



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

JÉSSICA TETZNER DE OLIVEIRA

**COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E RELAÇÕES AMBIENTAIS DE DUAS  
FLORESTAS ASSOCIADAS AO RIO DOCE NO ESTADO DO ESPÍRITO  
SANTO**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2022

JÉSSICA TETZNER DE OLIVEIRA

**COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E RELAÇÕES AMBIENTAIS DE DUAS  
FLORESTAS ASSOCIADAS AO RIO DOCE NO ESTADO DO ESPÍRITO  
SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Machado Dias

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiani Spadeto

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

O48c Oliveira, Jéssica Tetzner de, 1997-  
Composição, Estrutura e Relações Ambientais de duas Florestas Associadas ao Rio Doce no estado do Espírito Santo / Jéssica Tetzner de Oliveira. - 2022.  
113 f. : il.

Orientador: Henrique Machado Dias.

Coorientadora: Cristiani Spadeto.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Ecologia. 2. Florística. I. Dias, Henrique Machado. II. Spadeto, Cristiani. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 630

---

**COMPOSIÇÃO, ESTRUTURA E RELAÇÕES AMBIENTAIS DE DUAS  
FLORESTAS ASSOCIADAS AO RIO DOCE NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**Jéssica Tetzner de Oliveira**

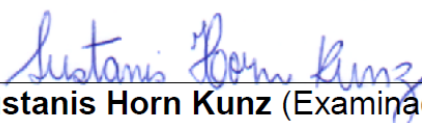
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências Florestais, na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 12 de maio de 2022



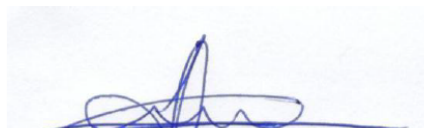
---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Yule Roberta Ferreira Nunes** (Examinadora externa)  
Universidade Estadual de Montes Claros



---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sustanis Horn Kunz** (Examinadora interna)  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

**Prof. Dr. Henrique Machado Dias** (Orientador)  
Universidade Federal do Espírito Santo

## Dedicatória

Á minha família, meu motivo de ser melhor a cada dia.  
Ao Marcello por sempre estar ao meu lado me apoiando.

Dedico.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado os meus passos para que eu pudesse chegar onde estou hoje. Foi Ele quem colocou as pessoas certas na minha vida, e nos momentos de fraqueza me sustentou.

Aos meus pais Laudineia e Florisvaldo, que sempre apoiaram o meu sonho.

Aos meus avós Olga e Milton, pelo exemplo de vida e todo amor me deram. Mesmo não entendendo a minha decisão de ir para longe, sempre me apoiaram.

Ao meu irmão Luís Felipe, ao meu tio Flauzino e ao meu pai Florisvaldo por sempre estarem do meu lado, obrigada pelo apoio e por terem tirado um tempinho para irem me ajudar em campo, com direito a carrapatos e picadas de marimbondos.

Ao meu amor Marcello, por estar sempre comigo, por todo o companheirismo, dedicação e principalmente, paciência. Pela ajuda em campo, na identificação, na análise de dados (principalmente no R, quando eu me estressava e queria desistir).

Aos professores Henrique e Cristiani, pela orientação e apoio na elaboração deste trabalho. Pela atenção e paciência durante esses anos, pelos ensinamentos que foram de suma importância para minha formação.

Aos meus colegas e amigos Aline, Emilly, Henrique, Kézia, Patricia, Rayane, Raquel e Robert, por sempre estarem ao meu lado, ouvindo as reclamações e aconselhando. Em especial a Rayane minha companheira de apartamento que aturou todos meus surtos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo (IFES-Campus Itapina), na pessoa do Sr. Eduardo Varnier e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), na pessoa do Sr. Leony de Oliveira, gestor da Floresta Nacional de Goytacazes, pela concessão das áreas para realização da pesquisa.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade que me foi concedida. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Espírito Santo (FAPES) pelo financiamento do projeto Restauração com Ciência do Rio Doce: Da Dimensão Edáfica ao Sensoriamento Remoto (Chamada nº 6/2016).

A todos que fizeram parte desse trajeto de alguma forma.

Meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Jéssica Tetzner de. **Composição, estrutura e relações ambientais de duas florestas associadas ao Rio Doce no estado do Espírito Santo**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. Henrique Machado Dias. Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cristiani Spadeto.

Considerados um dos ambientes mais ricos em biodiversidade, a Floresta Atlântica é constituída por diversas fitofisionomias, compostas por espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição florística e estrutural, e as relações entre a vegetação e as variáveis ambientais de duas comunidades vegetais justapostas ao Rio Doce no estado do Espírito Santo. Para a amostragem da vegetação arbórea foram alocadas 25 unidades amostrais (10 m × 10 m) em cada área. Foram amostrados todos os indivíduos com DAP  $\geq$  5 cm. Para a amostragem do estrato regenerante foram demarcadas em cada unidade amostral de 100 m<sup>2</sup>, uma subparcela de 5m × 5m. Foram considerados indivíduos regenerantes todos que apresentarem DAP < 5 cm e DAS  $\geq$  1 cm. Foram obtidos para cada área e estrato os parâmetros fitossociológicos, índice de diversidade de Shannon e de equabilidade de Pielou. Buscando comparar a vegetação entre os remanescentes, foram calculados o índice de diversidade beta e realizada a análise NMDS. Para avaliação das relações entre a vegetação e variáveis ambientais, foram obtidos dados de luminosidade e atributos do solo. A porcentagem de abertura de dossel foi obtida por meio de fotografias digitais hemisféricas, coletadas nos meses de abril e setembro e analisadas pelo *software* Gap Ligth Analyzer Mobile app - GLAMA. A caracterização do solo foi realizada para a camada de 0 - 20 cm, em cada parcela foram coletados cinco pontos, e posteriormente homogeneizadas resultando em uma amostra composta por unidade amostral. Com o intuito de analisar a correlação entre a distribuição das espécies e as variáveis ambientais, foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA). As áreas apresentaram grande riqueza de espécies, sendo amostradas 192 espécies na Flona de Goytacazes e 67 no IFES - Campus Itapina, com táxons em categorias de risco de extinção. Houve baixa similaridade entre as áreas, fato que pode ser explicado pelas diferenças fitofisionômicas e de conservação existente entre as áreas. Constatou-se que grande parte das espécies são influenciadas pelas variáveis ambientais estudadas (abertura de dossel, características físicas e químicas do solo). A pesquisa proporcionou a ampliação do conhecimento a respeito das espécies ocorrentes nas regiões de estudo e suas características.

**Palavras-chave:** Estrato arbóreo; Regeneração florestal; Variáveis ambientais; Espécies estruturantes.

## GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Jessica Tetzner de. **Composition, structure and environmental relationships of two forests associated with the Rio Doce in the state of Espírito Santo**. 2022. Dissertation (Master's in Forest Sciences) - Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Henrique Machado Dias. Co-advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiani Spadeto.

