MACHADO, W.; HUNGRIA, M.; TAVARES FILHO, J. & GUIMARÃES, M.F. (2012) – Effects of sugarcane harvesting with burning on the chemical and microbiological properties of the soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, vol. 155, p. 1-6

TARGA, M. S.; ALMEIDA, A. A.; ALMEIDA, J. C. R. Atores da restauração florestal do Vale do Paraíba. **Repositório de Ciências Ambientais**, [s.l], v. 1, n. 1, p. 1-5, 2017.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 19:703-707, 1987.

VANDVIK, V. et al. Seed banks are biodiversity reservoirs: species-area relationships above versus below ground. **Oikos**, v. 125, p. 218-228, 2016.

VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; PICCOLO, M. C.; SIQUEIRA NETO, M.; CERRI, C. C. Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais – Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 599-610, 2008.

VILLA, E. B; PEREIRA, M. G; ALONSO, J. M; BEUTLER, S. J; LELES, P. S. S. Aporte de Serapilheira e Nutrientes em Área de Restauração Florestal com Diferentes Espaçamentos de Plantio. **Floresta e Ambiente**, n. 23, v.1. p.1-10, 2016.

WANG, X.; BLANCHET, F.; KOPER, N. Measuring habitat fragmentation: an evaluation of landscape pattern metrics. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 5, n. 7, p. 634-646, 2014.

WHEATLEY, A. R. T.; ZAU, A. S. ; SARTORI, R. A. ; MEIRELLES, C. de O.; SILVEIRA, A. J. . Caracterização da estrutura florestal em um trecho sob dois distintos históricos de uso na Reserva Ecológica de Guapiaçu - RJ. 2021.

CAPÍTULO I – LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E FITOSSOCIOLÓGICO DO ESTRATO REGENERANTE E ADULTO, E CARACTERIZAÇÃO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO.

RESUMO

Analisar a florística e estrutura de ambientes florestais está entre os principais parâmetros ao avaliar se áreas se encontram restauradas ou ainda em processo de restauração. Este estudo teve como objetivo levantar a dinâmica e estrutura de uma área revegetada a trinta anos atrás, e comparar com uma área de floresta secundária próxima. Assim como caracterizar o banco de sementes das áreas florestais e uma área degradada adjacente. Em parcelas de 100 m² foram levantados todos os indivíduos com DAP acima de 5 cm, os indivíduos com DAP menor que 5 cm e altura maior que 40 cm foram considerados regenerante e também foram levantados. Para o banco de sementes foram coletadas quatro amostras de solo + serapilheira por parcela com auxílio de um gabarito de madeira com 0,25x0,25 m, foi realizado o teste de germinação em casa de vegetação e identificação das plântulas num período de 180 dias. O reflorestamento apresentou densidade de espécies inferior a floresta secundária, assim como menor porcentagem de espécies com dispersão zoocórica e índice de diversidade de Shannon. Na germinação do banco de sementes houve equivalência entre as áreas na quantidade de espécies arbóreas germinadas. Conclui-se que o reflorestamento ainda não apresenta características florísticas e estruturais de uma área restaurada, necessitando de mais para assim ser enquadrada.

Palavras-chave: florística; fitossociologia; restauração ecológica.

ABSTRACT

Analyzing the floristic and structure of forest environments is among the main parameters when assessing whether áreas are restored or still in the processo of restoration. This study aimed to survey the dinamics and structure of na area revetated thirty years ago, and compare it with na área of nearby secondary forest. As wel as characterizing the seed bank of forest areas and na adjacente degraded area. In plots of 100 m², all individuals with diameter at chest height greater than 5 cm were raised, individuals with diameter at chest height less than 5 cm and heigh greater than 40 cm were considered regenerating and were also raised. For the seed bank, four samples of soil + litter per plot were collected with the aid of a wooden template measuring 0,25x0,25m, the germination test was carried out in a greenhouse and indetification of seedlings over a period of 180 days. Restoration showed lower species density than secondary forest, as well as a lower percentage of species with zoochoric dispersion and Shannon diversity index. In the germination of the seed bank there was equivalence between the areas in the amount of germinared tree species. It is concluded that reforestation still does not have the floristic and structural characteristics of a restored area, requiring more to be classified as such.

Key word: floristics; phytosociology; ecological restoration.

1. INTRODUÇÃO

A cidade do Rio de Janeiro – RJ historicamente se destacou pela sua beleza natural, muito disso se deve ao projeto de restauração florestal que a cidade recebeu ainda na época do Brasil império, por intermédio de Dom Pedro II que ordenou a desapropriação de fazendas e a recomposição florestal no maciço da Tijuca.

Posteriormente, em 1989 nasce o projeto mutirão reflorestamento, tendo o plano de restauração anterior como espelho e buscando reflorestar as encostas da cidade, o programa ganha destaque e é incorporado a secretaria de meio ambiente da cidade do Rio de Janeiro – RJ. E assim nasce, ou renasce, os projetos de restauração de grandes áreas florestais no município.

Como todo Bioma Mata Atlântica, as áreas florestais da cidade do Rio de Janeiro se encontram em pequenos fragmentos, entender o estado estrutural desses locais se apresenta como importante ferramenta para compreender a dinâmica vegetal em sistemas pressionados pela ação antrópica. Em função da sua extensa área e histórico de degradação, grande parte do bioma apresenta uma paisagem diversificada, com áreas florestais secundárias, áreas em processo de restauração, em regeneração natural e áreas abandonadas, sendo assim o bioma apresenta uma ampla gama de possibilidades de estudos.

Levantar a estrutura e a composição dos fragmentos florestais presente no Rio de Janeiro – RJ é um importante instrumento de gestão das áreas em processo de restauração na cidade. Esses levantamentos têm o intuito de entender a dinâmica vegetal, pois a partir de tais observações é possível inferir sobre variáveis ecológicas e verificar a ocorrência de diversos eventos no interior dos ecossistemas. Tais levantamentos assumem lugar de destaque para a gestão correta desses ambientes, sendo fundamental para compor um leque de ações de conservação e medidas mitigadoras.

Nos últimos anos muitos estudos que buscam avaliar a composição florística e a estrutura de fragmentos florestais vêm sendo realizados no Bioma Mata Atlântica. Hubbell e Foster (1986) comentam que em florestas tropicais este tipo de informação, assim como dados sobre a riqueza de espécies, reflete não só fatores evolutivos e biogeográficos, como também o histórico de perturbação, natural ou antrópica, das respectivas áreas.

Ao avaliar tais áreas pode-se fazer inferências a respeito do estado de evolução desses ecossistemas, no contexto da restauração de áreas isso se torna fundamental para conhecer se tais ambientes ainda necessitam de monitoramento.

Áreas consideradas em processo de restauração são aquelas que carecem de acompanhamento e ainda não se assemelham a ecossistemas de referência, floristicamente e estruturalmente. Desta forma, estes ambientes devem ter monitoramento contínuo até que os mesmos assumam um equilíbrio estrutural.

Tendo em vista o monitoramento e o entendimento da dinâmica florestal em áreas em processo de restauração buscou-se avaliar a população adulta, regenerante e o banco de sementes de uma área reflorestada a 30 anos na cidade do Rio de Janeiro – RJ, para isso delimitou-se os objetivos a seguir.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a florística, fitossociologia do estrato adulto e regenerante, e o banco de sementes de um reflorestamento após 30 anos de revegetação, e comparar com uma floresta preservada de mesma fitofisionomia e uma área degradada adjacente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamento florístico e fitossociológico do estrato adulto no reflorestamento e floresta secundária preservada;
- Realizar levantamento florístico e fitossociológico da comunidade regenerante do reflorestamento e floresta secundária preservada;
- Caracterização do banco de sementes da área reflorestada, floresta secundária e área degradada;
- Delimitar as áreas de estudo.

3. METODOLOGIA

3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localização, vegetação, solo e clima

O reflorestamento Cantagalo (Figura 1) possui 53 ha e está localizado no bairro de Campo Grande, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro – RJ, nas seguintes coordenadas 22° 55' 20'' S e 43° 34' 38'' O. O local está inserido em área da macrobacia da baía de Sepetiba e sub-bacia secundária do Rio Campinho. O reflorestamento possui 55 hectares de área plantada e localiza-se em local de meia encosta com declividade forte e centroide a 134 metros de altitude (SMAC, 2019). Possui características físicas típicas como topografia acidentada, formação de maciços cujas encostas originalmente são cobertas por florestas de Mata Atlântica e alto grau de declividade.

O ecossistema de referência pertence à Fazenda Marambaia da Polícia Militar do Rio de Janeiro, que existe desde 1970. Como mostrado na figura 1 a área está localizada na mesma vertente a aproximadamente 1500 m de distância do reflorestamento, sendo assim as duas áreas apresentam os mesmos estresses naturais (MULER, 2014). Este fragmento possui pelo menos 50 anos de inatividade antrópica e uma área de 30 ha.

Antes, a área era composta por fragmentos de vegetação remanescentes, pastos e áreas de agricultura onde se plantava principalmente café, milho e feijão. Quando as práticas de agricultura e criação de gado cessaram a área foi conservada, e desta forma a floresta secundária se formou por meio da regeneração natural. (MULER, 2014).

Figura – 1: Vista aérea das áreas de estudo no bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ.



A área de pastagem degradada se encontra adjacente ao reflorestamento, nessa área também foi revegetada, no entanto por falta de manutenção houve incêndios locais que destruíram a vegetação e hoje ela é destinada a pastagem animal.

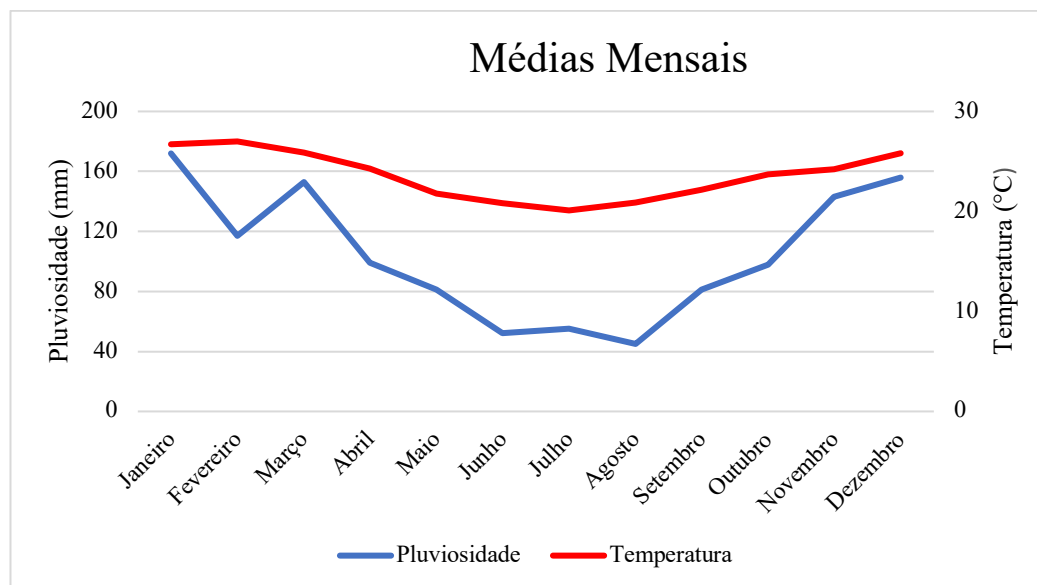
A área do plantio de restauração estudado passou por diversos tipos de uso, como produção de cana-de-açúcar, de café e de laranja (Souza 2013). Em 1986 duas empresas de extração de rochas se instalaram na área e funcionaram até 1992. Em 1992 a prefeitura iniciou o processo de restauração da área, que foi feito através do plantio total, somando 55 hectares de floresta restaurada. Foram plantadas 158.400 mudas pertencentes a 76 espécies (MULER 2014).

A proporção de espécies escolhidas foi de: 55% de leguminosas de rápido crescimento; 25% de pioneiras e secundárias iniciais; 15% de secundárias tardias e climáceas e 5% de frutíferas e exóticas. A lista de espécies introduzidas no plantio encontra-se em anexo (Anexo 1).

O solo local possui textura argilo-arenosa, de coloração marrom escura com presença de camada de matéria orgânica bem decomposta. A serapilheira é heterogênea e abundante, formando camadas de até 10 cm de espessura. A profundidade do solo é parcialmente limitante, havendo presença de afloramento rochoso e blocos de rocha ao longo do reflorestamento (SMAC, 2019).

A vegetação é classificada como floresta ombrófila densa, o clima da região é caracterizado como Af tropical úmido, sem estação seca definida, de acordo com a classificação de Köppen. Segundo o INPE (2020) a temperatura anual média é de 23,6°C e a precipitação pluviométrica anual média é de 1709 mm. Na Figura 2 é mostrada a distribuição média de precipitação e temperatura nos meses ao longo do ano.

Figura – 2: Dados de precipitação e temperatura de 30 anos de observação no bairro de Campo Grande, Rio de Janeiro – RJ.



Fonte: (INPE, 2020; MODIFICADO)

Moradores locais relataram que houve a realização da supressão vegetal total da encosta para exploração da rocha matriz, funcionando por alguns anos uma pedreira onde hoje se encontra o reflorestamento. Desta forma o horizonte do solo foi descaracterizado para a exploração do material rochoso.

A primeira implantação do reflorestamento Cantagalo foi realizada em dezembro de 1992 através do Projeto Mutirão Reflorestamento e encontra-se atualmente ativa, sendo realizada principalmente a manutenção na área das trilhas. O plantio foi realizado na vertente norte da encosta e encontra-se estabelecido (SMAC, 2019).

Na área do reflorestamento foram distribuídas 9 parcelas, enquanto na área de referência e área degradada foram distribuídas 8 e 2 parcelas respectivamente. As parcelas demarcadas apresentaram as dimensões de 10 m de largura por 10 m de comprimento (100 m²), foram distribuídas de acordo com os dados coletados no inventário piloto e respeitando o cálculo de suficiência amostral e mantendo um coeficiente da variação próximo de 10%.

3.2 PARÂMETROS VEGETACIONAIS

3.2.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

O levantamento florístico das espécies arbustivas e arbóreas foi realizado pela identificação de todos os indivíduos arbóreos com diâmetro altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm e, posteriormente, foi registrado informações sobre a altura e o diâmetro.

Para o levantamento de indivíduos regenerantes, foram identificadas e mensuradas as alturas de todos que apresentaram, dentro da parcela, altura maior ou igual a 40 cm ($H \geq 40$ cm) e $DAP < 5$ cm.

No campo, os indivíduos foram identificados conforme seu nome vulgar e posteriormente identificado o nome científico, família e qual grupo ecológico pertenciam com auxílio de material bibliográfico e da ferramenta flora do Brasil. As

espécies foram identificadas de acordo com sua síndrome de dispersão em anemocórica, zoocórica e autocórica (VAN DER PIJL, 1982).

3.2.2 AVALIAÇÃO DA SIMILARIDADE FLORÍSTICA

A similaridade florística foi calculada através dos índices de Jaccard (1908) e Sørensen (1948). Ambos os índices são binários e expressam presença ou ausência de espécies em diferentes ambientes. Para determinação do cálculo foram utilizadas as seguintes fórmulas.

Sørensen:

$$s1 = \frac{a}{a + b + c}$$

Jaccard:

$$s2 = \frac{2a}{2a + b + c}$$

3.2.3 AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DA VEGETAÇÃO

Para a determinação da dinâmica da vegetação local foram coletadas as seguintes variáveis: densidade total, número de famílias e de espécies, e os índices de diversidade de Shannon e de equabilidade de Pielou. Abaixo são detalhados como foram obtidas cada uma dessas variáveis.

Densidade Total (DT):

A densidade total foi obtida utilizando-se a seguinte fórmula:

$$DT = \frac{N}{A}$$

onde: N é o número total de indivíduos e A é a área expressa em hectare.

Índice de Shannon:

O índice varia de 0 a 5, valores mais altos indicam maior diversidade e expressam elevada diversidade ecológica, enquanto valores menores indicam que há predominância de uma ou algumas poucas espécies no ambiente, diminuindo a diversidade da comunidade (SHANNON, 1948). O índice de Shannon foi obtido utilizando-se a seguinte fórmula:

$$H' = -\sum pi \ln$$

Sendo, $Pi = ni / N$

onde: ni é o número de indivíduos amostrados da espécie i, e N é o número total de indivíduos

Índice de Pielou:

Este índice representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes, sendo que os valores podem variar de 0 a 1. Valores tendendo a 1 indicam maior uniformidade da comunidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes, enquanto valores próximos de 0 indicam que uma ou poucas espécies dominam o ambiente (PIELOU, 1966). O índice de Pielou foi obtido utilizando-se a seguinte fórmula:

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

onde: H é o Índice de Shannon e S é o número de espécies.