Considered one of the richest environments in biodiversity, the Atlantic Forest consists of several phytophysionomies, composed of endemic and endangered species. The present study aimed to evaluate the floristic and structural composition, and the relationships between vegetation and environmental variables of two plant communities juxtaposed to the Rio Doce in the state of Espírito Santo. For the sampling of tree vegetation, 25 sampling units (10 m × 10 m) were allocated in each area. All individuals with DBH  $\geq$  5 cm were sampled. For the sampling of the regenerating stratum, a subplot of 5m × 5m was demarcated in each sampling unit of 100 m<sup>2</sup>. All individuals with DBH < 5 cm and DAS  $\geq$  1 cm were considered as regenerating individuals. The phytosociological parameters, Shannon diversity index and Pielou equability index were obtained for each area and stratum. Seeking to compare the vegetation among the remnants, the beta diversity index was calculated and the NMDS analysis was performed. To evaluate the relationship between vegetation and environmental variables, data on luminosity and soil attributes were obtained. The percentage of canopy opening was obtained through hemispherical digital photographs, collected in the months of April and September and analyzed by the software Gap Light Analyzer Mobile app - GLAMA. Soil characterization was performed for the 0 - 20 cm layer, in each plot five points were collected, and later homogenized resulting in a sample composed of a sampling unit. In order to analyze the correlation between species distribution and environmental variables, canonical correspondence analysis (CCA) was performed. The areas showed great species richness, with 192 species being sampled in Flona de Goytacazes and 67 in IFES - Campus Itapina, with taxa in extinction risk categories. There was low similarity between the areas, a fact that can be explained by the phytophysionomic and conservation differences existing between the areas. It was found that most of the species are influenced by the environmental variables studied (canopy openness, physical and chemical characteristics of the soil). The research provided the expansion of knowledge about the species occurring in the study regions and their characteristics.

**Keywords:** Tree stratum; Forest regeneration; Environmental variables; Structuring species.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2. OBJETIVO GERAL .....	15
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
4. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	16
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	20
5.1 Bioma Mata Atlântica .....	20
5.2 Desastre ambiental na Bacia do Rio Doce .....	21
5.3 Ecossistema de referência .....	22
5.4 Espécies Estruturantes .....	22
5.5 Variáveis ambientais .....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
Capítulo I .....	30
1. INTRODUÇÃO .....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
2.1 Coleta de dados da Florística e Fitossociologia .....	33
2.2 Análise dos dados .....	35
2.2.1 Parâmetros fitossociológicos .....	35
2.2.2 Índices de diversidade .....	37
2.2.3 Diversidade florística .....	38
2.2.4 Distribuição diamétrica .....	38
2.2.5 Suficiência amostral .....	39
3. RESULTADOS .....	39
3.1 Florística e Estrutura da Floresta Nacional de Goytacazes - Estratos Arbóreo e Regenerante .....	39
3.2 Florística e Estrutura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina - Estratos Arbóreo e Regenerante .....	51
4. DISCUSSÃO .....	58
4.1 Florística e Estrutura da Floresta Nacional de Goytacazes - Estratos Arbóreo e Regenerante .....	58
4.2 Florística e Estrutura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina - Estratos Arbóreo e Regenerante .....	62
5. CONCLUSÕES .....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
Capítulo II .....	71
1. INTRODUÇÃO .....	73

<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	74
<b>2.1 Variáveis ambientais</b> .....	74
<b>2.1.1 Abertura de dossel</b> .....	74
<b>2.1.2 Atributos do solo</b> .....	75
<b>2.2 Relação vegetação-ambiente</b> .....	76
<b>2.3 Riqueza e Diversidade florística</b> .....	76
<b>2.4 Espécies indicadas como estruturantes</b> .....	77
<b>3. RESULTADOS</b> .....	78
<b>3.1 Variáveis ambientais</b> .....	78
<b>3.2 Relação vegetação-ambiente</b> .....	79
<b>3.2.1 Floresta Nacional de Goytacazes</b> .....	79
<b>3.2.2 Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina</b> .....	81
<b>3.3 Riqueza e Diversidade florística</b> .....	83
<b>3.3.1 Estrato arbóreo</b> .....	83
<b>3.3.2 Estrato Regenerante</b> .....	85
<b>3.3 Espécies indicadas como estruturantes</b> .....	85
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	87
<b>4.1 Relação vegetação-ambiente</b> .....	87
<b>4.2 Riqueza e Diversidade florística</b> .....	88
<b>4.3 Espécies indicadas como estruturantes</b> .....	89
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	90
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	91

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Síntese do levantamento florístico e estrutural dos estratos arbóreo e regenerante na Floresta Nacional de Goytacazes - ES, Brasil. ....40
- Tabela 2.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato arbóreo amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. Sendo NI: número de indivíduos, DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância .....43
- Tabela 3.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato regenerante amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. Onde NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância. ....47
- Tabela 4.** Síntese do levantamento florístico e estrutural dos estratos arbóreo e regenerante no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, ES, Brasil. .... 51
- Tabela 5.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato arbóreo amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância. .... 54
- Tabela 6.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato regenerante amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. NI: número de indivíduos, DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância. ....55
- Tabela 7.** Síntese dos resultados das variáveis ambientais estudadas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares e no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina - ES, Brasil..... 78
- Tabela 8.** Lista de espécies escolhidas como estruturantes da vegetação estudada, suas características e fitofisionomias. Temos: GE - grupo ecológico (Pi - pioneira, SI- secundária inicial, ST - secundária tardia, NC - não classificada, SD - Síndrome de dispersão (Aut - autocórica, Ane - anenocórica, Zoo - zoocórica), GF- grupo funcional (D - diversidade e P - preenchimento) e DF - domínio fitogeográfico. Os domínios fitogeográficos são categorizados em números onde, 1 - Mata atlântica, 2 - Floresta amazônica, 3 - Caatinga, 4 - Cerado, 5 - Pampa e 6 - Pantanal. O tipo de vegetação pode ser lido como: AA - área de interferência antrópica, MC - mata ciliar, FP - floresta pluvial, FES - floresta estacional semidecidual, FED - floresta estacional decidual, FEP - floresta estacional perenifolia, FOM - floresta ombrófila mista e RES - restinga. .... 86

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização das áreas de estudo e das unidades amostrais. Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina e Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares - ES, Brasil..... 17
- Figura 2.** Fluxograma metodológico das etapas de coleta e análise de dados realizadas neste estudo..... 19
- Figura 3.** Representação de um indivíduo plaqueado e numerado, (a) arbóreo; (b) regenerante. Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil. .... 34
- Figura 4.** Diagrama de Venn demonstrando o compartilhando e exclusividade das espécies e morfotipos nos estratos arbóreo e regenerante na Floresta Nacional de Goytacazes, ES, Brasil. .... 40
- Figura 5.** Diagrama de ordenação das parcelas da comunidade adulta por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados. .... 41
- Figura 6.** Categorização dos estratos arbóreo e regenerante quanto ao grupo ecológico (A) e a síndrome de dispersão (B) na Floresta Nacional de Goytacazes, ES, Brasil. As barras correspondem a porcentagem de espécies. Sendo: SI - secundária inicial, ST- secundária tardia, NC - não classificada, Pi - pioneira, Ex - exótica, Zoo - zoocórica, Ane - anemocórica, Aut - autocórica, Bar - barocórica..... 42
- Figura 7.** Distribuição do número de indivíduos do estrato arbóreo por classes de diâmetro, amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil..... 50
- Figura 8.** Curvas de rarefação (linha sólida) e extrapolação (linhas tracejadas), baseadas no número de indivíduos (A, C), unidades amostrais (B, D), por riqueza e diversidade de espécies para os estratos arbóreo e regenerante na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil. .... 50
- Figura 9.** Diagrama de Venn demonstrando o compartilhando e exclusividade das espécies e morfotipos nos estratos arbóreo e regenerante no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, ES, Brasil..... 52
- Figura 10.** Diagrama de ordenação das parcelas da comunidade adulta por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados. .... 52
- Figura 11.** Categorização dos estratos arbóreo e regenerante quanto ao grupo ecológico (A) e a síndrome de dispersão (B) do Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina, ES, Brasil. As barras correspondem a porcentagem de espécies. Sendo: SI - secundária inicial, ST- secundária tardia, NC - não classificada, Pi - pioneira, Ex - exótica, Zoo - zoocórica, Ane - anemocórica, Aut - autocórica, Bar - barocórica..... 53
- Figura 12.** Distribuição do número de indivíduos do estrato arbóreo por classes de diâmetro, amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil. .... 57

<b>Figura 13.</b> Curvas de rarefação (linha sólida) e extrapolação (linhas tracejadas), baseadas no número de indivíduos (a, c), unidades amostrais (b, d), por riqueza e diversidade de espécies para os estratos arbóreo e regenerante no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil.....	58
<b>Figura 14.</b> Detalhamento dos pontos de captura das imagens da abertura de dossel na FLONA de Goytacazes, Linhares, e no IFES - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil.....	75
<b>Figura 15.</b> Detalhamento dos pontos de coleta das amostras de solo na FLONA de Goytacazes, Linhares, e no IFES - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil.....	75
<b>Figura 16.</b> Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato arbóreo e as variáveis ambientais na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: K - potássio, Mg - magnésio, Mn - manganês, Cu - cobre, Zn - zinco, t - CTC efetiva, T - capacidade de troca catiônica a pH 7, H+Al, V - saturação por bases, SB - soma de bases, MO - matéria orgânica e AD - abertura de dossel. ....	80
<b>Figura 17.</b> Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato regenerante e as variáveis ambientais na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: K - potássio, Mg - magnésio, Mn - manganês, Cu - cobre, Zn - zinco, t - CTC efetiva, T - capacidade de troca catiônica a pH 7, H+Al, V - saturação por bases, SB - soma de bases, MO - matéria orgânica e AD - abertura de dossel. ....	81
<b>Figura 18.</b> Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato arbóreo e as variáveis ambientais no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: pH, K - potássio, S- enxofre, P-rem - Fósforo remanescente, H+Al e AD - abertura de dossel. ....	82
<b>Figura 19.</b> Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato regenerante e as variáveis ambientais no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: pH, K - potássio, S- enxofre, P-rem - Fósforo remanescente, H+Al e AD - abertura de dossel. ....	83
<b>Figura 20.</b> Componentes da diversidade Beta entre as áreas do IFES - Campus Itapina (IFES) Colatina, ES e da Floresta Nacional de Goytacazes (FLONA), Linhares, Brasil. ....	84
<b>Figura 21.</b> Diagrama de ordenação das parcelas do estrato arbóreo por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados.....	84
<b>Figura 22.</b> Diagrama de ordenação das parcelas do estrato regenerante por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados. ....	85

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Abrigando a flora mais rica do mundo, entre os países neotropicais, o Brasil é responsável pela maior proporção de espécies da flora endêmica (FORZZA *et al.*, 2012), sendo a Mata Atlântica contribuinte de grande parte dessas espécies. Apesar de possuir mais de 40% das espécies de plantas e fungos endêmicos (FORZZA *et al.*, 2012), a Mata Atlântica sofre ao longo das décadas constante impacto, restando 12,4% da cobertura original (REZENDE *et al.*, 2018; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2021). Grande parte do bioma é formado por pequenas ilhas circundadas por matrizes alteradas e por vezes degradadas, na maior parte destinadas para agropecuária e urbanização (SCHOWALTER, 2012; HANSEN *et al.*, 2013; JOLY, METZGER & TABARELLI, 2014). Em função dessas alterações históricas da paisagem natural da Mata Atlântica (DEAN, 1997; OLIVEIRA, 2007), é cada vez mais recorrente a incidência de desastres ambientais, resultantes da falta de um planejamento territorial, comprometimento legal e da aceleração da fragmentação florestal e, conseqüentemente, perda da biodiversidade e serviços ecossistêmicos (PRADO, VASCONCELOS & CHIODI, 2014).

Em novembro de 2015, o Brasil testemunhou um dos maiores desastres ambientais do país, o rompimento da barragem de rejeitos de mineração da empresa Samarco Mineração S.A. Este evento catastrófico comprometeu a bacia hidrográfica do Rio Doce desde a cidade mineira de Mariana, até a foz em Regência, no Espírito Santo (SILVA & FAULHABER, 2020). O fluxo da lama causou a contaminação da água e dos solos, devastou trechos de matas ciliares e comprometeu a capacidade de regeneração dos ecossistemas fluviais e periféricos (COELHO, 2015). Diante desse contexto e do grau de degradação dos remanescentes de matas ciliares da Mata Atlântica (MARANGON, SOARES & FELICIANO, 2003; VIEIRA *et al.*, 2020), é cada vez mais necessário a implantação de pesquisas básicas no intuito de estabelecer o conhecimento botânico e ecológico de determinadas áreas, a fim de promover a conservação de fragmentos florestais e restauração de áreas degradadas.

A fim de subsidiar ações de manejo e recuperação de ambientes degradados, em especial após a ocorrência de desastres ambientais, como exposto anteriormente, é importante que sejam realizados estudos florísticos e ecológicos em ecossistemas de referência (FERNANDES *et al.*, 2016). É indispensável conhecer a vegetação da região para que seja possível fornecer subsídios para estratégias de conservação e manejo. A indicação das espécies adequadas para recuperação da área afetada (BARBOSA *et al.*, 2015) é de extrema importância, visto que essas espécies podem fornecer um melhor sustento estrutural e funcional para o restante da comunidade biótica (WHITHAM *et al.*, 2006), criando habitats para aceleração das interações com outras espécies.

As espécies constituintes do ecossistema exercem influência sobre o mesmo de diferentes formas. Um conjunto delas são estruturantes na comunidade, sendo responsáveis por acelerar a reestruturação da comunidade vegetal após determinado impacto, desencadeando processos ecológicos que asseguram a manutenção do funcionamento do mesmo (PILON & DUGAN, 2013; SALOMÃO, 2015). Essas espécies tidas como estruturantes são importantes aliadas na restauração de áreas degradadas (SALOMÃO *et al.*, 2019), pois são capazes de atuar no reestabelecimento da cobertura vegetal (WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009), modificando o ambiente, e sendo capazes de criar condições favoráveis a germinação e desenvolvimento de outras espécies (ELLIOTT *et al.*, 2003).

Vislumbrando apresentar resultados inéditos sob essa abordagem para a Mata Atlântica, de maneira clara e convincente, este estudo foi dividido em dois capítulos. No primeiro, foi analisada a composição e estrutura dos estratos arbóreo e regenerante de dois fragmentos florestais justapostos ao Rio Doce e no segundo capítulo, foi avaliada a relação dessas vegetações estudadas com fatores ambientais locais e apresentada uma lista de espécies estruturantes para serem utilizadas na recuperação da bacia hidrográfica do Rio Doce no estado do Espírito Santo.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Descrever a composição florística e estrutural de dois remanescentes florestais justapostos ao Rio Doce, no estado do Espírito Santo, e inferir sobre a relação da vegetação com fatores ambientais locais, como subsídio a identificação de espécies estruturantes de comunidades vegetais.

## **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Avaliar a estrutura e composição de espécies vegetais dos estratos arbóreo e regenerante em dois fragmentos florestais justapostos ao Rio Doce no estado do Espírito Santo;
- ✓ Apresentar a estrutura fitossociológica e verificar a similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante;
- ✓ Verificar as relações entre a distribuição das espécies dos dois estratos (arbóreo e regenerantes) com variáveis ambientais (atributos do solo e luminosidade);

- ✓ Identificar a significância da similaridade florística entre os dois remanescentes estudados para ambos os estratos;
- ✓ Sugerir uma lista de espécies estruturantes para serem utilizadas em projetos de restauração, com base nos levantamentos estruturais e de composição.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Esse estudo foi realizado em duas áreas de floresta nativa localizadas no Norte e Noroeste do estado do Espírito Santo, respectivamente a Floresta Nacional (FLONA) de Goytacazes, em Linhares e a Reserva Legal (RL) do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina, no município de Colatina (Figura 1).