3.3 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA E ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO

3.3.1 AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO ADULTA

A análise da vegetação adulta foi realizada por meio de parâmetros fitossociológicos: frequências absoluta e relativa, densidades absoluta e relativa, dominâncias absoluta e relativa de acordo com MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), utilizando o programa FITOPAC 1.6 (SHEPHERD, 2006). Com base nestes resultados foram obtidos os valores de importância (VI).

Para avaliação da distribuição vertical e horizontal da vegetação adulta ($DAP \geq 5$ cm) os indivíduos foram estratificados em diferentes classes de altura e diâmetro com intervalos de 5 m e 5 cm respectivamente, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de amplitude de diâmetro e altura para distribuição de indivíduos adultos.

	Diâmetro (cm)	Altura (m)
Classe I	5 – 10	< 5
Classe II	10,1 – 15	5,1 – 10
Classe III	15,1 – 20	10,1 – 15
Classe IV	20,1 – 25	15,1 – 20
Classe V	25,1 – 30	20,1 – 30
Classe VI	30,1 – 35	–
Classe VII	35,1 – 40	–
Classe VIII	40,1 – 45	–
Classe IX	> 45	–

Fonte: (LASTE, 2011; MODIFICADO)

3.3.2 AVALIAÇÃO DO ESTRATO REGENERANTE

A regeneração natural arbustivo-arbórea foi avaliada por meio da estimativa do índice de regeneração e distribuição vertical dos indivíduos amostrados, como realizados por (CHADA, 2001) e (LASTE, 2011). Para isso o material foi distribuído em três classes de altura e, para o diâmetro, foram considerados indivíduos menores que 5 cm, como mostrado na Tabela 3.

A distribuição vertical foi analisada por meio de construção de gráficos com base no número de indivíduos amostrados em cada classe de altura. Foram calculados

os valores de importância da comunidade regenerante, assim como os índices de diversidade de Shannon e Pielou.

Tabela 2 - Classes de amplitude de altura diâmetro para distribuição de indivíduos regenerantes.

	Altura (cm)	Diâmetro (cm)
Classe I	0,40 – 1,40	< 5cm
Classe II	1,41 – 2,40	< 5cm
Classe III	> 2,41	< 5cm

Fonte: (LASTE, 2011; MODIFICADO)

A amostragem em diferentes classes de altura tem como intuito cobrir o maior espectro ontogênico possível na estrutura florístico-estrutural da comunidade em regeneração (AGUIAR et al., 2017). Assim como compor variáveis ecológicas e climáticas da comunidade.

3.4 BANCO DE SEMENTES

O potencial do banco de sementes foi caracterizado quanto a sua composição e densidade de propágulos. Foram coletadas amostras de solos e serapilheira, e posteriormente realizado os ensaios de germinação em casa de vegetação na sede da Embrapa Agrobiologia – RJ.

As amostras foram retiradas de forma aleatória com o auxílio de um gabarito de madeira (0,25 m x 0,25 m), onde foi recolhida a camada de serapilheira e amostra de solo até a profundidade de 5 cm. Em cada parcela das áreas estudadas foram coletadas quatro amostras.

As amostras foram devidamente identificadas e armazenadas. Mais tarde o material foi levado para casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia – RJ, o conteúdo foi separado e todo material de tamanho grosseiro que pudesse dificultar a germinação das sementes foi descartado. Posteriormente, cada amostra foi acondicionada em uma bandeja plástica com dimensões 0,25 m X 0,4 m X 0,07 m contendo um substrato de areia e vermiculita estéril na proporção de 2:1 (v:v). As bandejas foram dispostas a sol pleno e irrigação diária. O período de germinação de sementes foi de 180 dias, para que ocorresse a germinação de todos os propágulos presentes. Ao final, os indivíduos foram identificados e classificados com auxílio bibliográfico e da ferramenta flora Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA

4.1.1 ESTRATO ADULTO

No levantamento florístico da vegetação adulta realizado no reflorestamento foram constatados 101 indivíduos, distribuídos em 28 espécies e 11 famílias. Enquanto na área de floresta secundária foram levantados 103 indivíduos distribuídos em 38 espécies e 19 famílias.

Em ambas as áreas, a família com maior riqueza de espécies foi Fabaceae com 12 espécies no reflorestamento e 5 na floresta secundária. No reflorestamento ainda se

destacaram as famílias Bignoniaceae (5) e Myrtaceae (5). No anexo 2 estão distribuídas as espécies e famílias encontradas no levantamento florístico do reflorestamento morro do Cantagalo – RJ e da floresta secundária.

A família botânica Fabaceae é uma das mais representativas nas formações florestais remanescentes de Mata Atlântica, essa grande representatividade se mostra porque essa é a terceira maior família de angiospermas, com cerca de 751 gêneros e 19.500 espécies (FLORA DO BRASIL, 2022). No Brasil é representada por 2.756 espécies, das quais 54,7% são endêmicas no País (BFG 2015).

Desta forma se espera que esta família ocupe lugar de destaque, tanto nas formações naturais como nos reflorestamentos, onde, em função da rápida cobertura do dossel e maior resistência a ambientes desfavoráveis, essas espécies são amplamente escolhidas para compor os projetos de restauração florestal.

Além da família Fabaceae, que promove ganhos ecológicos tanto acima quanto abaixo do piso florestal, se destacaram no levantamento florístico do reflorestamento as famílias Bignoniaceae e Myrtaceae. Essas se destacam pela atratividade de polinizadores e vetores de dispersão de sementes, daí a importância dessas duas famílias na restauração florestal. Projetos de recuperação de áreas degradadas devem incorporar espécies que produzam frutos atrativos para a fauna local, proporcionando dispersão de sementes e aumentando a biodiversidade da área.

Segundo Leitão Filho (1993) e Tabarelli (1997), a presença de indivíduos da família Myrtaceae são características de florestas em estados sucessionais avançados ou maduras. Além de indicar que há ocorrência de fluxos biológicos e o avanço do processo sucessional na área (SCARIOT; REIS, 2010). As espécies da família Myrtaceae apresentam dispersão de sementes zoocóricas, a sua alta ocorrência no reflorestamento é um dos indicativos de sucesso no empreendimento de recuperação da área, uma vez que a presença de animais faz parte do planejamento inicial e da análise final de áreas consideradas restauradas.

A área do reflorestamento apresentou 32% de espécies com dispersão zoocórica, enquanto a floresta secundária apresentou 42%. A ocorrência de espécies com hábito zoocórico é fundamental para sucessão vegetal e para a entrada de outras formas de vida nas áreas em processo de restauração. Mikish e Silva (2001) comentam que tais espécies servem como fonte de alimento para a fauna e que, tal predominância pode acentuar a contribuição das espécies zoocóricas no aumento da riqueza específica e complexidade estrutural.

No levantamento florístico do reflorestamento morro do Cantagalo houve a predominância de espécies não zoocóricas, diversos autores comentam que em florestas de encosta, frequentemente ocorre essa dominância, pois a maior parte dos indivíduos não zoocóricos é representado por espécies da família Fabaceae, entretanto essas espécies geralmente são emergentes e no processo de sucessão logo serão substituídas (ROTH, 1987; YAMAMOTO et al., 2007; LOPES et al., 2014; MIRANDA et al., 2019).

Quanto ao grupo ecológico, no reflorestamento houve 44% de ocorrência de espécies primárias, enquanto na floresta secundária apenas 20% das espécies pertencem a este grupo. Tais resultados se enquadram dentro da normalidade encontrada na floresta ombrófila densa, tanto para áreas maduras quanto para locais que foram revegetados.

Esses resultados evidenciam que o reflorestamento ainda necessita de mais tempo para que ocorra a sucessão vegetal, no entanto os outros 56% de espécies que

compõem a área são secundárias iniciais ou tardias. Isso indica que, apesar de não possuir a mesma proporção da floresta secundária, o reflorestamento já apresenta maioria de espécies secundárias iniciais ou tardias, indicando que o processo de sucessão está ocorrendo.

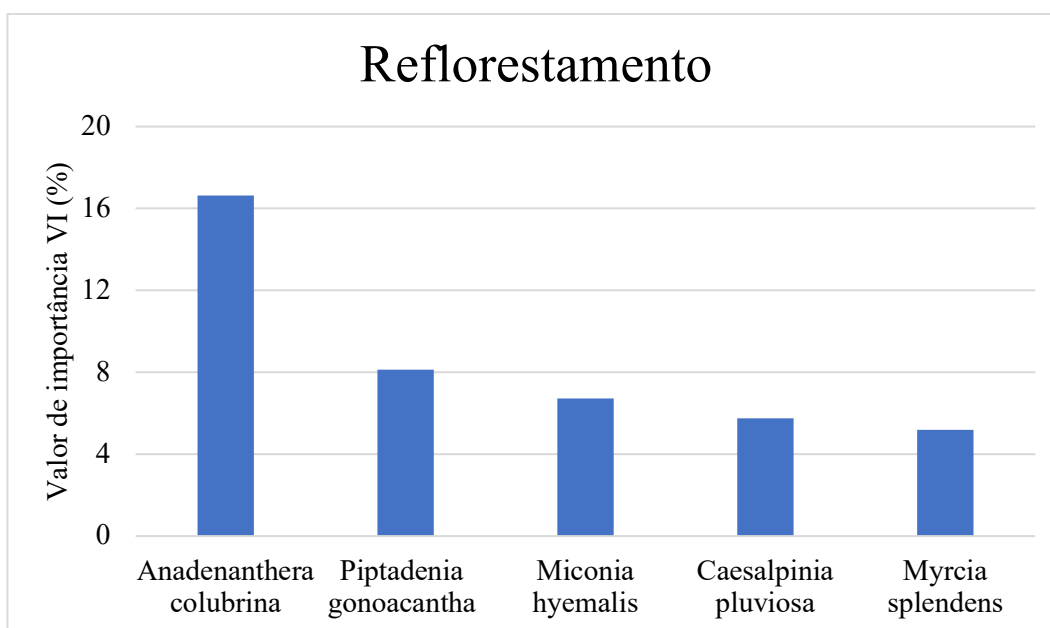
As áreas demonstraram pouca similaridade florística, apresentando um índice de Sorensen 0,34 e Jaccard de 0,31. Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) comentam que duas comunidades podem ser consideradas floristicamente similares quando o índice de Sorensen for superior a 0,5 ou 50%. Desta forma pode-se classificar a similaridade entre o reflorestamento e a floresta secundária como baixa, isso evidencia que o reflorestamento ainda necessita de mais tempo para a incorporação de espécies vindas de outras áreas.

A baixa similaridade aliada a pouca ocorrência de espécies zoocóricas evidenciam que ainda existem barreiras para a introdução de novas espécies no reflorestamento, esse obstáculo pode estar sendo ocasionado pela falta de fauna dispersora ou diversos eventos estocásticos que influenciam a produção de sementes, sua dispersão, germinação e/ou estabelecimento local.

Fatores climáticos também têm sido apontados como barreiras para o estabelecimento de espécies. Valente et al. (2011) comenta que os principais fatores envolvidos são: chuva e neblina, umidade do ar, temperatura e ventos. No entanto a floresta secundária e o reflorestamento se encontram a uma distância de pouco mais de dois mil metros uma da outra, e tais fatores não apresentam grandes variações entre as duas comunidades.

A espécie com maior valor de importância no reflorestamento foi *Anadenanthera colubrina* com 16,62%, seguida por *Piptadenia gonocantha* e *Miconia hyemalis*, com 8,14% e 6,72% respectivamente. Na Figura 3 encontram-se as espécies com os maiores valores de importância no reflorestamento.

Figura – 3: Maiores valores de importância VI (%) das espécies arbóreas levantadas no reflorestamento.



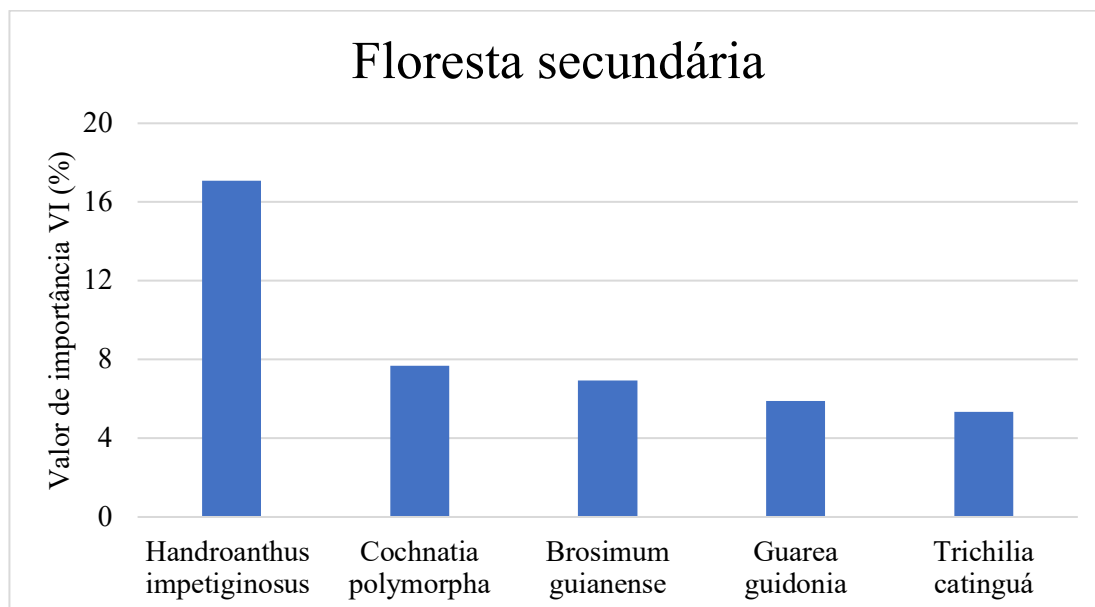
A espécie *Anadenanthera colubrina* é nativa do Brasil e tem ocorrência no Bioma Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, sendo assim a espécie apresenta resistência a variações climáticas diversas, e uma plasticidade de ambientes onde pode se estabelecer. Pareyn et al. (2018) comentam que a espécie é bastante utilizada em reflorestamentos e arborização urbana, assim como para o enriquecimento de nitrogênio do solo e como espécie atrativa de abelhas e insetos polinizadores, já que também é uma planta melífera, auxiliando assim na manutenção das comunidades de abelhas e insetos nativos.

Por ter síndrome de dispersão autocórica muitas vezes suas sementes permanecem próximas da planta mãe, desta forma seus propágulos ficam mais sujeitos a predadores. Outro fator é que suas sementes são recalcitrantes e se degeneram rapidamente, motivos pelo qual a *Anadenanthera colubrina* não aparece no estrato regenerante e nem no banco de sementes do solo do reflorestamento.

Já *Piptadenia gonoacantha* é uma espécie nativa com ocorrência em estados do sul, sudeste e centro-oeste brasileiro, é classificada como pioneira e conhecida pelo seu rápido crescimento, em função disso essa espécie é bastante utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA; CORTINES, 2008).

Na floresta secundária a espécie *Handroanthus impetiginosus* apresentou o maior valor de importância VI (%) com 17, seguida por *Gochnatia polymorpha* e *Brosimum guianense* com 7,7 e 6,9 respectivamente. Na Figura 4 encontram-se as espécies com os maiores valores de importância na floresta secundária.

Figura – 4: Maiores valores de importância VI (%) das espécies arbóreas levantadas na floresta secundária.



A espécie *Handroanthus impetiginosus* é considerada uma secundária tardia ou clímax e habita locais relativamente bem conservados, ocorre em todas as regiões do Brasil, com exceção apenas do sul do país. A espécie possui madeira durável e de alta qualidade (SHANLEY; MEDINA, 2005). Devido à sua grande empregabilidade

madeira, os poucos exemplares existentes vivem de forma isolada e a exploração é intensa nas regiões de ocorrência natural, justificando sua inclusão em diversos trabalhos de conservação (SILVA, 2015).

A área do reflorestamento apresentou 1.340 ind./ha e uma área basal de 16 m²/ha enquanto a floresta secundária apresentou 1.200 ind./ha e área basal de 26 m²/ha. Tabareli e Montovani (2001) comentam que tais resultados apresentam certa normalidade, pois parâmetros de estrutura da vegetação são recuperados mais tardiamente, porém a densidade de indivíduos costuma ser um parâmetro que se recupera e se assemelha a ecossistemas de referência mais cedo. Oliveira (2019) em um reflorestamento com 26 anos após a implantação do projeto em Niterói – RJ, encontrou valores semelhantes, 1.375 ind./ha e área basal de 20 m²/ha.

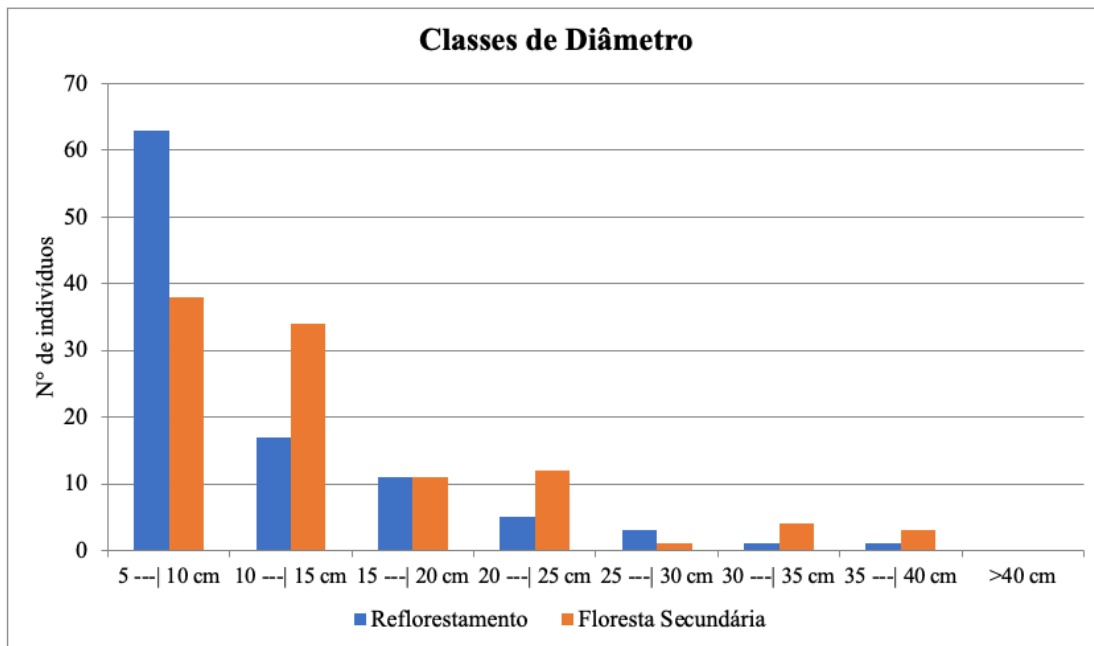
A maior densidade de indivíduos deve-se principalmente ao espaçamento controlado usado nos reflorestamentos, enquanto que na floresta secundária o espaçamento entre plantas é reduzido. A área basal encontrada na área do reflorestamento também contribuiu para uma maior densidade, uma vez que indivíduos finos ocupam o piso florestal e influenciam diretamente a densidade local.

Tais resultados mostram que a área do reflorestamento apresenta valores próximos aos encontrados em outros reflorestamentos com mesma idade, no entanto ainda se apresenta abaixo quando comparado com áreas em processos sucessionais mais avançados, sendo assim pode-se classificar o reflorestamento como em processo de sucessão intermediário.

Por outro lado, Góes e Quintela (2015) comentam que a densidade do plantio usada em cada reflorestamento pode interferir no cálculo da área basal, muito embora Melo e Durigan (2007) também considerem a área basal como o melhor indicador para se avaliar uma comunidade e para comparar diferentes comunidades. Pois tal variável está diretamente ligada com os processos estruturais da vegetação.

Na Figura 5 é mostrada a distribuição em classes os valores de diâmetro das espécies encontradas nas áreas estudadas. É possível observar um ‘J’ invertido tanto para o reflorestamento quanto para a floresta secundária, evidenciando uma maior concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetro. Esse comportamento da comunidade indica que a mesma possui capacidade de se autorregenerar após perturbações. Laste (2011) trabalhando com o mesmo método de estratificação em reflorestamento em Angra dos Reis – RJ encontrou valores similares, a autora indica que tais resultados se mostram como um bom indicativo da evolução dos fragmentos florestais, e a ausência de classes de maior diâmetro se deve a pouca idade do reflorestamento.

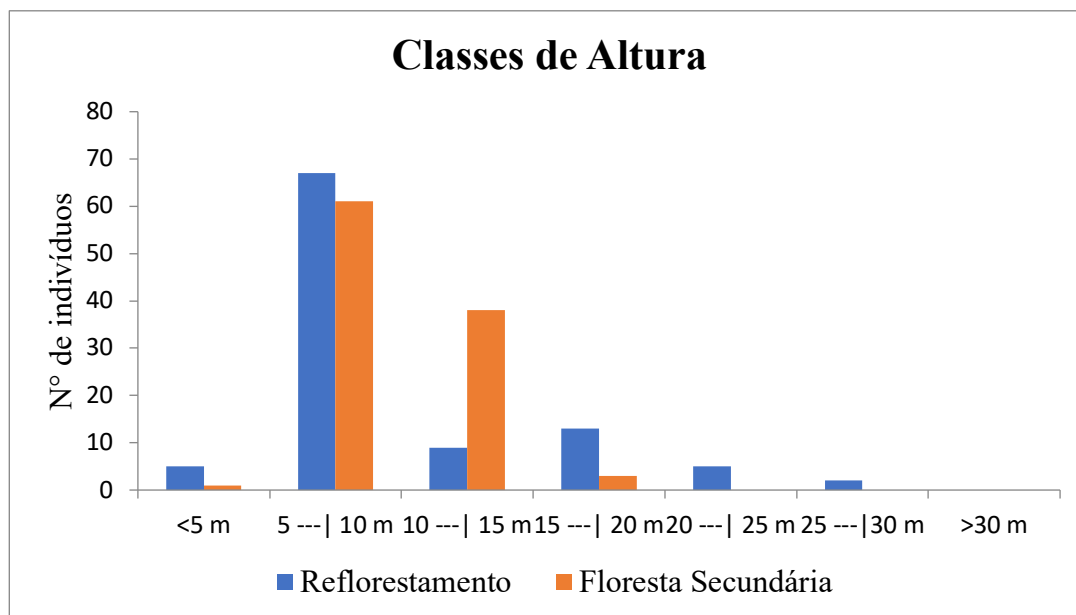
Figura – 5: Estratificação dos indivíduos arbóreos em classes de diâmetro.



Na estratificação dos indivíduos pela altura, é possível observar na Figura 6 uma maior concentração de indivíduos nas maiores classes de altura em relação a floresta secundária, isso se deve principalmente aos indivíduos pertencentes a espécie *Acacia auriculiformis*, encontrada somente no reflorestamento, essa espécie possui como característica seu grande porte, podendo atingir facilmente 30 m de altura.

É possível identificar que o reflorestamento possui alta quantidade de espécies distribuídas nas menores classes de altura, isso indica uma comunidade jovem. Com um dossel florestal ainda em formação em alguns pontos, tais indivíduos foram recrutados ao estrato adulto mais recentemente.

Figura – 6: Estratificação dos indivíduos arbóreos levantados em classes de altura.



Os índices de diversidade de Shannon e Pielou (Tabela 3) apresentaram resultados ligeiramente maiores na floresta secundária em comparação aos dados obtidos no reflorestamento. Muler (2014) ao avaliar o mesmo reflorestamento e área de referência encontrou ($H' = 3,23$ e $J' = 0,78$), e ($H' = 3,72$ e $J' = 0,87$) respectivamente, tal diferença justifica-se em função dos diferentes níveis de inclusão, esforço amostral e identificação taxonômica utilizada nos diferentes estudos.

Tabela – 3: Índices de diversidade para vegetação adulta nas áreas de estudo.

Variável	Shannon	Pielou
Reflorestamento	3,07	0,83
Floresta secundária	3,64	0,92

Baseado nesses resultados pode-se afirmar que a área do reflorestamento morro do Cantagalo apresenta uma diversidade bastante satisfatória, demonstrando valores próximos ao fragmento florestal preservado.

4.1.2 ESTRATO REGENERANTE

No anexo 3 está a distribuição de espécies do estrato regenerante no reflorestamento morro do Cantagalo – RJ e da floresta secundária. No reflorestamento foram levantados 738 indivíduos, distribuídos em 65 espécies e 25 famílias, enquanto no estrato regenerante da floresta secundária foram levantados 406 indivíduos distribuídos em 41 espécies e 24 famílias.

No reflorestamento constatou-se uma maior presença de espécies da família Fabaceae. Assim como evidenciada para a vegetação adulta, no estrato regenerante 24,61% dos indivíduos pertencem a essa família. A família Bignoniaceae com seis espécies, Melastomataceae com cinco espécies, Meliaceae e Myrtaceae ambas com quatro espécies também se destacaram no reflorestamento morro do Cantagalo.

Assim como verificado na vegetação adulta, não há uma ou poucas famílias que dominam o estrato regenerante na floresta secundária, ocorrendo uma distribuição mais uniforme. Enquanto na área do reflorestamento a família Fabaceae domina tanto o dossel florestal como o estrato regenerante

A família Fabaceae apresentou uma riqueza de espécies já esperada, uma vez que tal família é característica dessa formação florestal, sendo destaque em outros trabalhos, como os realizados por: Alves et al. (2012); Roppa et al. (2012); Jesus et al. (2016); Lopes et al. (2016) e Lima et al. (2017) que também registraram a família Fabaceae como a de maior riqueza.

Lima et al. (2017) comentam ainda que riqueza dessa família assegura à produtividade na grande maioria dos ecossistemas terrestres, devido principalmente, a sua atuação na função de fixação de nitrogênio. Motivo este que faz da família Fabaceae ser a mais abundante em projetos de restauração florestal, em função a adaptações aos diversos tipos de terrenos e estresses naturais, comuns de áreas perturbadas.

O reflorestamento apresenta 38% de espécies zoocóricas no estrato regenerante, a floresta secundária por sua vez possui 50% de espécies com síndrome de dispersão zoocórica em seu estrato regenerante. Tais resultados mostram que o reflorestamento ainda recruta poucas espécies que necessitam de animais para sua dispersão. Sendo assim, pode-se sugerir que na área do reflorestamento do morro do Cantagalo ainda existam barreiras para a entrada de animais que podem ser essenciais para a dispersão de tais espécies.

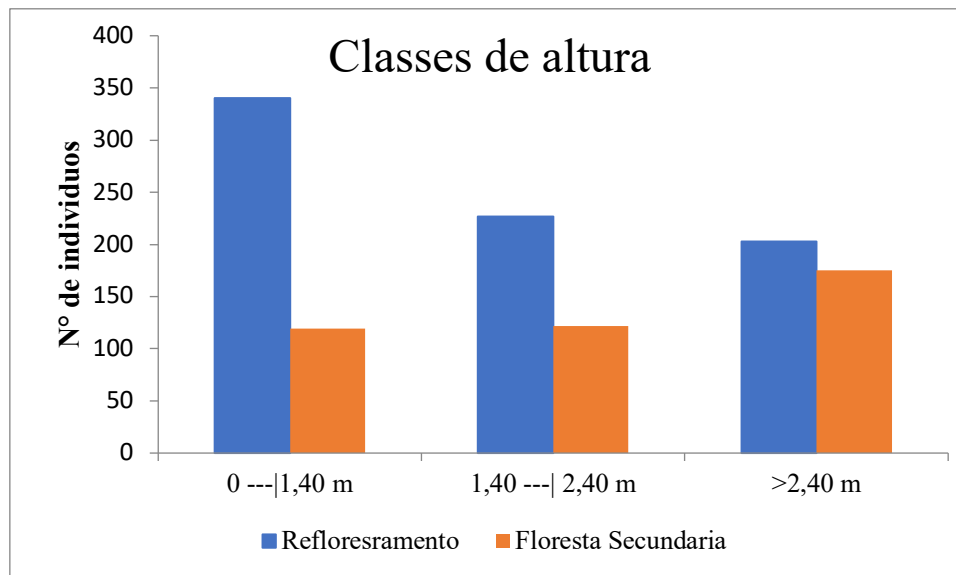
Uma das barreiras é o intenso trânsito de pessoas no local, a prefeitura do município do Rio de Janeiro – RJ mantém funcionários que percorrem a área do reflorestamento diariamente, com o intuito de preservar as trilhas e combater possíveis danos. Além dos funcionários foi constatada a presença de terceiros com intuito de se aventurar no local. Esse intenso tráfego de pessoas pode estar afugentando os animais dispersores.

O estrato regenerante do reflorestamento apresentou uma densidade total de 7700 indivíduos por hectare, enquanto na floresta secundária o mesmo estrato apresentou uma densidade de 5200 indivíduos por hectare. Os valores maiores do reflorestamento devem-se principalmente as espécies *Piper aduncum* e *Myrcia splendens*, tais espécies apresentaram as maiores ocorrências de indivíduos, 102 e 96 respectivamente. Juntas essas espécies são responsáveis por 25,7% da densidade relativa local, ambas também apresentaram os maiores valores de importância da área.

Na Figura 7 é mostrada a distribuição dos indivíduos em classes de altura. O reflorestamento apresentou o maior número de indivíduos na classe I (0-1,40 cm), enquanto a floresta secundária apresentou uma maior concentração na classe III (>2,40).

No reflorestamento a maior concentração de indivíduos na classe I deve-se pela intensa entrada de luz através do dossel florestal, que por sua vez ainda não está bem formado quando comparado com a floresta secundária. A área de referência possui ainda o menor número de indivíduos na classe I, indicando que sobra pouca luz no piso florestal para esses indivíduos se desenvolverem.

Figura – 7: Estratificação dos indivíduos regenerantes em classes de altura.

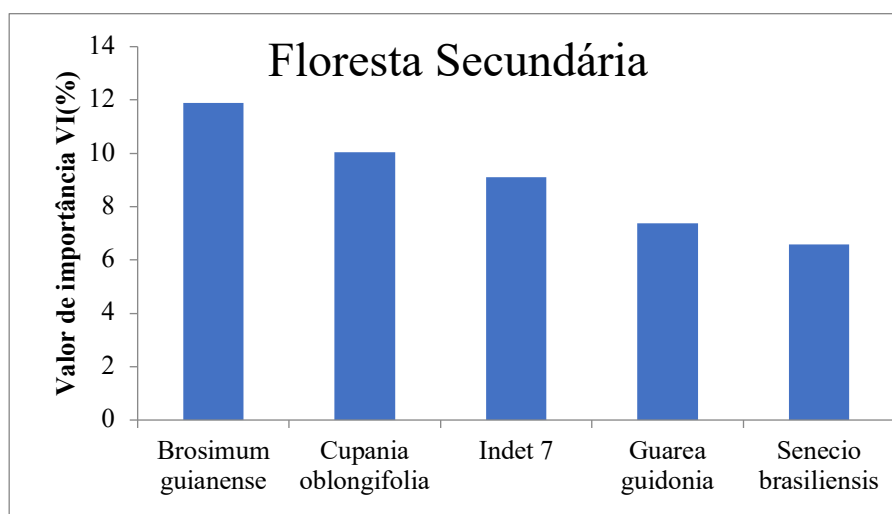


Laste (2011) ao avaliar um fragmento florestal onde foi implantado um projeto de reflorestamento em Angra dos Reis – RJ, utilizando o mesmo critério de inclusão de classes, constatou que com o passar dos anos a frequência de indivíduos em classes menores foi diminuindo conforme o amadurecimento do local.

Ao comparar o reflorestamento com a mata secundária tal afirmação pode ser corroborada. Tal fator ocorre justamente pela ausência de luz que ocorre no piso florestal com o amadurecimento da floresta.

Na floresta secundária a espécie *Brosimum guianense* apresentou o maior valor de importância VI (%) com 11,9 seguida por *Cupania oblongifolia* com 10. Na Figura 8 encontram-se as espécies com os maiores valores de importância no estrato regenerante da floresta secundária.

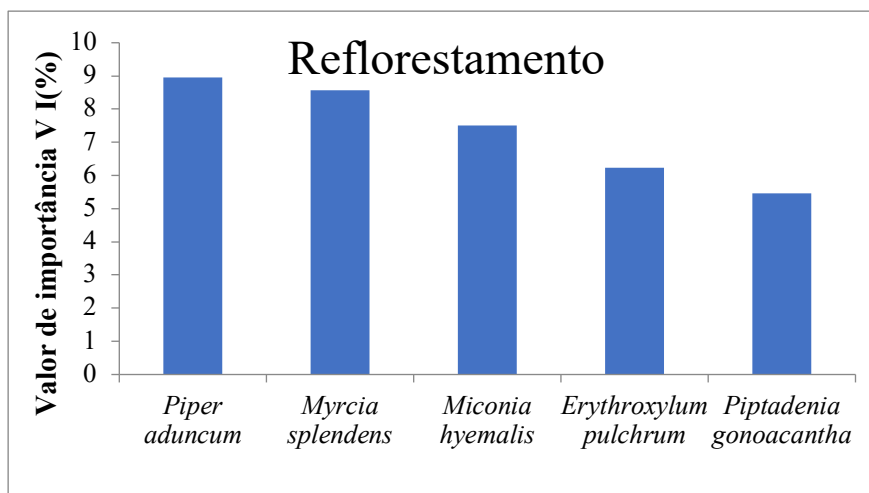
Figura – 8: Maiores valores de importância encontrados no estrato regenerante da floresta secundária.