Localizada às margens da BR-101 no município de Linhares, distante cerca de 1000 m do Rio Doce, a FLONA de Goytacazes, é considerada o único remanescente de Floresta Ombrófila Densa Aluvial na Planície Aluvial do Rio Doce (ROLIM *et al.*, 2006; IBGE, 2012; ICMBIO, 2013). É responsável por abrigar diversas espécies endêmicas da Mata Atlântica (ICMBIO, 2013), e outras ameaçadas presentes na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e na *Red List of Threatened Species* IUCN (2015).

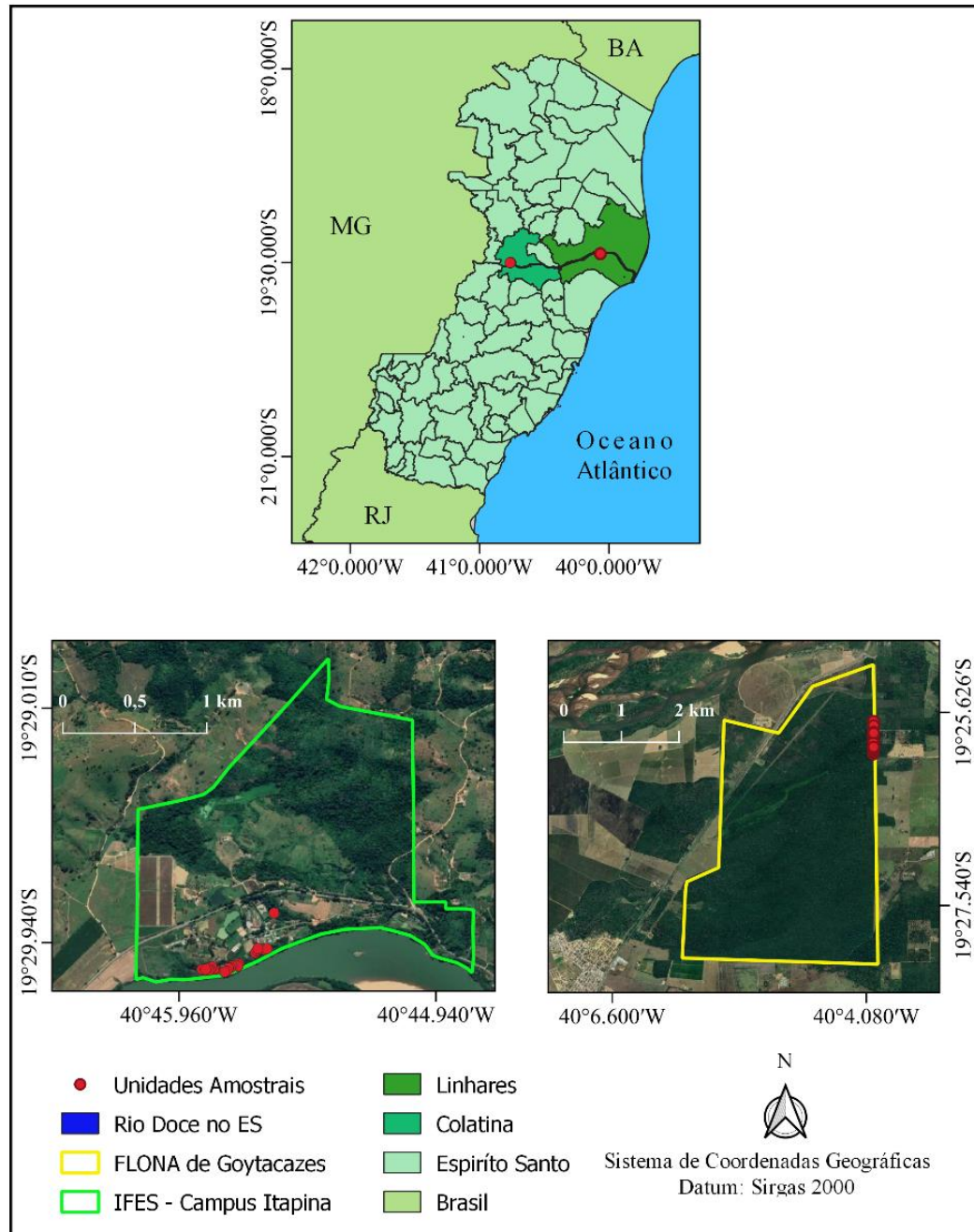
Antes de se tornar Floresta Nacional, a área era pertencente a Fazenda Experimental Goytacazes, gerenciada por meio de uma parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e o atual Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER. A FLONA de Goytacazes foi criada pelo Decreto Nº 3096-E de 29 de novembro de 2002 (BRASIL, 2002), e teve sua ampliação por meio do Decreto publicado em 05 de junho de 2012 (BRASIL, 2012), onde a área compreendida pela mesma passa a ser de 1.424 ha. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, é classificada como uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável e tem como objetivo o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica (ICMBIO, 2013).

Dentre as diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial é formada por um mosaico vegetacional, resultante das variações de solo e altitude (ZACARIAS *et al.*, 2012; GARBIN *et al.*, 2017). Dados climáticos da estação meteorológica da Reserva Natural Vale para a série histórica 1975-2013 disponibilizados por Kierulff *et al.* (2015) indicam que o clima da região é quente e úmido com chuvas no verão e invernos secos, sendo classificado pelo sistema de Köppen, como Aw (ALVARES *et al.*, 2013). A média das temperaturas variam entre 18°C no inverno e 29,9°C no verão (SAITER *et al.*, 2017). Quanto



ao tipo de solo, a FLONA é composta por Neossolo Flúvico e o Neossolo Quartzarênico, e em sua maioria territorial apresenta relevo com uma suave inclinação (ICMBIO, 2013).

**Figura 1.** Localização das áreas de estudo e das unidades amostrais. Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina e Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares - ES, Brasil.



Fonte: A autora.

O segundo remanescente florestal estudado é pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia - IFES Campus Itapina, localizado às margens da BR-259 no município de Colatina (IDAF, 2015). A amostragem foi realizada às margens do Rio Doce em uma área de preservação permanente, que passou por interferência antrópica no passado.