No estrato regenerante do reflorestamento a espécie *Piper aduncum* apresentou o maior valor de importância VI (%) com 8,9 seguida por *Myrcia splendens* com 5,6. Na

Figura 9 encontram-se as espécies com os maiores valores de importância no estrato regenerante do reflorestamento.

Figura – 9: Maiores valores de importância encontrados no estrato regenerante do reflorestamento.



A espécie *Piper aduncum* apresenta grande distribuição pelo Brasil, possui grande utilização na medicina, se destacando ainda com uma variedade de componentes encontrados em seu óleo essencial, de grande importância para a indústria farmacêutica (SOUSA et al., 2020).

A espécie apresenta hábito vegetativo arbustivo-arbóreo, isso se apresenta como positivo para a área do reflorestamento, uma vez que é de extrema importância a chegada de novas formas de vida diferentes das que foram implantadas no projeto de restauração. No entanto, a grande quantidade de indivíduos da espécie pode se tornar um problema para o local. Segundo Hartemink et al. (2005) a espécie é nativa da América Central e em alguns países é considerada como invasora. Ao dominar o estrato regenerante do reflorestamento a espécie pode ser tornar invasiva e impedir o desenvolvimento de outras espécies, sendo assim se faz necessário avaliações mais criteriosas para identificar se tal problema ocorre na área.

Já a espécie *Myrcia splendens* ocorre de forma natural nas regiões nordeste, centro-oeste, sul e sudeste, com ampla distribuição nas duas últimas. A espécie foi amostrada na vegetação adulta do reflorestamento, no entanto não houve grande quantidade de indivíduos amostrados, a mesma não foi encontrada na floresta secundária. Sendo assim credita-se que a espécie está se instalando no ambiente através de propágulos oriundos do próprio reflorestamento, em função do seu ótimo mecanismo de dispersão de sementes, apresentando dispersão por pequenos animais, como pássaros.

A presença de *Myrcia splendens* no estrato regenerante do reflorestamento se mostra como um ponto positivo, tal ocorrência indica a presença pássaros no local, sabe-se que incorporar outras formas de vida é essencial para a completa restauração de ecossistemas antes degradados.

Na Tabela 4 é mostrado os índices de diversidade do estrato regenerante. A vegetação apresenta como característica uma maior diversidade quando comparada com

a vegetação adulta, isso ocorre em função dos propágulos que chegam do próprio ambiente como de áreas adjacentes, alimentando o piso florestal com novos indivíduos.

Lima et al (2017), avaliando a diversidade de espécies arbóreas na regeneração natural de um fragmento florestal na mata atlântica, encontrou um índice de Shannon (H') = 3,10 e a equabilidade de Pielou (J') = 0,74. Colmanetti et al (2015), encontraram um índice de Shannon (H') = 2,46 e Pielou (J') 0,60 em uma área em Mogi Guaçu – SP, 20 anos após reflorestamento.

Tabela – 4: Índices de diversidade para vegetação regenerante nas áreas de estudo.

Variável	Shannon	Pielou
Reflorestamento	3,27	0,78
Floresta secundária	3,01	0,80

Tais resultados evidenciam que o reflorestamento morro do Cantagalo apresenta uma diversidade bastante aceitável para uma área que foi restaurada a pouco tempo, se assemelhando, neste aspecto, a fragmentos florestais já consolidados.

Danaë et al. (2019), ao estudarem florestas tropicais ao redor do mundo, evidenciaram que podem levar cinco décadas para se recuperar a riqueza de espécies que normalmente é encontrada em florestas maduras bem preservadas, e que 20 anos de regeneração são necessários para que cerca de 80% do número de espécies retorne para a área.

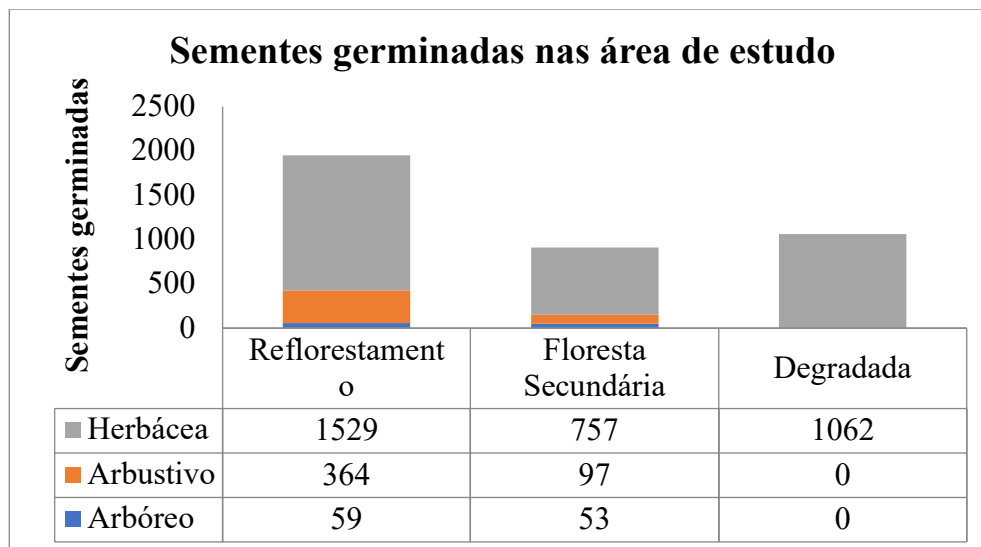
Tal afirmação pode ser corroborada ao comparar a diversidade do estrato regenerante do reflorestamento com a floresta secundária neste estudo. Após 30 anos a área reflorestada apresenta diversidade maior, isso se deve principalmente a chegada de novos propágulos, que a área do reflorestamento permite que se desenvolvam, ao contrário da floresta secundária, pois a ausência de luz nos pontos mais baixos da floresta e uma maior competição mostram-se como uma barreira para que tais espécies se desenvolvam.

4.1.3 BANCO DE SEMENTES

Um total de 5199 indivíduos distribuídos em 169 espécies e pertencentes a 56 famílias botânicas germinaram no banco de sementes do solo, considerando as três áreas levantadas. Destas espécies, 23 possuem o hábito arbóreo, 7 arbustivos e 139 herbáceo. No anexo 4 é mostrada a distribuição das espécies encontradas nas áreas de estudo, suas famílias e seus hábitos vegetativos.

A área degradada apresentou 100% de sementes com hábito vegetativo herbáceo, enquanto a floresta secundária apresentou 53 indivíduos arbóreos e o reflorestamento 59, este último foi ainda a área com maior quantidade de sementes germinadas, totalizando 2192. Na Figura 10 é mostrada a distribuição da quantidade de sementes germinadas por área e seu hábito vegetativo

Figura – 10: Quantidade de sementes germinadas por área de estudo.



A densidade média de propágulos encontrados nas parcelas do reflorestamento foi de 740 sementes/m², enquanto no fragmento de floresta secundária foi de 455 sementes/m², e na área degradada 2124 sementes/m². Os valores de densidade encontrados na floresta secundária e no reflorestamento podem ser considerados intermediários, pois segundo Garwood (1989), em florestas tropicais secundárias e primárias a densidade de sementes fica em torno de 1.650 sementes/m² e 380 sementes/m². A densidade encontrada ainda se apresenta próxima ao valor de 872 sementes/m² estimado em trecho de Floresta Atlântica no Parque Estadual de Intervales, SP (BAIDER et al., 1999). Contudo, como indicador de avaliação de restauração, o banco de sementes deve ser analisado quanto à distribuição da sua densidade entre espécies de diferentes formas de vida.

No reflorestamento as famílias com maior riqueza foram Melastomataceae, Cyperaceae e Piperaceae. Baider et al. (1999) relatam a importância do banco de sementes no estabelecimento de espécies da família Melastomataceae. Segundo estes autores, as espécies da família Melastomataceae compõem o principal grupo de árvores e arbustos pioneiros observado na colonização de clareiras.

Dentre os indivíduos arbóreos, que são os de maior importância neste levantamento, sobressaíram-se as famílias Myrtaceae, Myrsinaceae e Malvaceae. As espécies *Myrcia splendens* e *Luehea divaricata* se destacaram. A primeira conta com o mecanismo de dispersão por animais, e a mesma foi detectada no levanto do estrato adulto da área, e foi a segunda espécie mais abundante no levantamento da comunidade regenerante, sendo assim pode-se afirmar que tanto a chegada dessas sementes quanto a ocorrência da espécie no estrato regenerante são de origem do próprio reflorestamento. A presença dessa espécie no banco de sementes do solo indica ainda que, os dispersores de *Myrcia splendens* não estão encontrando dificuldades para atuar na área.

Na floresta secundária o maior número de indivíduos germinados foi da espécie *Brosimum guianense*, que também foi a mais abundante no levantamento florístico e fitossociológico da vegetação adulta local. A espécie também foi encontrada no estrato

regenerante e apresentou o maior valor de importância (VI). Segundo Pederneiras et al. (2011) a espécie apresenta grande importância florestal no estado do Rio de Janeiro e é considerada vulnerável, sendo assim, seu levantamento e preservação em fragmentos florestais no estado torna-se de grande importância.

Na área degradada observou-se predomínio de sementes germinadas da espécie *Euphorbia hirta*, que corresponde a 60% do total dos indivíduos que germinaram no banco de sementes. Esta espécie exerce forte competição com outras espécies e é considerada invasora. Apesar de não afetar culturas ela se multiplica facilmente por áreas abandonadas impedindo a colonização. A espécie não foi encontrada na floresta secundária e no reflorestamento, indicando controle a partir do estabelecimento de comunidades arbóreas.

5. CONCLUSÃO

A revegetação local demonstrou ser uma técnica eficiente para recuperar a área, tal intervenção ativou o processo de sucessão vegetal, verificado pela formação de um estrato regenerante robusto e a formação de um banco de sementes, assim como a chegada de novas espécies na área.

Porém, a composição florística do reflorestamento mostrou que o mesmo ainda não se assemelha a um ecossistema de referência, evidenciado pela pouca presença de espécies zoocóricas e muitas espécies iniciais na sucessão ecológica.

O reflorestamento apresentou ainda maior diversidade de espécies no estrato regenerante, e uma diversidade menor quando comparada a área de referência no estrato adulto. Por se tratar de um ecossistema ainda jovem, o estrato regenerante ainda não ascendeu para assumir lugar de destaque no reflorestamento.

Desta forma, pode-se afirmar que o reflorestamento ainda se caracteriza como uma área em processo de restauração, necessitando de mais tempo para ser considerada restaurada.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, F. S.; CORTINES, E. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. **Floresta e Ambiente**. v.15, n.2, p. 18 - 23, 2008.
- ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C.; FARIAS, S. G. G.; SILVA, R. B.; OLIVEIRA, T. M. Regeneração natural em um fragmento florestal urbano em diferentes formatos de unidades amostrais. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v.7, n.2, p.169-178, 2012.
- BAIDER, C. TABARELLI, M. MONTOVANI, W. O banco de sementes em um trecho de floresta atlântica montana. *Revista Brasileira de Biologia*, 59, 319-328, 1999.
- BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66: 1085-1113. 2015.
- CHADA, S. S. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis – RJ. 2001. 105p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do solo). Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.
- COLMANETTI, M. A. A. BARBOZ, L. M. SHIRASUMA, R.T. COUTO, H. T. Z. Phytosociology and structural characterization of woody regeneration from a reforestation with native species in southeastern Brazil. **Revista Arvore**, 40, 209 – 218, 2016.
- DANAË M. A., et al. **Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests**. *Science Advances* 5, 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica período 2018 – 2019**. Relatório técnico: São Paulo – SP, 61p. 2020. Disponível em: < <http://mapas.sosma.org.br/>> Acesso em 21 de junho de 2020.
- GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. (Eds.) **Ecology of soil seed banks**. San Diego:AcademicPress, 1989. p.149-209.

GOES, L. G.; QUINTELA, M. F. Florística e estrutura de um reflorestamento no Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Internacional de Ciências** · v.5 - n.1 · jan./jun. 2015

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bulletin Society Sciences Naturelle, 44: 223 – 270, 1908.

JESUS, E. N.; SANTOS, T. S.; RIBEIRO, G. T.; ORGE, M. D. R.; AMORIM, V. O.; BATISTA, R. C. R. C. Regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas. *Floresta e Ambiente, Seropédica*, v.23, n.2, p.191-200, 2016.

KURTZ, B.C.; ARAUJO, D.S.D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*, v.51, n.78, p.69-112, 2000.

LASTE, K. C. D. Monitoramento de uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas na mata atlântica após 17 anos do plantio. 2011. 107p. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ.

LEITÃO FILHO, H. F. Ecologia da mata atlântica em Cubatão – SP. Editora UNICAMP, 1993. 184p.

LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. C.; GOLDENBERG, R. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v.141, n.6, p.1717-1725, 2008.

LIMA, R. B. A.; MARANGON, L. C.; FREIRE, F. J.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, R. K. S. Potencial regenerativo de espécies arbóreas em fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.12, Nº 4, p. 666-673, 2017.

LOPES, I. S.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; ALENCAR, A. L. Dinâmica da regeneração natural no subbosque de *Pinus caribaea* Morelet. var. *caribaea* na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré-PE. *Ciência Florestal*, v.26, n.1, p.95-107, 2016.

MIKICH, S. B. E SILVA, S. M. Composição florística e fenologia das espécies zoocóricas de remanescentes de floresta estacional semidecidual no centro-oeste do Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**.15 (1): 89-113. 2001.

MIRANDA, C. C.; DONATO, A.; FIGUEIREDO, P. H. A.; BERNINI, T. A.; ROPPA, C.; TRECE, I. B.; BARROS, L. O. Levantamento fitossociológico como ferramenta para a restauração florestal da Mata Atlântica, no Médio Paraíba do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1601-1613, 2019.

MULER, Ana Elena. Avaliação de uma Floresta Atlântica urbana em restauração: da ecologia às questões sociais. Dissertação (Mestrado em Botânica), Escola nacional de botânica tropical – RJ. 86f. 2014.

MUELLER-DOMBOIS D, ELLENBERG H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons; 1974.

PAREYN, F. G. C., ARAÚJO E. de L., DRUMMOND M. A. *Anadenanthera colubrina*: Angico. In CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: MMA, Cap. 5, p. 740-745. 2018.

PEDERNEIRAS, L. C; COSTA, A.F; ARAUJO, D. S. D; CARAUTA, J. P. P. Moraceae das restingas do estado do Rio de Janeiro. **Rodriguésia**. 62(1): 077-092. 2011.

ROPPA, C.; VALCARCEL, R.; BAYLÃO JUNIOR, H. F. Avaliação da regeneração em ecossistemas perturbados como indicador da restauração em ambientes com marcada estacionalidade, Nova Iguaçu (RJ). *Floresta*, Curitiba, v.42, n.2, p.257-268, 2012.

ROTH, I. Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types. Dordrecht: Dr W. Junk Publishers, 1987.

SANSEVERO J. B. B. et al. Natural regeneration in plantations of native trees in lowland Brazilian Atlantic Forest: community structure, diversity, and dispersal syndromes. **Restoration Ecology**, v.19, n.3, p.379-389, 2011.

SCARIOT, E. C. E REIS, A. Riqueza e estrutura florística de corredores ciliares em regeneração natural no planalto norte catarinense, Sul do Brasil. **Perspectiva**. 34 (125): 53-65. 2010.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. (eds.). Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300 p.

SILVA, A. A. Teor de nutrientes e crescimento de mudas de ipês em Latossolo Amarelo distrófico com adição e omissão de calcário e nutriente. 2015. 72 f. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2015.

SILVA, G. NASCIMENTO. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica** v. 24, p. 51-62. 2001.

SORENSEN, T. A. (1948): A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. – *K dan Vidensk Selsk Biol Skr* 5: 1-34.

SOUSA, P. C. A; SOUZA, S. S. S. E; MEIRA, F. S. Embriogênese somática e regeneração de plantas em *Piper aduncum* L. *Biologia celular e do desenvolvimento in vitro*. **56**, 618–633, 2020.

SOUZA, R. P. M. et al. Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 387-407, 2012.

TABARELLI, M; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.

TABARELLI, M; MANTOVANI, W. Colonização de clareiras naturais na floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v 20, n. 1, p. 57-66, 1997.

VALENTE, A. S. M; GARCIA, P. O; SALIMENA, F. R. G; OLIVEIRA FILHO, A. T. Composição, estrutura e similaridade florística da Floresta Atlântica, na Serra Negra, Rio Preto – MG. *Rodriguésia* 62(2): 321-340. 2011.

VAN DER PIJL, L. 1957. The dispersal of plants by bats (chiropterochory). *Acta Botanica Neerlandica*, 6: 291-315.

YAMAMOTO, K. Estimation of the canopy-gap size using two photographs taken at different heights. *Ecologic*, 2000.

CAPÍTULO 2 – ESTOQUE DE SERAPILHEIRA, FERTILIDADE DO SOLO, E ANÁLISE MICROBIOLÓGICA EM UMA ÁREA REVEGETADA APÓS 30 ANOS.

RESUMO

Analisar variáveis que influenciam a dinâmica do solo florestal se mostra como um excelente método para monitorar áreas em processo de restauração. A matéria orgânica, e sua interação com microrganismos e a fertilidade do solo são componentes essenciais para a saúde dos ecossistemas, assim avaliar tais componentes mostra-se como indispensável em estudos de monitoramento. O objetivo do estudo foi analisar a aporte de matéria orgânica, a influência nos microrganismos e sua atividade, assim como a fertilidade do solo em uma área revegetada há 30 anos atrás, e comparar com uma área degradada adjacente e uma floresta secundária próxima. O aporte de matéria orgânica será realizado com levantamento da deposição de serapilheira. Em parcelas de 100 m² foram coletadas quatro amostras simples por parcela, com auxílio de gabarito de madeira com dimensões 0,25x0,25 m. Em relação a fertilidade do solo, foram coletadas quatro amostras simples para obtenção de uma amostra composta por parcela nas profundidades 0-2,5 cm, 2,6-7,5 cm e 7,5-20 cm para análise nutricional segundo metodologia da Embrapa. Para a análise de microrganismos foram analisados o carbono de biomassa microbiana e sua atividade através da respiração basal e atividade enzimática. Não houve diferença estatística entre a área revegetada e a floresta secundária para o aporte de serapilheira no solo. A floresta secundária apresentou maior fertilidade do solo para os nutrientes K e Ca, os demais não apresentaram diferença estatística. Na análise microbiana somente a atividade enzimática demonstrou diferença estatística no reflorestamento comparado a área degradada. Conclui-se que apesar de possuir aporte de matéria orgânica, e quantidade e atividade de microrganismos parecida com a área de referência, o solo do reflorestamento ainda apresenta uma fertilidade inferior, necessitando de mais tempo para sua restauração.

Palavras-chave: fertilidade do solo; atividade microbiana; matéria orgânica do solo.

ABSTRACT

Analyzing variables that influence the dynamics of the forest floor is an excellent method to monitor areas undergoing restoration. Organic matter and its interaction with microorganisms and soil fertility are essential components for the health of ecosystems, thus evaluating such components proves to be indispensable in monitoring studies. The objective of the study was to analyze the contribution of organic matter, the influence on microorganisms and their activity, as well as soil fertility in an area revegetated 30 years ago, and compare it with an adjacent degraded area and a nearby secondary forest. The contribution of organic matter will be carried out with a survey of litter deposition. In plots of 100 m², four simple samples were collected per plot, with the aid of a wooden template measuring 0.25x0.25 m. Regarding soil fertility, four simple samples were collected to obtain a sample consisting of a plot at depths 0-2,5 cm, 2.6-7,5 cm and 7,5-20 cm for nutritional analysis according to Embrapa methodology. For the analysis of microorganisms, the carbon of microbial biomass and its activity through basal respiration and enzymatic activity were analyzed. There was no statistical difference between the revegetated area and the secondary forest for the contribution of litter to the soil. The secondary forest showed higher soil fertility for K and Ca nutrients, the others showed no statistical difference. In the microbial analysis, only the enzymatic activity showed statistical difference in the reforestation compared to the degraded area. It is concluded that despite having a contribution of organic matter, and quantity and activity of microorganisms similar to the reference area, the soil of the reforestation still has a lower fertility, requiring more time for its restoration.

Key words: soil fertility; microbial activity; soil organic matter.

1. INTRODUCAO

Conhecer as variáveis que compõem o solo florestal e suas inter-relações se mostram como principais componentes para a gestão e manutenção correta de áreas florestais em processo de restauração, um solo que apresenta anomalias dificilmente será produtivo ecologicamente.

A produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas estão profundamente ligadas a atividade microbiana. A manutenção da qualidade do solo, por sua vez, está intimamente ligada a preservação da capacidade metabólica dos microrganismos presentes no ambiente (ALEF; NANNIPIERI, 1995).

A qualidade dos solos tem sido estimulada pela recente conscientização de que o solo é um recurso vital tanto para a produção de alimentos quanto para o funcionamento global dos ecossistemas, bem como pela constatação de que processos de degradação têm afetado uma porção considerável dos solos atualmente em uso (DORAN et al., 1996).

Doran e Parkin (1994) definiram a qualidade do solo como “a capacidade de um solo funcionar, dentro dos limites do ecossistema manejado ou natural, como sustento para a produtividade de plantas e de animais, de manter ou de aumentar a qualidade da água e do ar e de promover a saúde humana”. Conhecer as características que um solo florestal apresenta antes, durante e depois de um processo de restauração possibilita entender e identificar a dinâmica existente sobre o piso florestal. Através do monitoramento contínuo das mudanças na qualidade do solo ao longo do processo de restauração, pode-se determinar se um conjunto de práticas é eficiente ou sustentável.

Das variáveis que compõem o solo, análises a respeito do material orgânico, microrganismos e fertilidade vêm apresentando lugar de destaque nos estudos em ambiente florestal. Entender a inter-relação entre essas variáveis e sua influência na comunidade vegetal se torna imprescindível para a restauração de ecossistemas antes degradados.

A principal via de entrada de matéria orgânica no solo florestal é através da serapilheira, o material orgânico senescente rapidamente é degradado por microrganismos e passado pelo processo de mineralização, onde os nutrientes essenciais ao ecossistema retornam para o solo. Solos produtivos apresentam características microbiológicas e químicas particulares, desta forma qualquer anomalia, seja de ordem natural ou antrópica pode ser detectada ao avaliar tais propriedades do solo.

Essa interação entre o aporte de matéria orgânica, microrganismos e fertilidade do solo está intimamente ligado com a capacidade de produção dos ecossistemas florestais, dito isso presume-se que variações nesses componentes podem ser prejudiciais as comunidades. Desta forma a utilização desses componentes como indicadores de qualidade se mostra como um interessante método para avaliar as

condições de preservação dessas áreas e indicar possíveis avanços no processo de restauração.

Sendo assim o presente estudo avaliou o aporte de matéria orgânica e sua influência na comunidade microbiana e fertilidade do solo em uma área revegetada após 30 anos. Para isso se estabeleceu os objetivos a seguir.

2. OBJETIVO GERAL

- Conhecer as características de um solo florestal revegetado após 30 anos em comparação com uma área de floresta secundária como controle positivo e outra área degradada como controle negativo.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a fertilidade do solo na área de estudo, em um ecossistema de referência e uma área degradada;
- Avaliar o estoque de biomassa e nutrientes da serapilheira no reflorestamento e na floresta secundária;
- Analisar o carbono de biomassa microbiana nas três áreas com histórico de uso diferentes;
- Analisar a atividade enzimática nas três áreas;
- Analisar a respiração basal na área reflorestada, floresta secundária e área degradada;

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Em relação a caracterização da fertilidade do solo, foram coletadas amostras em diferentes profundidades em cada parcela (0 – 2,5 cm; 2,5 – 7,5 cm, 7,5 – 20 cm.) Em cada parcela com dimensões de 10 m por 10 m, quatro amostras simples foram coletadas, e misturadas para obtenção de uma amostra composta para cada profundidade. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm. Foram determinados os valores de pH, alumínio, cálcio, magnésio, e potássio trocáveis, P disponível, nitrogênio total e carbono orgânico segundo metodologia descritas em EMBRAPA (1997).

3.2 AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES DE BIOMASSA E NUTRIENTES DA SERRAPILHEIRA

Na coleta serapilheira foi utilizado uma caixa de madeira com dimensões de 0,25 m por 0,25 m. Em cada parcela, quatro amostras foram coletadas e em seguida foram secas em estufa a 65°C para perderem umidade até adquirirem massa constante; posteriormente, as amostras foram pesadas e moídas em moinho de facas. Foram determinados os valores totais de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio segundo metodologia de análise de rotina de amostras de tecido da Embrapa

(EMBRAPA, 1997). Os estoques (Mg ha^{-1}) foram calculados multiplicando-se o teor de cada um dos elementos (g kg^{-1}) pela massa da serapilheira amostrada.

O estoque de biomassa da serapilheira e o estoque de nutrientes foram comparados entre as áreas estudadas através do teste de médias Tukey a 5% de significância.

3.3 AVALIAÇÃO DOS MICRORGANISMOS DO SOLO

As amostras de solo foram coletadas a 5 cm de profundidade e no campo armazenadas em caixas térmicas para manterem a temperatura ambiente. Foram coletadas 4 amostras simples para obtenção de 1 amostra composta por parcela, correspondendo à 9 amostras compostas no reflorestamento, 8 amostras na floresta secundária e 2 amostras na área de pastagem degradada.

Posteriormente as amostras foram encaminhadas para o laboratório de leguminosas florestais na sede da Embrapa Agrobiologia em Seropédica – RJ, onde foram armazenadas em geladeiras para no dia seguinte serem realizadas as devidas análises.

Foram determinados o carbono da biomassa microbiana (CBM), a atividade microbiana através da respiração basal (RB) e atividade enzimática através do método de hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA).

3.3.1 DETERMINAÇÃO DO CARBONO DE BIOMASSA MICROBIANA

O carbono da biomassa microbiana foi determinado segundo metodologia da fumigação-extração estabelecida por Vance et al. (1987), que destaca o uso de dessecador para fumigação das amostras com clorofórmio, seguindo-se a extração com solução de sulfato de potássio e determinação dos teores de C no extrato obtido.

Cada amostra foi avaliada em duplicatas com 20 g de solo sendo uma fumigada (F) a vácuo com clorofórmio (CHCl_3) e a outra não fumigada (NF). O CBM foi extraído adicionando sulfato de potássio (K_2SO_4) $0,5 \text{ mol. L}^{-1}$ ao solo F e NF em agitação a 200 rpm por 2 horas. Ao final o material foi filtrado e o C determinado por colorimetria utilizando solução composta por pirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) 0,1 M; permanganato de potássio (KMnO_4) 0,1 M e sulfato de manganês mono-hidratado ($\text{MnSO}_4\text{H}_2\text{O}$) 0,1 M e oxidação com ácido sulfúrico concentrado, e em seguida determinada à absorvância com o comprimento de ondas de 490 nm em espectrofotômetro.

Por fim, foi realizada a análise de variância das médias obtidas para os três tratamentos e realizado o teste de Tukey a 95% de confiança.

3.3.2 RESPIRAÇÃO BASAL

Inicialmente foram adicionados 50 g de solo dos três ambientes analisados (reflorestamento, área degradada e mata secundária), cada amostra foi analisada em triplicata.

A respiração basal do solo (RBS) foi determinada por meio da quantificação de CO_2 liberado após 11 dias de incubação em condições aeróbias, conforme descrito em ALEF (1995). O método consiste em incubar a amostra de solo em recipiente hermético na presença de solução padronizada de NaOH, seguindo-se a dosagem do excesso de base com solução padronizada de HCl após a precipitação do carbonato com cloreto de

bário (STOTZKY, 1965). As determinações foram feitas em triplicata e para cada amostra de solo foi feito um branco, cuja incubação foi conduzida na ausência de solo.

Para a determinação da quantidade de CO₂ liberado utilizou-se a fórmula (IBAMA, 1990):

$$\text{CO}_2 \text{ (mg kg}^{-1} \text{ de solo)} = ((\text{mL HCl gasto no branco}) - (\text{mL HCl gasto no tratamento})) \times \text{N} \times \text{E} \times 10$$

onde:

N: normalidade do HCl

E: equivalente grama do C (6 g)

: para expressão em mg kg⁻¹ de solo

Por fim, foi realizada a análise de variância das médias obtidas para os três tratamentos e realizado o teste de Tukey a 95% de significância.

3.3.3 ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A atividade enzimática foi quantificada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), descrito por Schnürer e Rosswall (1982) e modificado por Costa (1995). Para tanto, 1 g de solo foi incubado com tampão fosfato de sódio (pH 7,5) por 20 minutos a 200 rpm. Posteriormente foi adicionada uma alíquota de 1 ml da solução estoque de FDA (Sigma Chemical Co., St.Louis, MO) e agitada por 2 horas a 200 rpm em temperatura ambiente. Logo após, a reação de hidrólise de fluoresceína foi paralisada com acetona. Por fim o material foi centrifugado por um minuto e determinada a absorbância em espectro fotométrico no comprimento de onda de 490 nm. As análises foram realizadas em duplicatas.

Para o cálculo da quantidade de FDA hidrolisado foi utilizada a equação da curva padrão correspondente à regressão linear entre o FDA hidrolisado e a absorbância para concentrações de 0, 100, 200, 300 e 400 µL de FDA com procedimento igual ao descrito anteriormente. Os valores resultantes foram expressos em µg de fluoresceína g⁻¹ de solo seco h⁻¹ (COSTA, 1995).

Por fim, as médias obtidas dos três tratamentos foram submetidas a análise de variância e realizado o teste de Tukey a 95% de confiança.

3.3.4 QUOCIENTE METABÓLICO (qCO₂)

O quociente metabólico (qCO₂) foi calculado pela relação entre a respiração basal do solo, e o carbono da biomassa microbiana, sendo expresso em mg C-CO₂ g⁻¹h⁻¹ (SILVA et al., 2007).

Por fim, foi realizada a análise de variância das médias obtidas para os três tratamentos e realizado o teste de Tukey a 95% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSOES

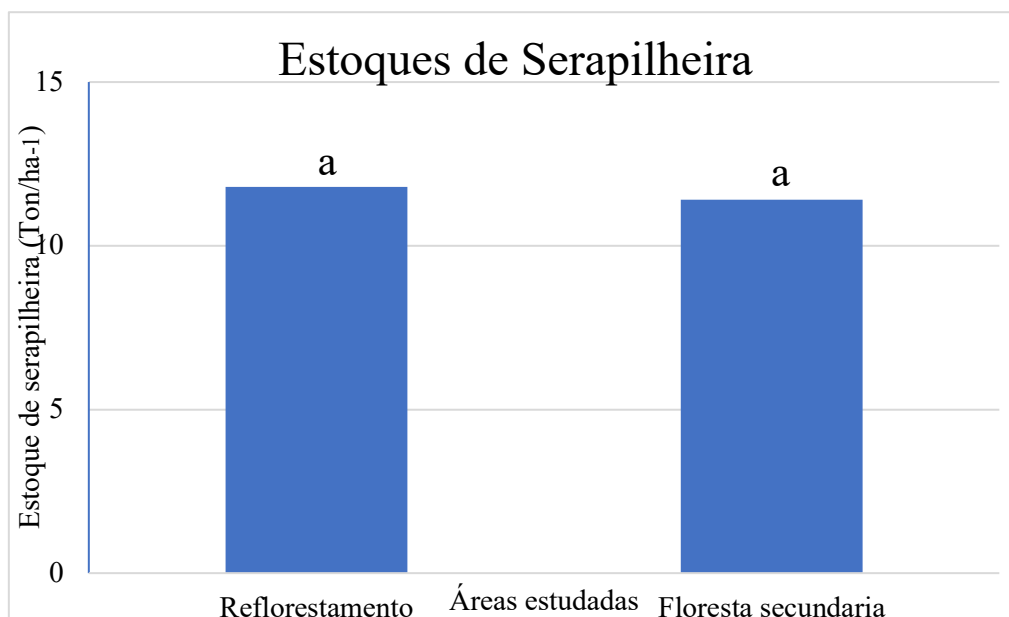
4.1 SERAPILHEIRA

Na Figura 11 é mostrado o estoque de serapilheira das áreas de floresta secundária e do reflorestamento. Ao comparar o estoque de biomassa entre os locais de estudo, não há diferença significativa entre o reflorestamento e a floresta secundária. Este resultado pode ser considerado positivo, pois conforme Franco e Faria (1997) a produtividade de um sistema em longo prazo é bastante dependente do acúmulo de matéria orgânica, que evita a fixação de P e favorece a formação de um reservatório de P orgânico.