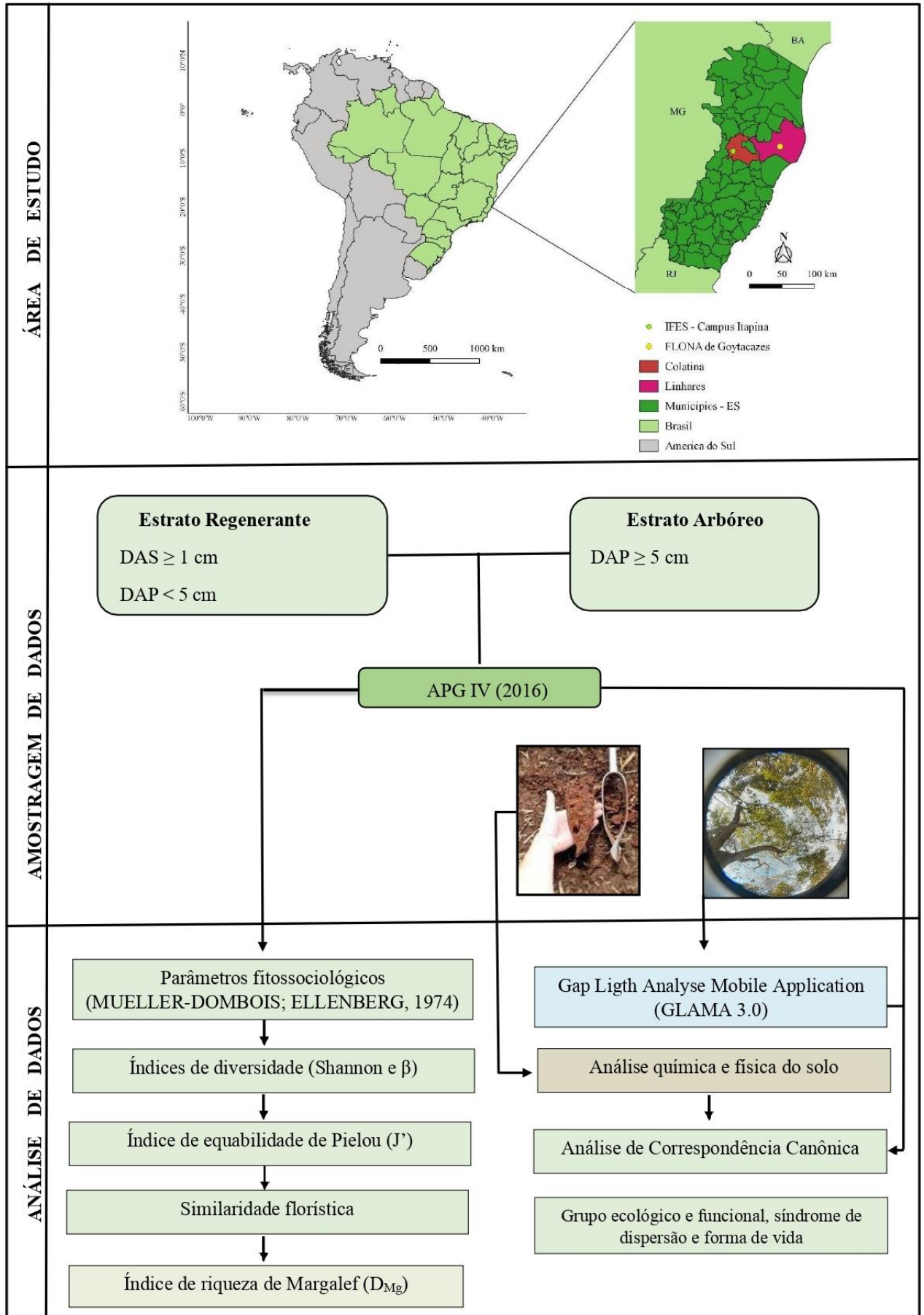
Devido a declividade do local, mesmo em períodos de cheia do rio a área não passa por período de alagamento.

Criado em 28 de abril de 1956, sob a denominação de Escola de Iniciação Agrícola de Colatina, o IFES - Campus Itapina abrange uma área total de 315,5 ha sendo destes aproximadamente 187 ha ocupados por vegetação nativa (IDAF, 2015). O remanescente florestal estudado encontra-se hoje empobrecido de espécies, devido aos processos de utilização, dentre os quais tem-se a intensiva extração madeireira ocorrida no passado (COELHO, 2009) e a abertura de trilhas para dar acesso ao rio. A área é formada por vegetação secundária (capoeira), apresentando poucos espécimes de porte elevado.

Devido à ausência de estudos florístico e fitossociológicos em toda essa região noroeste, não há um consenso sobre a vegetação existente, sendo esta considerada Floresta Estacional Semidecidual por alguns autores (GARBIN *et al.*, 2017; SAITER *et al.*, 2017) e Floresta Ombrófila Densa Aluvial pela classificação do IBGE (2012). Apesar de oficialmente classificada como Floresta Ombrófila Densa, as florestas de Colatina perdem uma quantidade razoável de folhas durante o inverno (Observações pessoais). Segundo Amorim (2020), a região apresenta clima típico do vale do Rio Doce, com inverno seco e verões chuvosos, sendo classificado segundo Köppen como Aw (ALVARES *et al.*, 2013). A maior ocorrência de chuvas é registrada de outubro a março, com pluviosidade média anual de 1.100 milímetros. Quanto ao relevo, a topografia predominante é plana ondulada, composta predominantemente por latossolo vermelho amarelo, distrófico (INCAPER, 2020).

A seguir encontra-se um fluxograma (Figura 2), contendo as etapas realizadas neste trabalho, desde as áreas de estudo, amostragem e análise dos dados. A forma de obtenção de dados e como foram realizadas as análises, encontram-se detalhadas nos capítulos seguintes.

**Figura 2.** Fluxograma metodológico das etapas de coleta e análise de dados realizadas neste estudo.



Fonte: A autora.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 5.1 Bioma Mata Atlântica

Conhecida mundialmente, a Mata Atlântica está entre os 36 hotspots de biodiversidade prioritários para a conservação (MYERS *et al.*, 2000, MITTERMEIER *et al.*, 2011, LIMA *et al.*, 2015, REZENDE *et al.*, 2018, ESSER *et al.*, 2019), por abrigar níveis elevados de riqueza e endemismo (FORZZA *et al.*, 2012), e permanente susceptibilidade à perturbação antrópica. A importância dada a esse bioma está relacionada não apenas à diversidade e riqueza de espécies, mas também aos elevados níveis de endemismo observados em suas formações (TABARELLI & MANTOVANI, 1999). Alguns autores afirmam existir aproximadamente 20.000 espécies de plantas pertencentes a este bioma (MITTERMEIER *et al.*, 2011; TABARELLI *et al.*, 2012), das quais mais de 1.500 estão ameaçadas de extinção, o que equivale a 60% de todas as listas de espécies ameaçadas no Brasil (MARTINELLI & MORAES, 2013).

Estendendo-se por 17 estados brasileiros e parte da Argentina e Paraguai (PEREIRA *et al.*, 2018), a Mata Atlântica é composta por um mosaico de vegetações (ESSER *et al.*, 2019), abrigando diferentes fitofisionomias. Essas se formam devido aos variados tipos de clima, precipitação, solo e altitude. Segundo a Lei Federal nº 11.428/2006, que dispõe sobre o Bioma Mata Atlântica, temos como vegetações constituintes deste bioma, efetivamente protegidos por esta lei:

*Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste.*

Dentre as fitofisionomias que compõem a Mata Atlântica, encontra-se a Floresta Ombrófila Densa (FOD) que apresenta cinco fitofisionomias diferentes, Formação Aluvial, Terras Baixas, Submontana, Montana e Alto-montana (IBGE, 2012). Ocorrendo entre o norte do Espírito Santo e sul da Bahia (MAGALHÃES, 2018), a Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 2012), é um ecossistema de formação vegetacional ribeirinha que apresenta, na sua maioria, vegetação com dossel uniforme, presença de muitas lianas e epífitas e elevada

biodiversidade (MAURY, 2002). Localizada em regiões próximas aos leitos de rios, a Floresta Ombrófila Densa Aluvial é alvo de desmatamento, pois sua localização coincidi com ambientes onde a ocupação e uso agrícola são muito intensivos (ICMBIO, 2013).

Mesmo com toda a complexidade de fitofisionomias resultantes da interação entre os fatores bióticos e a abióticos (IBGE, 2012; JOLY, METZGER & TABARELLI, 2014) que compõem o bioma Atlântico, de acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (2021), restam apenas 12,4% da cobertura original, evidenciando a necessidade de medidas que favoreçam a preservação e recuperação do bioma. Diversos são os fatores que favorecem a fragmentação da Floresta Atlântica, sendo a agricultura e expansão urbana os principais (SCHOWALTER, 2012; HANSEN *et al.*, 2013), associados a esses as mudanças climáticas (SCARANO & COETTO, 2015) e, conseqüentemente os desastres ambientais agravam ainda mais a situação.