Laste (2011) comparou o estoque de biomassa de serapilheira entre uma área revegetada com leguminosas, e uma de mata secundária, e registrou que o reflorestamento teve um aporte superior às demais áreas estudadas.

Tais números são influenciados pela alta quantidade de indivíduos implantada nos projetos de restauração florestal em função dos espaçamentos reduzidos, tal fator contribui para uma maior deposição de material orgânico. Câmara (2020) ao analisar três trechos de áreas reflorestadas com a mesma tipologia florestal, constatou que os valores de biomassa da serapilheira variam de acordo com a variabilidade espacial em razão da composição florística, e que os locais de maior aporte de matéria orgânica no solo se mostram justamente nesses pontos mais diversificados em termos de espécies.

Figura – 11: Estoque de biomassa de serapilheira nas áreas experimentais.



Letras diferentes entre as colunas diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de significância.

Tais resultados apresentam ainda certa normalidade em termos de quantidade de material depositado. Florestas tropicais apresentam uma produção de serapilheira que varia de 6 a 12 Mg/ha⁻¹, sendo que esses valores variam de acordo com o nível de sucessão do fragmento e das condições ambientais locais (FERNANDES et al., 2018).

É necessário destacar que embora o material só tenha sido recolhido no período seco, esses valores representam bem o estoque de serapilheira das duas florestas, uma vez que nas florestas ombrófilas as condições climáticas e a resposta da vegetação são menos variadas ao longo do ano, diferentemente do que ocorre nas florestas estacionais

onde há maior queda do folheto nas estações menos chuvosas e mais frias (MEGURO et al., 1979; MARTINS; RODRIGUES, 1999; BOREM; RAMOS, 2002; SILVA, 2012).

Na Tabela 5 é mostrada as análises dos nutrientes contidos na serapilheira depositada nas áreas estudadas. O reflorestamento e a floresta secundária não diferem estatisticamente para os nutrientes analisados na serapilheira depositada. Aguiar (2018) encontrou valores semelhantes ao comparar uma área revegetada com espécies leguminosas e uma área nativa em Seropédica – RJ.

Na Tabela – 5: Resultado da análise do conteúdo de nutrientes da serapilheira depositada sobre o piso florestal do reflorestamento e da floresta secundária.

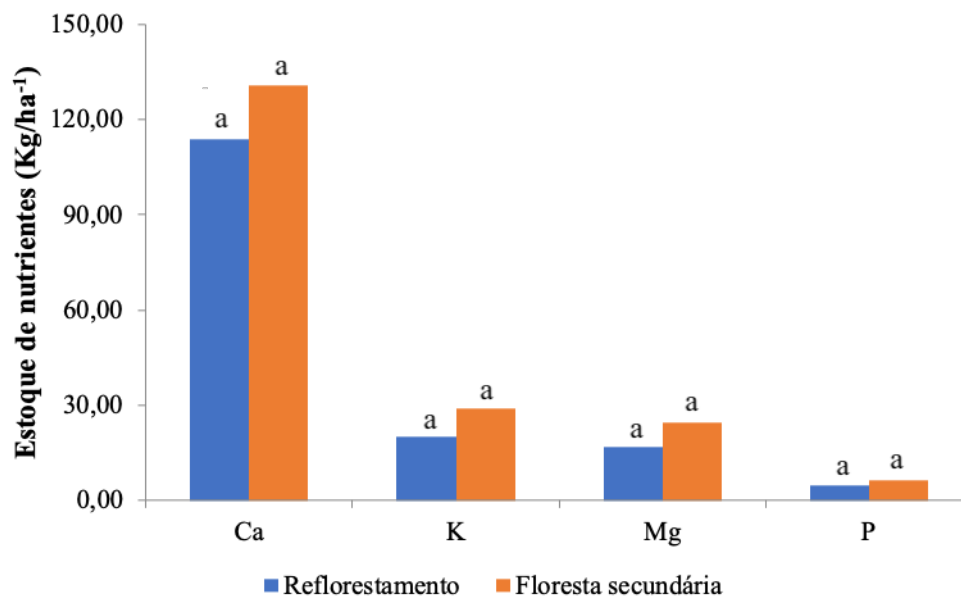
Variável	Ca (g/Kg)	K (g/Kg)	Mg (g/Kg)	P (g/Kg)
Reflorestamento	10,43 a	1,83 a	1,52 a	0,41 a
Floresta Secundária	12,53 a	2,77 a	2,34 a	0,61 a

Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de significância.

É possível observar que cálcio apresenta teores superiores na serapilheira depositada sobre o solo, em relação aos demais nutrientes. Segundo Clevalário Jr. (1996 apud BORÉM e RAMOS, 2002), o alto teor de cálcio na serapilheira em comparação com outros nutrientes pode ser decorrente de uma liberação mais lenta desse elemento pelo material depositado no piso florestal, da retranslocação de outros elementos antes da abscisão e ou consequência da retenção de Ca contida na transprecipitação (chuva que atravessa o dossel) pela serapilheira. O cálcio tem baixa mobilidade na planta (MALAVOLTA et al., 1997) e fica armazenado em forma de cristais na folha, mesmo no material em senescência (NEVES et al., 2001; DIAS et al., 2002).

Na Figura 12 é mostrado o estoque de nutrientes na floresta secundária e no reflorestamento, o Ca se destaca dos outros nutrientes em ambas as áreas. Marschner (1995) comenta que o Ca participa principalmente da constituição da parede celular, além de estar presente em grande quantidade em estruturas lignificadas e, por esse motivo, é praticamente imóvel na planta o que justificaria a maior quantidade desse nutriente em relação aos outros analisados. Godinho et al. (2014) comenta ainda que o Ca é um dos últimos macronutrientes a ser liberado para o solo. Processo que também influencia diretamente o estoque desse nutriente na serapilheira.

Figura – 12: Estimativa de nutrientes estocados na serapilheira do reflorestamento e floresta secundária.



Letras diferentes para o mesmo nutriente difere estatisticamente pelo teste t a 5% de significância.

Ao comparar o estoque de Ca com outros trabalhos realizados verificou-se um valor inferior obtido na presente pesquisa, isso se mostra em função do método utilizado para coleta do material, excluindo, muitas vezes, a fração galhos da serapilheira acumulada.

O K ocorre na forma solúvel ou dissolvido no suco celular, e não participa de compostos orgânicos (Godinho et al. 2014). Sendo assim, o potássio apresenta elevada suscetibilidade à lixiviação via lavagem de folhas e de serapilheira, e se apresenta em menor concentração na serapilheira do solo.

O fósforo apresentou o menor estoque na serapilheira do solo. Tal fator era esperado, uma vez que o P é o macronutriente com menor teor na serapilheira acumulada sob todas as coberturas vegetais (CALDEIRA et al. 2020). Tal fato está relacionado ao seu baixo teor no solo, por vezes, condicionado pela adsorção de P no solo (Caldeira et al. 2017).

4.2 FERTILIDADE DO SOLO

Na Tabela 10 é mostrada a análise química do solo nos três tratamentos amostrados (reflorestamento, floresta secundária e pasto degradado).

Conforme exposto na Tabela 6, os valores dos atributos estudados na área do reflorestamento apresentaram-se em ordem decrescente, diminuindo conforme a profundidade aumenta, com exceção do Al. Na área degradada e na floresta secundária foi encontrado o mesmo padrão, com exceção para a acidez potencial (H+Al) nesta última.

Tabela – 6: Resultado da análise química do solo nas três áreas de estudo.

Profundi- dade (cm)	C (g/Kg ⁻¹)	Al (cmol _e /dm ⁻³)	Ca (cmol _e /dm ⁻³)	H+Al (cmol _e /dm ⁻³)	K (mg/dm ⁻³)	Mg (cmol _e /dm ⁻³)	N (g/Kg ⁻¹)	P (mg/dm ⁻³)	pH
0 – 2,5	13,60 a	0,95 b	1,29 a	6,18 a	71,87 a	0,87 a	1,7 a	5,00 a	4,27 a
2,6 – 7,5	11,80 a	1,33 b	1,08 a	6,06 a	62,14 a	0,77 a	1,2 b	3,57 ab	4,23 a

Reflorestamento	7,6 – 20	7,80 b	1,67 a	0,79 b	5,63 a	54,34 a	0,68 a	1,0 c	2,80 b	4,30 a
	0-20	11,10 A	1,32 B	1,05 B	5,96 B	62,78 C	0,77 B	1,3 A	3,79 B	4,27 A
	0 – 2,5	11,90 a	0,38 b	2,01 a	4,33 a	127,48 a	1,01 a	1,6 a	4,31 a	4,78 a
Floresta Secundária	2,6 – 7,5	10,70 a	0,76 ab	1,48 ab	4,80 a	98,95 ab	0,82 ab	1,4 ab	2,81 b	4,55 a
	7,6 – 20	8,90 a	1,04 a	1,04 b	4,64 a	79,82 b	0,69 b	1,2 b	2,42 b	4,44 a
	0-20	10,50 A	0,73 B	1,51 B	4,59 B	102,08 B	0,84 B	1,4 A	3,18 B	4,59 A
Área Degradada	0 – 2,5	11,40 a	0,00 b	3,25 a	2,72 a	327,06 a	2,03 a	1,3 a	17,17 a	5,90 a
	2,6 – 7,5	9,90 a	0,08 a	2,72 a	2,72 a	205,21 b	1,54 a	1,3 a	4,25 b	5,50 a
	7,6 – 20	9,60 a	0,11 a	2,69 a	2,69 a	148,39 b	1,66 a	1,1 a	3,00 b	5,47 a
	0-20	10,03 A	0,06 A	2,82 A	2,71 A	226,89 A	1,74 A	1,2 A	8,14 A	5,62 A

Médias de áreas seguidas pela mesma letra maiúscula e médias de profundidade seguidas pela mesma letra minúscula dentro de uma mesma área, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Essa tendência é reflexo da presença da serapilheira em decomposição nas camadas mais superficiais do solo, tornando-as mais fértil, outros diversos autores registraram a mesma tendência ao analisarem atributos químicos do solo em diferentes profundidades (MORAES et al., 2008; LASTE, 2011; MACHADO et al., 2014; AGUIAR, 2018).

Inclusive no reflorestamento é possível notar diferença estatística nas camadas mais superiores (0-2,5 cm) em relação à camada mais inferior (7,6-20 cm) para os valores de carbono, cálcio, nitrogênio e fósforo. Na floresta secundária se observou a mesma tendência, com acréscimo do potássio e magnésio e exceção do carbono. Enquanto na área degradada não houve diferença estatística para os valores de carbono, cálcio, magnésio, nitrogênio e acidez potencial. Estes resultados reforçam que existe influência da serapilheira na superfície.

Ao comparar as médias entre as três áreas, independente das profundidades, a área revegetada não apresentou diferença estatística nos elementos C, N e pH, e apresentou valores estatisticamente inferiores para Ca, K, Mg e P. Estes resultados evidenciam o mau uso da terra, onde historicamente houve a retirada de material rochoso para fins comerciais. Tal afirmação é atestada ao analisar somente a camada superficial entre 0 a 2,5 cm do reflorestamento, onde a análise química mostrou resultados próximos aos encontrados na floresta secundária. Tais resultados indicam ainda que está ocorrendo o retorno de nutrientes ao solo após a implantação do projeto de reflorestamento.

Valores inferiores para potássio também foram encontrados por Laste (2011) ao comparar um reflorestamento com leguminosas após 19 anos, uma mata secundária e uma área dominada por capim gordura, esse resultado foi influenciado pelas camadas mais profundas do solo (2,6 cm-7,5 cm e 7,6 cm-20 cm), assim como neste estudo. Os valores de potássio encontrados no reflorestamento morro do Cantagalo se encontram dentro do padrão, e apresentam superiores aos encontrados por Aguiar (2018) em uma área revegetada após 28 anos em Seropédica – RJ e uma área preservada utilizada pelo mesmo autor como referência.

É possível observar valores estatisticamente superiores para o K, Ca, P e Mg na área degradada em relação aos dois ambientes florestais. Isso se mostra em função da adubação realizada na área para implantação do reflorestamento, a falta de manutenção impediu o desenvolvimento florestal, porém os nutrientes promovidos através da adubação de plantio realizada ainda permanecem no solo.

Na área degradada foi observada baixa concentração de Al e alto pH em relação as duas áreas com dossel florestal. Diversos autores comentam que a elevação do pH ocorre em função do aumento das concentrações de bases trocáveis disponibilizadas

através de adubação, e tal fator explica a diminuição nos teores de Al encontrados nas áreas de pastagem degradada (TEIXEIRA; SCHUBART, 1988; COUTINHO, 1990; RHEINHEIMER et al., 2003; LORENZON, et al., 2014).

4.3 ATIVIDADE E BIOMASSA MICROBIANA

Na Tabela 7 são mostrados os resultados obtidos para o carbono e atividade microbiana na área experimental, floresta secundária e área degradada. As duas últimas representam as áreas controle, retratando a condição positiva e negativa. Não foi constatada diferença significativa para a variável C da biomassa microbiana.

Hargreaves et al. (2003) opinam que esse parâmetro não é um indicador válido para sistemas jovens. Os autores sugerem que mudanças estatisticamente significativas são somente detectáveis no longo prazo (30 a 40 anos), através de amostragens regulares. Em um estudo cujo objetivo era justamente avaliar se o teor de C na BMS podia ser usado como um indicador para mudanças ambientais em sistemas naturais e seminaturais, Moraes et al. (2007) corroboraram com tal afirmação ao analisar áreas florestais em diversos estágios sucessionais e áreas abandonadas na reserva biológica poço das Antas – RJ.

Sugere-se que os valores não significativos entre os tratamentos para a variável biomassa microbiana sejam em função do pastejo animal na área degradada, tal fator pode influenciar tanto a quantidade de microrganismos como sua atividade.

Tabela – 7: variáveis microbiológicas, suas respectivas médias para cada tratamento.

Variável	C da biomassa microbiana (mg/kg)	Respiração basal (mg CO ₂ /g/d)	Atividade enzimática (µg fluoresc./g/h)	Quociente metabólico (mg C-CO ₂ .g ⁻¹ CBM.hora ⁻¹)
Reflorestamento	67,35 a	9,25 a	95,89 a	5,74 a
Floresta secundária	84,89 a	9,37 a	57,66 ab	4,59 a
Pasto degradado	76,55 a	8,02 a	43,94 b	4,35 a

Letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A respiração basal também não apresentou diferenças significativas entre as áreas ao ser aplicado o teste de Tukey a 95% de confiança. Isso indica que para essa variável os microrganismos estão com atividade fisiológica igual entre as áreas. Contudo, PÔRTO *et al.*, (2009) comenta que elevadas taxas de CO₂ nem sempre refletem condições favoráveis; em curto prazo indicam maior disponibilidade de nutrientes para os vegetais, mas em longo prazo constituem via de perda de carbono para a atmosfera. Pois maior respiração reflete maior atividade dos microrganismos, que indica mais gasto energético e consequentemente a perda do carbono estocado. Diferenças na respiração induzida entre solos de áreas de mata natural, em regeneração e cultivada nem sempre são observadas (NOGUEIRA *et al.*, 2006).

O quociente metabólico mede a eficiência dos microrganismos no solo, esse indicador reduz com a sucessão ou maturidade do solo, por isso é utilizado para a quantificação mais clara da atividade microbiana do solo (INSAM; DOMSCH, 1988).

Não houve diferença estatística entre as três áreas estudadas, isso mostra que o reflorestamento se assemelha a floresta secundária quanto à incorporação de carbono orgânico e consequentemente uma menor perda de carbono por parte dos microrganismos para a atmosfera. O aumento no qCO₂ indica que os microrganismos

estão sofrendo maior estresse do ambiente de acordo com a elevação da sua respiração, os resultados encontrados indicam que o reflorestamento e a floresta secundária apresentam a mesma condição de estresse para os microrganismos.

Quanto a área de pastagem, a mesma se apresentou estatisticamente igual ao reflorestamento e área secundária. Tal resultado mostra-se em função do cálculo de qCO_2 levar em consideração os valores de CBM, uma vez que este último é influenciado por outros fatores, o quociente metabólico também será.

Para a atividade enzimática houve diferença estatística entre o reflorestamento e a área de pastagem ao ser aplicado o teste de Tukey a 95% de confiança. Como na área de pastagem não há deposição de matéria orgânica em função da ausência de espécies arbóreas, as enzimas que se aliam aos microrganismos para decomposição do material se encontram em menor concentração.