## **5.2 Desastre ambiental na Bacia do Rio Doce**

A questão ambiental vem sendo tema de diversas conferências e fóruns internacionais nas últimas décadas, tendo em vista a sua importância para a manutenção da qualidade de vida, bem como o impacto que pode gerar para a sociedade (MACHADO, 2012). No Brasil, é comum a ocorrência de desastres ambientais em diferentes escalas, normalmente ocasionados por diferentes fatores. Onófrío (2021) afirma que os desastres podem ser classificados em naturais quando tem origem em fatores naturais (ex: furacões), ou antropogênicos quando decorrem da ação humana.

Em cinco de novembro de 2015, o Brasil testemunhou um dos maiores desastres ambientais do país, o rompimento da barragem de rejeitos de mineração da empresa Samarco Mineração S.A. Este comprometeu a bacia hidrográfica do Rio Doce desde o povoado de Bento Rodrigues em Mariana - Minas Gerais até a foz em Regência no Espírito Santo (SILVA & FAULHABER, 2020), por meio da liberação de aproximadamente 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro (VARGAS, 2018), que percorreram mais de 660 quilômetros até o litoral (SERRA, 2018). O fluxo da lama causou a contaminação da água e dos solos, devastou trechos de matas ciliares e comprometeu a capacidade de regeneração natural dos ecossistemas (COELHO, 2015).

O desastre foi considerado o maior do gênero em território brasileiro, acarretando em problemas do ponto de vista ambiental, social e econômico. A lama de rejeitos devastou o povoado de Bento Rodrigues, deixando diversas pessoas desabrigadas e 19 desaparecidas (URQUIZA & ROCHA, 2019). Ao longo do leito do Rio Doce vários municípios foram afetados pelo desabastecimento de água, e muitas pessoas viram sua fonte de renda desaparecer, quando a lama contaminou o rio inviabilizando a atividade pesqueira.

### 5.3 Ecossistema de referência

O ecossistema de referência (ER) em sua maioria são florestas preservadas ou que apresentem a mínima intervenção antrópica (MAZA-VILLALOBOS *et al.*, 2011; SER, 2004; NUMATA *et al.*, 2017; FONSECA *et al.*, 2017). Rodrigues *et al.* (2009) afirmam que o ideal são ecossistemas tidos como referência serem compostos por um conjunto de fragmentos florestais com a finalidade de se determinar diferentes estágios de desenvolvimento da floresta, englobando áreas preservadas, em regeneração, em processo de restauração e até mesmo áreas degradadas. Esse modelo é importante para reconhecer o papel dos distúrbios naturais e das ações antrópicas sobre os ecossistemas (MARTINS, 2012). O ER vem sendo utilizado como modelo inicial para o planejamento de projetos de restauração que visam trazer de volta à área alterada suas características de antes da perturbação (SER, 2004).

Existem diversas formas de caracterizar os ER, dentre as quais podemos citar: 1) Avaliação de listas de espécies obtidas em levantamentos anteriores; 2) Realização de levantamento florístico e fitossociológico; 3) Utilização de imagens de satélite obtidas em diferentes épocas, a fim de possibilitar o entendimento das mudanças ocorridas na paisagem ao longo do tempo (BRANCALION, 2012); 4) Levantamento das características edáficas, e 5) Conversas com moradores de longa data do entorno (MARTINS, 2012).

Os ER são fundamentais para o fornecimento de uma base teórica a respeito do ecossistema que se pretende restaurar (ENGEL & PARROTA, 2008). Os mesmos podem ser utilizados para comparação dos aspectos estruturais, funcionais e ecológicos (NERY *et al.*, 2013). Esses ecossistemas são ferramentas de apoio importantes para estudos voltados a restauração florestal, por meio deles é possível estabelecer metas de riqueza e diversidade de espécies comuns da região (BRANCALION, 2012; MARTINS, 2012); e propor medidas de restauração e proteção dos serviços e funções ecossistêmicas (LIU, GAO & WANG, 2018).

### 5.4 Espécies Estruturantes

O conceito de espécies estruturantes surgiu pela primeira vez no ano de 1995, associado a definição de “*Framework species*”. Este é definido como um modelo de estruturação [restauração] baseado no uso de um pequeno grupo de espécies que sejam fáceis de serem coletadas sementes e produzidas suas mudas, e quando plantadas em campo, permita que o processo de sucessão ecológica ocorra de forma mais eficaz, assegurando um melhor funcionamento do ecossistema (ELLIOTT *et al.*, 2003; PAKKAD *et al.*, 2003; WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009).

Todas as espécies vegetais que compõem uma floresta são responsáveis por influenciar na comunidade e nos processos interativos de alguma forma. As espécies estruturantes são vistas como aquelas que controlam a estrutura da comunidade devido atributos como: abundância, distribuição espacial, porte, biomassa e que influenciam na ocorrência das demais (SALOMÃO, 2015). Segundo Salomão *et al.* (2019), as espécies estruturantes devem ser traduzidas pelas principais famílias e associações de gêneros, sendo semelhante as encontradas na floresta original.

Alguns autores definem espécies estruturantes como aquelas que apresentam atributos particulares, favoráveis para desenvolvimento em determinada condição ambiental (WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009; PILON & DURIGAN, 2013). Elas são responsáveis por acelerar a reestruturação da comunidade vegetal e desencadear processos ecológicos que asseguram o funcionamento do ecossistema (ELLIOTT *et al.*, 2003; PAKKAD *et al.*, 2003; PILON & DURIGAN, 2013). Os atributos desejáveis para esse grupo de espécies estruturantes são alta taxa de sobrevivência, rápido crescimento, copas amplas e frutos atrativos para a fauna (PAKKAD *et al.*, 2003; WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009). Essas características auxiliam as espécies a suportarem os filtros ecológicos presentes no ecossistema (PILON & DURIGAN, 2013).

Para um bom desenvolvimento funcional, é importante que o ambiente em restauração contenha um conjunto de espécies estruturantes advindas de ecossistemas de referência (SALOMÃO *et al.*, 2019). Após estabelecidas, essas espécies devem ser capazes de restabelecer a cobertura vegetal na área em recuperação (WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009), no intuito de atuarem modificando o microclima, sendo capazes de criar condições favoráveis à germinação e desenvolvimento de outras espécies vegetais (ELLIOTT *et al.*, 2003). Tudo isso, aliado também à dispersão de sementes das áreas circunvizinhas (ELLIOTT *et al.*, 2003).

### **5.5 Variáveis ambientais**

As plantas necessitam de diversos fatores e condições favoráveis para o estabelecimento, crescimento e desenvolvimento. Dentre estes temos os fatores abióticos, que atuam na estrutura e funcionamento da comunidade vegetal, podendo ser delimitado como físicos [luminosidade, temperatura e umidade] (SILVA *et al.*, 2021), químicos [nutrientes] e geológicos [rochas e edáfico] (BROETTO, GOMES & JOCA, 2017). Alterações severas nesses fatores causam perturbações no funcionamento das plantas, levando ao mal desenvolvimento no crescimento e contribuindo para distúrbios de mudanças morfofisiológicas (BROETTO, GOMES & JOCA, 2017).

Dentre os fatores físicos, a radiação solar é considerada um fator limitante para a existência da vida, visto que a mesma é responsável pela temperatura ambiental. A temperatura determina entre outras coisas, a composição de espécies de uma determinada vegetação (SILVA *et al.*, 2021). Cada espécie possui uma temperatura ideal para o seu desenvolvimento, sendo que a exposição das mesmas a temperaturas muita acima ou abaixo do ideal, podem causar estresse levando a morte da planta (TAIZ *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2021).

Em conjunto com a radiação, a luminosidade é um dos mais importantes atributos para o desenvolvimento da vegetação, pois influencia no comportamento e distribuição espacial dos indivíduos, principalmente no estrato regenerativo (CHAZDON, 2016), na produção de biomassa e dinâmica de desenvolvimento da floresta (ANDRADE *et al.*, 2014). A luminosidade que chega no estrato inferior da floresta atua como um catalisador, influenciando na distribuição/determinação das espécies. A incidência de luz é um fator fundamental para a manutenção da vida na terra, sendo essencial para a realização da fotossíntese pelos vegetais (ANDRADE *et al.*, 2014).

Sendo determinado como um fator geológico, o solo é uma das mais importantes variáveis ambientais. Atua como suporte para o desenvolvimento vegetal, sendo a base para a fixação das raízes das plantas e reservatório de água, sais minerais e nutrientes. Os teores de nutrientes presentes no solo funcionam como um filtro ambiental para seleção das espécies que desenvolverão naquele ambiente (BRAGA *et al.*, 2015; GOMES, 2018), tendo em vista a necessidade nutricional para algumas e a toxicidade para outras. Entender a correlação entre as características do solo e a vegetação é essencial, principalmente em estudos que visam a escolha de espécies para serem utilizadas em projetos de restauração florestal (GONÇALVES *et al.*, 2011; BRAGA *et al.*, 2015).



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, A. C. *et al.* FENÔMENO DAS ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE COLATINA-ES. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 2, p. 52-64, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36524/ric.v6i2.801>.
- ANDRADE, A. M. D. de *et al.* Radiação fotossinteticamente ativa incidente e refletida acima e abaixo do dossel de floresta de mata atlântica em Coruripe, Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 1, p. 68-79, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000100007>.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- BARBOSA, F. A. R. *et al.* O desastre de Mariana e suas consequências sociais, econômicas, políticas e ambientais: porque evoluir da abordagem de Gestão dos recursos naturais para Governança dos recursos naturais? **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG**, v. 24, n. 1-2, p. 159-182, 2015.
- BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. de L.; MARTINS, S. V. Influence of soil factors on floristic variation in semideciduous seasonal forest in Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 623-633, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400004>.
- BRANCALION, P. H. S. *et al.* Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. *In*: MARTINS, S. V. (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV. p. 251-278. 2015.
- BRASIL. Decreto nº 3096-E de, 29 de novembro de 2002. Cria a Floresta Nacional de Goytacazes, no Município de Linhares, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 2002.
- BRASIL. Decreto de 5 de junho de 2012. Dispõe sobre a criação e ampliação dos limites da Floresta Nacional de Goytacazes, no Município de Linhares, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Processo nº 02001.004989/2007-21. 05 jun. 2012.
- BRASIL, Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF, dez 2006.
- BROETTO, F.; GOMES, E. R.; JOCA, T. A. C. (orgs.) **O Estresse Das Plantas: Teoria & Prática**. Cultura Acadêmica. São Paulo: Editora UNESP, 2017. 194 p.
- CHADZON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. Tradução de Nino Amazonas & Ricardo César. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 430 p.
- COELHO, A. L. N. Bacia hidrográfica do Rio Doce (MG/ES): uma análise socioambiental integrada. **Geografares**. [S. l.], n. 7, p. 131-146. 2009. DOI: <https://doi.org/10.7147/GEO7.156>.
- COELHO, R. M. P. Existe governança das águas no Brasil? Estudo de caso: O rompimento da Barragem de Fundão, Mariana (MG). **Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico**, v. 24, n. 1, p. 16-43, 2015.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira**. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 1997. 484 p.
- ELLIOTT, S. *et al.* Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**, v. 184, n. 1-3, p. 177-191, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00211-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00211-1).
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In*: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 1-26, 2008.
- ESSER, L. F, NEVES D. M.; JARENKOW, J. A. Habitat-specific impacts of climate change in the Mata Atlântica biodiversity hotspot. **Divers Distrib**, v.25, n.12, p. 1846-1856, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddi.12984>.

- FERNANDES, G. W. *et al.* Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. **Natureza e Conservação**, v. 14, n. 2, p. 35-45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.10.003>.
- FONSECA, D. A., *et al.* Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência. **Ciência Florestal Santa Maria**, v. 27, n. 2, p. 521-534, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509827733>.
- FORZZA, R. C. *et al.* Nova lista florística brasileira destaca os desafios da conservação. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em: 05 de abr. de 2021.
- GARBIN, M. L. *et al.* Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. **Rodriguésia**, v. 68, n. 5, p. 1883-1894, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768521>.
- GOMES, J. L. dos S. **Diversidade funcional em uma comunidade de floresta úmida: Testando fatores abióticos locais como filtros ambientais**. 2018.[43 f]. Dissertação (Centro de Ciências Agrárias (Biodiversidade) - Universidade Federal da Paraíba).
- GONÇALVES, I. de S. *et al.* Influence of soil factors on the floristic variations of a section of Riparian Forest in the River Gualaxo do Norte, Mariana, MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1235-1243, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700010>.
- HANSEN, M. C. *et al.* High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1244693>.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER 2020 - 2023. 2020 Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Colatina.pdf>. Acesso em: 29 de mar. de 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências**, n. 1, Rio de Janeiro, 2012. 275 p.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Plano de Manejo Floresta Nacional de Goytacazes. 2013.
- INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO (IDAF). Cadastro Ambiental Rural - CAR. 2015. Disponível em: <http://simlam.idaf.es.gov.br/portal/consultar-car>. Acesso em: 29 de mar. de 2021.
- IUCN 2015. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015-4. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 01 de mar. de 2021.
- JOLY, C. A.; METZGER, J. P; TABARELLI, M. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.12989>.
- KIERULFF, M. C. M. *et al.* Reserva Natural Vale: história e aspectos físicos. **Ciência & Ambiente**, v. 49, p. 7-40, 2015.
- LIMA, P. B. *et al.* Altered herb assemblages in fragments of the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 191, p. 588-595, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.08.014>.
- LIU, H.; GAO, C.; WANG, G. Understand the resilience and regime shift of the wetland ecosystem after human disturbances. **Science of The Total Environment**, v. 643, p. 1031-1040, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.276>.
- MACHADO, A. de Q. **Licenciamento Ambiental: atuação preventiva do Estado à luz da Constituição da República Federativa do Brasil**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2012. 178 p.

- MAGALHÃES, J. H. R. Estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta madura nos tabuleiros costeiros do extremo sul da Bahia, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 40, n. 2, p. 93-122, 2018.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da mata da pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 207-215, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000200010>.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A (orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.
- MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV. 2012.
- MAURY, A. M. (org.) **Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.
- MAZA-VILLALOBOS, S., LEMUS-HERRERA, C., MARTÍNEZ-RAMOS, M. Succession altrends in soil seed banks of abandoned pastures of a Neotropical dry region. **Journal of Tropical Ecology**, v. 27, n. 1, 35-49, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467410000611>.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA.) Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, 18 dez. 2014, Seção 1, p. 110-121. 2014.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.* Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. *In: Biodiversity hotspots*. Springer, Berlin: Heidelberg, 2011. p. 3-22. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1).
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Hoboken: Wiley, 1974. 574 p. DOI: <https://doi.org/10.2307/213332>.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>.
- NERY, E. R. A., *et al.* O conceito de restauração na literatura científica e na legislação brasileira. **Revista Caititu**, v. 1, n. 1, p. 43-56, 2013. DOI: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d04.
- NUMATA, I., *et al.* Fire and edge effects in a fragmented tropical forest landscape in the southwestern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 401, p. 135-146, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.010>.
- OLIVEIRA, R. R. Mata Atlântica, paleoterritórios e história ambiental. **Ambiente e Sociedade**, v.10, n.2, p. 11-23, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200002>.
- ONÓFRIO, V. de M. **Limites e Possibilidades da Imputabilidade Penal em Caso de Desastres Ambientais: análise de casos à luz do Direito dos Desastres**. São Paulo: Editora Dialética, 2021. 216 p.
- PAKKAD, G. *et al.* Selecting seed trees for a forest restoration program: a case study using *Spondias axillaris* Roxb. (Anacardiaceae). **Forest Ecology and Management**, v. 182, n. 1-3, p. 363-370, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00092-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00092-6).
- PEREIRA, I. M., *et al.* Forest Structure and the Species Composition of the Parque Estadual Mata Atlântica, Located in Goiás State, Brazil. **International Journal of Ecology**. v. 2018, Article ID 1219374, 2018. 9 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/1219374>.
- PILON, N. A. L., DURIGAN G. Criteria to indicate priority species for the restoration of cerrado vegetation. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.
- PRADO, F. B.; VASCONCELOS, F. C. W.; CHIODI, C. K. Regime jurídico da Mata Atlântica e o risco à sobrevivência in situ de espécies ameaçadas. **Ambiente e Sociedade**, v.17, n.2, p. 1-16, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200002>.
- REZENDE, C. L. *et al.* From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in ecology and conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002>.