Chaer et al (2014) indicaram resultados da hidrólise de FDA maiores em áreas florestais do que nas de pastagem em área do complexo petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ). Os autores relacionaram tais resultados à maior diversidade da vegetação e ao maior aporte de serapilheira e carbono ao solo florestal. Tais fatores, reconhecidamente, afetam de modo direto a composição e atividade microbiana do solo.

Resultados semelhantes para a atividade enzimática foram encontrados por Silva (2011) ao avaliar áreas em regeneração, solo de cultivo e área florestal. Groffman et al., (2001) comentam que tais resultados se mostram em função das áreas em regeneração serem caracterizadas pelo intenso crescimento da vegetação, que por sua vez fornece matéria orgânica prontamente para a microbiota.

Nos resultados mostrados, o reflorestamento apresentou uma maior atividade enzimática em comparação com os outros ambientes, é provável que tais resultados se apresentem em função da grande quantidade de espécies da família Fabaceae na área do reflorestamento, muitas destas fazem simbiose com microrganismos que podem aumentar a atividade enzimática nesse ambiente.

Os rizóbios são bactérias gram-negativas do solo com alto potencial biotecnológico, além de fixarem o nitrogênio atmosférico quando associados simbioticamente a espécies vegetais leguminosas, apresentam-se como vantajosos produtores de enzimas para os mais diversos fins tecnológicos (COSTA, 2011). Kumari et al. (2010), afirmam que esse grupo de bactérias pode sintetizar uma ampla gama de enzimas pelo uso de diferentes substratos.

Desta forma sugere-se que a diferença na atividade enzimática entre o reflorestamento e a floresta secundária, ainda que estatisticamente insignificante, possa ser em função da grande quantidade de espécies de Fabaceae no primeiro ambiente, refletindo numa maior atividade dos microrganismos nessa área. Sendo assim, maiores investigações são necessárias para se descobrir em que grau espécies leguminosas podem influenciar ambientes a serem microbiologicamente mais ativos.

5. CONCLUSÃO

Após 30 anos da revegetação local, a produção de serapilheira pode ser considerada igual ao ecossistema de referência. A maior quantidade de espécies pioneiras no reflorestamento influencia diretamente esses resultados.

O plantio de espécies florestais possibilitou que o potencial de fertilidade do solo fosse restabelecido. Os valores de K ainda se encontram diferentes do que são encontrados em ecossistemas preservados.

A volta de matéria orgânica no local em função da serapilheira depositada possibilitou o retorno da comunidade microbiológica na área, esta apresentou maior atividade do que na área onde não houve atividades antrópicas degradantes, porém, esses resultados também são influenciados pela composição florística da área.

Pode-se concluir que o reflorestamento morro do Cantagalo caminha a passos largos para ser considerada uma área restaurada, no entanto o ambiente ainda necessita de mais tempo para sua total restauração.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. F.; SILVA, J. R. T.; TAVARES, A. T. Influência da cobertura vegetal na fertilidade do solo em diferentes ecossistemas de pastagens. **Cadernos UFAC**, Ciência agrônômica, nº 5, p 109-127. 1995.

BALIEIRO, F. de C.; TAVARES, S. R. de L. Revegetação de Áreas Degradadas. In: RIO DE JANEIRO. Sílvio Roberto de Lucena Tavares et al. Embrapa Solos. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. Cap. 7. p. 174-210.

BROOKES, P.C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of soils**, v.19, n.4, p.269-279, 1995.

CALDEIRA, W. V. W; SCHUMACHER, M. V; VIERA, M; GONÇALVES, E. O; GODINHO, T. O. Ciclagem de nutrientes via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO JF, GARCIA G. O, CALDEIRA M. V. W, BAUER M. O. (ed) Tópicos em Ciências Florestais. Alegre: Suprema. p.57-82. 2010.

CALDEIRA, W. V. W; SPERANDIO, H. V; GODINHO, T. O; KLIPPEL, V. H; DELARMELINA, W. M; GONÇALVES, E. O; TRAZZI, P. A. Serapilheira e nutrientes acumulados sobre o solo em plantios de leguminosas e em área restaurada com espécies nativas da Floresta Atlântica. **Advances in Forest Science**, Cuiabá, v. 7, n. 2, p. 961-971, 2020.

CALÓ, L. Oliveira. Atributos químicos e biológico do solo em áreas de restauração florestal. 2014. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro – ES.

CÂMARA, I. Borges. Aporte, acúmulo e decomposição de serapilheira em três fragmentos de mata atlântica com diferentes estágios de regeneração. 2020. 75p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN.

CAMPOS, M. C. R; TAMASHIRO, J. Y; ASSIS, M. A; JOLY, C. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo da transição floresta ombrófila densa das terras baixas - floresta ombrófila densa submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*. 11(2):301- 212, 2011.

CHAER, G. M.; GAIAD, S. ; SANTOS, A. B. ; GROCHOSKI, R. . Caracterização microbiológica do solo. Parte IV: A biologia dos solos. In: PRADO, R.B.; FIDALGO, E.C.C.; BONNET, A.. (Org.). Monitoramento da revegetação do COMPERJ: Etapa inicial. 1ed.Brasília: Embrapa, 2014, v. , p. 159-173.

COUTINHO, L. M. O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje*, São Paulo, v.12, p. 22-30,1990.

COSTA, F.M. Caracterização morfofisiológica e genética de bactérias isoladas de nódulos de guandu [(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), cultivado na borda oeste do Pantanal Sul - Mato - Grossense. Dissertação (Pósgraduação em Agronomia). Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. Aquidauna. 2011. 87p.

FERNANDES, M. M.; CARVALHO, M. G. C.; ARAÚJO, J. M. R.; MELO, F. R.; SILVA, C. A.; SAMPAIO, F. M. T.; LOBATO, M. G. R. Matéria orgânica e biomassa microbiana em plantios de eucalipto no Cerrado Piauiense. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 453-459, 2012.

FERNANDES, M. M. ET AL. Aporte de serapilheira em reflorestamento misto. **Acta biológica catarinense**, Joinville – SC. V. 5. p. 90-97, 2018.

FIORENTIN, L. D. et al. Análise florística e padrão espacial da regeneração natural em área de Floresta Ombrófila Mista na região de Caçador, SC. **Floram**, Seropédica, v. 22, n. 1, p. 60-70, 2015.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

FRASSON, J. M. F.; ROSADO, J. L. O.; ELIAS GALVÃO, S.; HARTEMARQUES, B. Litter decomposition of two pioneer tree Species and associated soil fauna in areas reclaimed after surface coal mining in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 40, 2016.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1521-1530, 2008.

GARCÍA-ORENES, F.; MORUGÁN-CORONADO, A.; ZORNOZA, R.; CERDÀ, A & SCOW, K. (2013) – Changes in soil microbial community structure influenced by agricultural management practices in a Mediterranean agroecosystem.

GROFFMAN, P. M; MCDOWELL, W. H; MYERS, J. C; MERRIAM, J. L. Soil microbial biomass and activity in tropical riparian forest. **Soil Biology and Biochemistry**. 33: p. 1339 – 1348, 2001.

GUARIGUATA, M. R; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest ecology and management*, v. 148, n. 1-3, p. 185-206, 2001.

HARGREAVES, P.R.; BROOKES, P.C.; ROSS, G.J.S.; POULTON, P.R. Evaluating soil microbial biomass carbon as an indicator of longterm environmental change. **Soil Biology & Biochemistry**, 35: p. 401-407, 2003.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, v. 15, n. 4, p. 177- 188, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. **Manual de testes para avaliação de ecotoxicidade de agentes químicos**. 2.ed. Brasília: IBAMA, 1990. 351p.

JOPPA, L. N; ROBERTS, D. L; MYERS, N; PIMM, S. L. Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.108, n.32, p.13171-13176, 2011.

LETCHER, S. G; CHAZDON, R. L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. *Biotropica*, v. 41, n. 5, p. 608-617, 2009.

LPWG - The Legume Phylogeny Working Group. Legume phylogeny and classification in the 21st century: progress, prospects and lessons for other species-rich clades. **Taxon** 62: 217-248. 2013.

KUMARI, B. S; RAM, M. R; MALLAIAH, K. V. Studies on nodulation, biochemical analysis and protein profiles of Rhizobium isolated from Indigofera species. **Malaysian Journal of Microbiology**. 6: 133-139. 2010.

LIMA, R. B. A. Estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; 2017.

LORENZON, A. L; BRIANEZI, D. VALDETARO, E. B; SOUZA, C. M; MARTINS, S. V; RIBEIRO, C. A. A. S; SILVA, E; JACOVINE, L. A. G. Análise química de um solo florestal após ocorrência de fogo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.4, n.2. p.142-147, 2014.

MAIA, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MORAES, L. F. D; CAMPELO, E. F. C; CORREIA, E. M. F; PEREIRA, M. G. Biomassa microbiana em áreas em processo de restauração na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ. **Revista Caatinga**, v.20, n.1, p.54-63, 2007.

NOGUEIRA, M. A et al. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural reforest and agricultural land use in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 115: 237 – 247, 2006.

O'CONNELL, A.M.; SANKARAN, K.V. Organic matter accretion, decomposition and mineralisation. In: NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A.G. (Ed.). Management of soil,

nutrients and water in tropical plantations forests. Canberra: ACIARAustralia/CSIRO, 1997. p.443-480.

PAULA, A. M.; SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O. Biomassa atividade microbiana e fungos micorrízicos arbusculares em solo de “landfarming” de resíduos petroquímicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10 (2), p. 448-455, 2006.

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. F. Propriedades químicas de um latossolo amarelo cultivado com pastagens na Amazônia oriental. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 3, p. 531-537, jul./set. 2000.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, J. C. P.; FERNANDES, V.B.B. et al. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, p.49-55, 2003.

SANTOS, A. C; SILVA, I. F; LIMA, J. R. S; ANDRADE, A. P; CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. *Revista Brasileira de Ciência de Solo*, 25. p.1063-1071, 2001.

SCHNÜRER, J; ROSSWALL, T. Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. *Applied Environmental Microbiology*, Washington, v. 43, p. 1256–1261. 1982.

SILVA. D. K. A. Atividade micorrízica e microbiana do solo em áreas de regeneração de mata atlântica, Igarassu – Pernambuco. **Dissertação** (Mestrado em Biologia de Fungos) Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2011.

SOARES, P. G; RODRIGUES, R. R.Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 36, n. 78, p. 115-121, 2008.

STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C. A. *Methods of Soil Analysis*, Madison: **American Society of Agronomy**, 1965, v2, p1151-1572.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p.703-107, 1987.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Embrapa meio ambiente, Brasília – DF, 2017. 167p.

WINK, C.; REINERT, D. J.; MÜLLER, I.; REICHERT, J. M.; JACOMET, L. A idade das plantações de *Eucalyptus* sp. influenciando os estoques de carbono. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 333-343, 2013.

Anexo 1

Lista de espécies plantadas na área em restauração pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente da cidade do Rio de Janeiro. As espécies foram classificadas segundo o grupo sucessional e síndrome de dispersão: Pioneira (P) e Não pioneira (NP); Zoocórica (Z) e Não zoocórica (NZ). Serra de Inhoaíba. Rio de Janeiro/RJ.

Família	Espécie	Estágio Sucessional	Síndrome de dispersão	Nativa/exótica
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	NP	NZ	Nativa

Anacardiaceae	Schinus terebinthifolius	P	Z	Nativa
Anacardiaceae	Spondias mombin	P	Z	Nativa
Apocynaceae	Tabernaemontana hystrix	P	Z	Nativa
Arecaceae	Euterpe edulis	NP	Z	Nativa
Arecaceae	Livistona chinensis	ND	Z	Exótica
Arecaceae	Syagrus romanzoffiana	P	Z	Nativa
Asteraceae	Gochnatia polymorpha	P	NZ	Nativa
Bignoniaceae	Sparattosperma leucanthum	P	NZ	Nativa
Bignoniaceae	Handroanthus chrysotrichus	NP	NZ	Nativa
Bignoniaceae	Handroanthus heptaphyllus	NP	NZ	Nativa
Bignoniaceae	Handroanthus impetiginosus	NP	NZ	Nativa
Bignoniaceae	Tabebuia serratifolia	P	NZ	Nativa
Boraginaceae	Cordia myxa	P	Z	Exótica
Boraginaceae	Cordia superba	P	Z	Nativa
Boraginaceae	Cordia trichotoma	P	NZ	Nativa
Sapindaceae	Cupania oblongifolia	P	Z	Nativa
Cannabaceae	Trema micrantha	P	Z	Nativa
Caricaceae	Jacaratia spinosa	P	Z	Nativa
Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	NP	Z	Nativa
Cunoniaceae	Lamanonia ternata	P	NZ	Nativa
Erythroxylaceae	Erythroxylum pulchrum	NP	Z	Nativa
Euphorbiaceae	Joannesia princeps	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Senegalia polyphylla	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Anadenanthera colubrina	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Libidibia ferrea	P	Z	Nativa
Fabaceae	Caesalpinia peltophoroides	NP	NZ	Nativa
Fabaceae	Cassia grandis	P	Z	Nativa
Fabaceae	Chloroleucon tortum	P	Z	Nativa
Fabaceae	Copaifera langsdorffii	NP	Z	Nativa
Fabaceae	Enterolobium contortisiliquum	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Inga laurina	P	Z	Nativa
Fabaceae	Inga vera	P	Z	Nativa
Fabaceae	Mimosa artemisiana	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Mimosa caesalpiniiifolia	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Piptadenia gonoacantha	P	NZ	Nativa
Fabaceae	Pseudopiptadenia contorta	P	Z	Nativa
Fabaceae	Pterocarpus rohrii	NP	NZ	Nativa
Fabaceae	Pterogyne nitens	NP	NZ	Nativa
Fabaceae	Samanea saman	P	N	Subespontânea
Fabaceae	Swartzia flaemingii	NP	NZ	Nativa
Fabaceae	Sweetia fruticosa	P	Z	Nativa
Fabaceae	Tamarindus indica	P	Z	Nativa
Lamiaceae	Aegiphila integrifolia	P	Z	Nativa
Lechythidaceae	Cariniana legalis	NP	NZ	Nativa
Lechythidaceae	Lecythis pisonis	NP	Z	Nativa
Lythraceae	Lafoensia glyptocarpa	NP	NZ	Nativa
Malvaceae	Pachira glabra	NP	Z	Nativa

Malvaceae	<i>Ceiba erianthos</i>	P	NZ	Nativa
Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i>	NP	NZ	Nativa
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	Z	Nativa
Malvaceae	<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	P	NZ	Nativa
Melastomataceae	<i>Tibouchina granulosa</i>	P	NZ	Nativa
Meliaceae	<i>Cedrella fissilis</i>	NP	NZ	Nativa
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	P	Z	Nativa
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	NP	NZ	Nativa
Moraceae	<i>Ficus clusiifolia</i>	NP	Z	Nativa
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	NP	Z	Nativa
Moraceae	<i>Ficus microcarpa</i>	P	Z	Exótica
Moraceae	<i>Morus sp.</i>	ND	ND	ND
Myrtaceae	<i>Eugenia brasiliensis</i>	NP	Z	Nativa
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	NP	Z	Nativa
Myrtaceae	<i>Plinia edulis</i>	NP	Z	Nativa
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i>	P	Z	Nativa
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	P	NZ	Nativa
Phytolaccaceae	<i>Triplaris americana</i>	P	NZ	Nativa
Phytolaccaceae	<i>Triplaris gardneriana</i>	P	NZ	Nativa
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	P	Z	Nativa
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	P	Z	Nativa
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i>	P	Z	Nativa
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	NP	Z	Nativa
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	NP	Z	Nativa
Sapindaceae	<i>Cupania sp.</i>	ND	ND	ND
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	NP	Z	Nativa
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i>	P	Z	Nativa
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i>	P	Z	Nativa

Anexo 2

Distribuição das espécies arbóreas adultas encontradas no levantamento florístico da vegetação adulta. (*) = presença na respectiva área. R = reflorestamento, F = floresta secundária

Família/Espécie	Síndrome de dispersão	Ocorrência	
		R	F
Anacardiaceae			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng	Anemocórica	*	*
<i>Spondias mombin</i> L.	Zoocórica	*	

Areceaceae			
<i>Caryota mitis</i> Lour.	Zoocórica		*
Asteraceae			
<i>Elephantopus scaber</i> L.	Anemocórica		*
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less) Cabr.	Anemocórica	*	*
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho.	Anemocórica		*
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Anemocórica		*
Bignoniaceae			
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.)	Anemocórica		
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos LC	Anemocórica		*
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Anemocórica		*
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Anemocórica	*	*
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	Anemocórica	*	
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.)	Anemocórica	*	
Boraginaceae			
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Anemocórica		*
<i>Cordia superba</i> Cham.	Zoocórica		*
Erythroxylaceae			
<i>Erythroxylum pulchrum</i> St. Hil	Zoocórica	*	*
Euphorbiaceae			
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Anemocórica		*
Fabaceae			
<i>Acacia Auriculiformis</i> A.Cunn. ex Benth.	Zoocórica	*	
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Autocórica	*	
<i>Bauhinia forficata</i> L.	Autocórica		*
<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC. var <i>peltophoroides</i> (Benth.)	Autocórica	*	
<i>Cegnostigma pyramidale</i> (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis.	Autocórica		*
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemim ex Benth.	Anemocórica	*	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Zoocórica	*	
<i>Inga vera</i> Willd	Zoocórica	*	
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) Azevedo-Tozzi & H.C.Lima	Autocórica		
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld.	Anemocórica	*	
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Autocórica	*	*
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan.	Anemocórica	*	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	Autocórica	*	*
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Anemocórica	*	
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake.	Anemocórica	*	
Lauraceae			
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Zoocórica		*
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez	Zoocórica		*
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.)	Zoocórica		*
Malvaceae			
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Anemocórica	*	
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Anemocórica	*	*
Melastomataceae			

<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Zoocórica	*	*
Meliaceae			
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Zoocórica		*
<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Anemocórica		*
<i>Guarea guidonia</i> (L.)	Zoocórica		*
<i>Trichilia catiguá</i> A. Juss	Anemocórica		*
Moraceae			
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Zoocórica		*
Myrtaceae			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Zoocórica	*	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Zoocórica	*	*
<i>Psidium guajava</i> L.	Zoocórica	*	
Phytolaccaceae			
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq. LC	Autocórica		*
Ramnaceae			
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw	Zoocórica		*
Sapindaceae			
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Zoocórica		*
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Zoocórica		*
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Zoocórica		*
Solanaceae			
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Zoocórica	*	
Indet 1	-		*
Indet 4	-	*	
Indet 6	-		*
Indet 8	-		*

Anexo 3

Família e espécies arbóreas regenerantes levantadas no reflorestamento e floresta secundária, sua síndrome de dispersão e ocorrência. * = ocorrência na respectiva área.

Família/Espécie	Síndrome de dispersão	Ocorrência	
		R	F

Anacardiaceae				
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	Anemocórica	*	*	
<i>Mangifera indica</i> L.	Zoocórica	*		
Arecaceae				
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	Zoocórica			*
<i>Caryota mitis</i> Lour.	Zoocórica			*
<i>Philodendron martianum</i> Engl.	Anemocórica			*
Asteraceae				
<i>Elephantopus scaber</i> L.	Anemocórica			*
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less) Cabr.	Anemocórica	*		
<i>Senecio brasiliensis</i> L.	Anemocórica	*	*	
Bignoniaceae				
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart	Anemocórica	*	*	
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.)	Anemocórica	*		
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Anemocórica	*		
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Anemocórica	*		
<i>Sparattosperma leucanthum</i> Vell.) K.Schum.	Anemocórica	*	*	
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Anemocórica	*		
Boraginaceae				
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Anemocórica	*		
Combretaceae				
<i>Terminalia acuminata</i> (Allemão) Eichler.	Zoocórica			*
Elaeagnaceae				
<i>Hippophae rhamnoides</i> (L.) A. Nelson.	Zoocórica	*	*	
Ericaceae				
<i>Kalmia latifolia</i> L.	Anemocórica			*
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum pulchrum</i> St. Hil.	Zoocórica	*	*	
Euphorbiaceae				
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Anemocórica			*
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Zoocórica			*
Fabaceae				
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Autocórica	*		
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.)	Autocórica	*		
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	Autocórica	*		
<i>Cassia grandis</i> L.	Autocórica	*		
<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC. var <i>peltophoroides</i> (Benth.)	Autocórica	*		
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis	Autocórica			*
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemim ex Benth.	Anemocórica	*		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Zoocórica	*		
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Zoocórica	*		
<i>Inga vera</i> Willd	Zoocórica	*	*	
<i>Libidibia férrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz.	Autocórica	*		
<i>Machaerium hirtum</i> (VELL.) Steffeld.	Anemocórica	*	*	
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Autocórica	*		

<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Autocórica	*	
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth.	Anemocórica	*	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	Autocórica	*	*
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Anemocórica	*	
Lauraceae			
<i>Cinnamomum verum</i> Presl, syn. C. zeylanicum Bl.	Anemocórica	*	
Malvaceae			
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Anemocórica	*	
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Anemocórica		*
<i>Luehea paniculata</i> Mart. E Zucc.	Anemocórica	*	
Melastomataceae			
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don.	Zoocórica		*
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	Zoocórica	*	
<i>Leandra erostrata</i> (DC.) Cogn.	Zoocórica	*	
<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin ex Naudin	Zoocórica	*	
<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn.	Anemocórica	*	
Meliaceae			
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Zoocórica	*	*
<i>Trichilia catiguá</i> A. Juss	Zoocórica	*	*
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Zoocórica	*	
<i>Trichilia hirta</i> L.	Zoocórica	*	*
Moraceae			
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.		*	
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber.	Zoocórica		*
Myrsinaceae			
<i>Rapanea ferrugínea</i> (Ruiz & Pav.) Mez.		*	*
Myrtaceae			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Zoocórica	*	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Zoocórica	*	*
<i>Myrciaria glazioviana</i> (Kiaersk.) G.M. Barroso ex Sobral	Zoocórica	*	
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel.	Zoocórica	*	
<i>Psidium guajava</i> L.	Zoocórica		*
Phytolaccaceae			
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Anemocórica	*	*
<i>Petiveria alliacea</i> L.	Anemocórica	*	
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq. LC	Autocórica	*	
Piperaceae			
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Anemocórica	*	*
<i>Piper mollicomum</i> Kunth	Anemocórica	*	*
<i>Piper aduncum</i> L.	Anemocórica	*	*

Polygonaceae				
<i>Triplaris americana</i> L.	Anemocórica	*		
Rhamnaceae				
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Zoocórica	*	*	
Rosaceae				
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	Zoocórica	*		
Rutaceae				
<i>Helietta apiculata</i> Benth	Anemocórica	*	*	
<i>Murraya paniculata</i> (L)	Zoocórica	*		
Salicaceae				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Zoocórica	*		
Sapindaceae				
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart	Zoocórica	*	*	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Zoocórica	*	*	
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Zoocórica		*	
Solanaceae				
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Zoocórica			*
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Zoocórica	*		
Verbenaceae				
<i>Lantana câmara</i> L.	Zoocórica	*	*	
Indet 1	-	*	*	
Indet 2	-	*		
Indet 3	-	*		
Indet 4	-	*		
Indet 7	-		*	

Anexo 4

Espécies germinadas no banco de sementes do solo, seu habito vegetativo e ocorrência. R = reflorestamento; F = Floresta secundária e D = Área degradada. * = ocorrência na respectiva área.

Família/Espécie	Hábito vegetativo	Área		
		R	F	D
Adoxaceae <i>Viburnum lantana L.</i>	Herbáceo	*	*	
Amaranthaceae <i>Amaranthus spinosus L.</i>	Herbáceo		*	
<i>Celosia argentea L.</i>	Herbáceo	*		
Annonaceae <i>Annona Glabra L.</i>	Arbóreo	*		
Apiaceae <i>Centella asiatica L.</i>	Herbáceo	*		
Arecaceae <i>Caryota urens L.</i>	Arbóreo		*	
Asteraceae <i>Acanthospermum hispidum DC.</i>	Herbáceo			*
<i>Bidens pilosa L.</i>	Herbáceo			*
<i>Bidens tripartita L.</i>	Herbáceo			*
<i>Cyanthillium cinereum (L.) H.Rob.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Elephantopus scaber L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Elephantus mollis</i>	Herbáceo		*	
<i>Lapsana communis L.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Mikania micrantha Kunth.</i>	Herbáceo		*	
<i>Pluchea carolinensis Jacq.</i>	Herbáceo	*		
<i>Senecio macroglossus DC.</i>	Herbáceo		*	
<i>Sphagneticola trilobata (L.) Pruski.</i>	Herbáceo		*	
<i>Stevia rebaudiana Bertoni.</i>	Herbáceo		*	
<i>Synedrella nodiflora (L.) Gaertn.</i>	Herbáceo		*	
<i>Vernonia amygdalina Less.</i>	Herbáceo		*	
Balsaminaceae <i>Impatiens balsamina L.</i>	Herbáceo	*		
Begoniaceae <i>Begonia cucullata Willd.</i>	Herbáceo		*	
<i>Begonia hirtella Link.</i>	Herbáceo		*	
Bixaceae <i>Bixa orellana L.</i>	Arbustivo		*	
Boraginaceae <i>Borago officinalis L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Cordia superba Cham.</i>	Arbóreo		*	
<i>Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. Ex Steud.</i>	Arbóreo	*	*	
<i>Heliotropium indicum L.</i>	Herbáceo		*	
<i>Symphytum officinale (L).</i>	Herbáceo		*	
<i>Tecoma stans (L.) Juss ex. Kenth.</i>	Arbóreo		*	
Cactaceae <i>Pereskia aculeata Miller.</i>	Arbóreo		*	
Celastraceae	Arbustivo		*	

<i>Euonymus latifolius (L.) Mill.</i>				
Combretaceae	Arbóreo	*		
<i>Terminalia catappa L.</i>				
Commelinaceae	Herbáceo		*	
<i>Commelina benghalensis L.</i>				
<i>Commelina diffusa Burm.f</i>	Herbáceo		*	
<i>Gibasis geniculata (Jacq.)</i>	Herbáceo	*		
Convolvulaceae	Herbáceo	*		
<i>Ipomea indica (Burm.) Merr.</i>				
Costaceae	Herbáceo	*		
<i>Costus spicatus (Jacq.)</i>				
Cyperaceae	Herbáceo		*	
<i>Cyperus esculentus L.</i>				
<i>Cyperus Rotundus L.</i>	Herbáceo	*	*	*
Euphorbiaceae	Herbáceo			*
<i>Chamaesyce hirta (L.) Millsp.</i>				
<i>Cnidocolus quercifolius Pohl.</i>	Arbóreo	*		
<i>Croton lobatus L.</i>	Herbáceo		*	
<i>Euphorbia hirta L.</i>	Herbáceo			*
Fabaceae	Herbáceo			*
<i>Alysicarpus vaginalis (L.) DC.</i>				
<i>Amphicarpea bracteata (L.) Fernald.</i>	Herbáceo		*	
<i>Botuminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt.</i>	Herbáceo			*
<i>Calopogonium mucunoides Desv.</i>	Herbáceo		*	
<i>Cassia grandis L.</i>	Arbóreo	*		
<i>Centrosema pubescens Benth. LC.</i>	Herbáceo		*	
<i>Chamaecrista nictitans (L.) Moench.</i>	Herbáceo	*		
<i>Desmodium incanum (Sw.) DC.</i>	Herbáceo			*
<i>Desmodium intortum (Mill.) Urb.</i>	Herbáceo	*		
<i>Indigofera hirsuta L.</i>	Herbáceo			*
<i>Mimosa debilis Humb & Bonpl. ex willd.</i>	Herbáceo			*
<i>Mimosa pudica L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Pithecellobium unguis (L.) Benth.</i>	Arbóreo		*	
<i>Senna siamea (Lam.) H.S. Irwin & Barneby.</i>	Arbóreo	*		
Gesneriaceae	Herbáceo	*		
<i>Sinningia speciosa (Lodd).</i>				
Lamiaceae	Herbáceo	*		
<i>Melissa officinalis L.</i>				
<i>Mentha suaveolens ehrh.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Ocimum gratissimum</i>	Herbáceo		*	

<i>Ocimum tenuiflorum L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Prunella vulgaris L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Salvia elegans Vahl.</i>	Herbáceo			*
Malvaceae <i>Abutilon theophrasti Medik.</i>	Herbáceo		*	
<i>Corchorus aestuans L.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Arbóreo		*	
<i>Luehea divaricata Mart.</i>	Arbóreo	*	*	
<i>Sida cordifolia L.</i>	Herbáceo		*	
<i>Sida rhombifolia L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Sida spinosa L.</i>	Herbáceo			*
<i>Urena lobata L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Waltheria indica L.</i>	Herbáceo	*		
<i>Sida acuta Burm. F.</i>	Herbáceo	*	*	*
Melastomataceae <i>Clidemia hirta L. D. Don.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Miconia calvescens DC.</i>	Herbáceo	*		
<i>Tibouchina heteromalla (D.Don) Cogn.</i>	Arbustivo	*		
<i>Tibouchina urvilleana (D.Don) Cogn.</i>	Herbáceo	*	*	
Moraceae <i>Dorstenia elata Gardner.</i>	Herbáceo		*	
<i>Brosimum guianense (Aubl.) Huber</i>	Arbóreo		*	
Myrsinaceae <i>Rapanea ferruginea (Ruiz & Pav.)</i>	Arbóreo	*		
Myrtaceae <i>Eugenia schuechiana Berg.</i>	Arbóreo	*		
<i>Eugenia uniflora L.</i>	Arbóreo	*		
<i>Myrcia splendens Sw.</i>	Arbóreo	*		
<i>Syzygium jambos L.</i>	Arbóreo	*		
<i>Syzygium malaccense L.</i>	Arbóreo	*		
Nyctaginaceae <i>Mirabilis Jalapa L.</i>	Herbáceo		*	
Oleaceae <i>Ligustrum vulgare hedge.</i>	Herbáceo	*		
Oxalidaceae <i>Oxalis barrelieri L.</i>	Herbáceo	*	*	
<i>Oxalis corniculata L.</i>	Herbáceo		*	
Passifloraceae	Herbáceo		*	

<i>Passiflora edulis</i> Sims.				
<i>Passiflora foetida</i> L.	Herbáceo		*	
Phyllanthaceae <i>Phyllanthus niruri</i> L.	Herbáceo	*	*	*
Phytolaccaceae <i>Petiveria alliacea</i> L.	Herbáceo		*	
Piperaceae <i>Peperomia obtusifolia variegata</i> .	Herbáceo	*		
<i>Peperomia pellucida</i> (L.) Kunth.	Herbáceo		*	
<i>Piper aduncum</i> L.	Arbustivo	*	*	
<i>Piper nigrum</i> L.	Arbustivo	*		
Plantaginaceae <i>Digitalis purpurea</i> L.	Herbáceo	*		
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Herbáceo		*	
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Herbáceo	*		
Poaceae <i>Axonopus compressus</i> Sw.	Herbáceo		*	
<i>Cymbopogon citratus</i> (D.C.) Stapf.	Herbáceo		*	
<i>Cynodon dactylon</i> L. Pers.	Herbáceo	*		
<i>Eleusine indica</i> (L.) gaertn.	Herbáceo	*		*
Polygalaceae <i>Polygala paniculata</i> L.	Herbáceo		*	
Primulaceae <i>Lysimachia nummularia</i> L.	Herbáceo	*		
Rubiaceae <i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl.	Herbáceo	*		
<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Herbáceo	*		
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes.	Herbáceo			*
Scrophulariaceae <i>Buddleja davidii</i> Franch.	Herbáceo	*		
<i>Desmodium triflorum</i> L.	Herbáceo		*	
<i>Verbascum thapsus</i> L.	Herbáceo		*	
Solanaceae <i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Herbáceo	*		
<i>Datura stramonium</i> L.	Herbáceo		*	
<i>Nicandra physalodes</i> L. Pers.	Herbáceo	*		
<i>Nicotina tabacum</i> L.	Herbáceo	*	*	
<i>Physalis peruviana</i> L.	Herbáceo	*	*	
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Herbáceo	*	*	
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Herbáceo	*	*	
<i>Solanum nigrum</i> L.	Herbáceo	*		
<i>Solanum torvum</i> Sw.	Herbáceo	*	*	*
Turneraceae <i>Turnera subulata</i> Sm.	Herbáceo			*
Urticaceae <i>Boehmeria cylindrica</i> (L.) Sw.	Herbáceo	*	*	

<i>Laportea aestuans</i> Chew.	Herbáceo	*	*	
<i>Pilea nummulariifolia</i> (sw.) wedd.	Herbáceo	*		
<i>Pilea pumila</i> edible.	Herbáceo	*		
<i>Urera baccifera</i> L.	Herbáceo		*	
Verbenaceae	Herbáceo		*	
<i>Duranta erecta</i> L.				
<i>Lantana camara</i> L.	Herbáceo	*	*	
<i>Lippia origanoides</i> Kunth	Herbáceo		*	
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich) vahl.	Herbáceo	*	*	
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Herbáceo		*	
<i>Verbena urticifolia</i> L.	Herbáceo		*	