- RODRIGUES, R. R. *et al.* On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.008>.
- ROLIM, S. G. *et al.* Composição Florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 549-561, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000300005>.
- SAITER, F. Z. *et al.* Uma revisão sobre a controversa classificação fisionômica da Floresta de Linhares, norte do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 68, n. 5, p. 1987-1999, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768529>.
- SALOMÃO, R. P. **Restauração Florestal de precisão: dinâmica e espécies estruturantes**: Evolução de áreas restauradas em uma Unidade de Conservação na Amazônia-Porto Trombetas, Pará. Novas Edições Acadêmicas. 2015. 404 p.
- SALOMÃO, R. de P. *et al.* Espécies estruturantes para a restauração florestal de áreas mineradas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 876-886, 2019.
- SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic Forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2319-2331, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0972-y>.
- SCHOWALTER, T. D. Insect Responses to Major Landscape-Level Disturbance. **Annual Review of Entomology**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100610>.
- SERRA, C. **Tragédia em Mariana: a história do maior desastre ambiental do Brasil**. Editora Record, 2018.
- SILVA, A. F.; FAULHABER, P. Bento Rodrigues and the memory that the mud did not erase: The awakening to heritage in the (re)construction of identity in the post-disaster context. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas**, v. 15, n. 1, e20200126, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2178-2547-BGOELDI-2019-0126>.
- SILVA, T. R. G. *et al.* Fatores abióticos no crescimento e floração das plantas. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 4, e19710413817, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>.
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL - SER. The SER primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration International, Science and Policy Working Group, 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org>>. Acesso em: 11 de set. 2021.
- TABARELLI, M. *et al.* A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciência**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na Bioma Mata Atlântica de encosta no estado de São Paulo (Brasil). **Revista brasileira de Botânica**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000200012>.
- TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 888 p.
- URQUIZA, A. H. A.; ROCHA, A. de O. O desastre ambiental de Mariana e os Krenak do Rio Doce. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**. v. 16, n. 35, p. 191-218, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18623/rvd.v16i35.1507>.
- VARGAS, T. B. O Estado poluidor-pagador: por uma leitura constitucionalmente adequada da responsabilidade da Administração na tragédia da Barragem em Mariana-MG. In: SGARBOSSA, L. F.; IENSUE, G. (orgs.). **Direitos humanos & fundamentais: reflexões aos 30 anos da Constituição e 70 da Declaração Universal**. Campo Grande: Instituto Brasileiro de Pesquisa Jurídica. p. 489-508, 2018.
- VIEIRA, K. I. C. *et al.* Levantamento florístico e estudo palinológico de áreas sob influência do rompimento da barragem de Fundão em Mariana, MG, Brasil, visando o desenvolvimento da Meliponicultura como estratégia para a recuperação ambiental. **Hoehnea**, v. 47, e292019, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-29/2019>.

WHITHAM, T. G. *et al.* A framework for community and ecosystem genetics: from genes to ecosystems. **Nature Reviews Genetics**. v. 7, n. 7, p. 510-523, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrg1877>.

WYDHAYAGARN, C.; ELLIOTT, S.; WANGPAKAPATTANAWONG, P. Bird communities and seedling recruitment in restoring seasonally dry forest using the framework species method in Northern Thailand. **New Forests**. v. 38, n. 1, p. 81-97, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-009-9133-z>.

ZACARIAS, R. R. *et al.* Fitossociologia de dois trechos de floresta ombrófila densa aluvial em solos hidromórficos, Paraná, Brasil. **Floresta**. v. 42, n. 4, p. 769-782, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/ufv.v42i4.20409>.

## Capítulo I

### COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DOS ESTRATOS ARBÓREO E REGENERANTE EM DUAS FLORESTAS ASSOCIADAS AO RIO DOCE - ES

**Resumo:** O objetivo deste capítulo foi descrever a composição florística e avaliar a estrutura da comunidade vegetal dos estratos arbóreo e regenerante em dois remanescentes florestais justapostos ao Rio Doce no Espírito Santo. Para a amostragem da vegetação arbórea (diâmetro a altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm), foram alocadas 50 parcelas de 100 m<sup>2</sup>, distribuídas em dois remanescentes. Para a amostragem do estrato regenerante foram demarcadas em cada parcela de 100 m<sup>2</sup>, uma sub-parcela de 25 m<sup>2</sup>. Foram considerados indivíduos regenerantes os que apresentaram DAP  $< 5$  cm e diâmetro à altura do solo (DAS)  $\geq 1$  cm. Os indivíduos amostrados foram identificados quanto a espécie e classificados quanto aos atributos funcionais e grau de ameaça de extinção. Foram obtidos os parâmetros fitossociológicos, índice de valor de importância (IVI), índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e riqueza de Margalef (D<sub>Mg</sub>). Os índices de diversidade de Shannon entre estratos foram comparados pelo teste t de Hutcheson. Na FLONA de Goytacazes foram amostrados 343 indivíduos arbóreos, distribuídos em 32 famílias botânicas e 83 gêneros, no estrato regenerante foram mensurados 280 indivíduos, distribuídos em 27 famílias e 59 gêneros. Ambos estratos são compostos em sua maioria por espécies secundárias iniciais. O H' foi de 4,64 e 4,24 para os estratos arbóreo e regenerante, respectivamente. As espécies de maior IVI no estrato arbóreo foram *Protium glaziovii* (20%) e *Luehea divaricata* (14), no estrato regenerante temos *Cupania rugosa* (17,84%) e *Myrcia* sp. 2 (14,94). Houve diferenças significativas na diversidade entre estratos pelo teste t de Hutcheson. Na área pertencente ao IFES - Campus Itapina foram amostrados 276 indivíduos arbóreos representado 15 famílias e 26 gêneros, e 357 indivíduos regenerantes distribuídos em 24 famílias e 35 gêneros. Em ambos estratos houve predominância de espécies pioneiras e secundárias iniciais. O H' do estrato arbóreo foi de 3,41 e 3,33 para o estrato regenerante. As espécies de maior IVI no estrato arbóreo foram *Piptadenia gonoacantha* (34,4%) e *Astronium graveolens* (22,5), no estrato regenerante temos *Astronium graveolens* (44,2%) e *Trichilia hirta* (24,13). Ao comparar o índice de diversidade de Shannon (H') entre os estratos, não foi encontrada diferença estatística. A espécie *Astronium concinnum* destacou-se em ambos estratos na área da FLONA de Goytacazes, enquanto no IFES - Campus Itapina as espécies em destaque foram *Astronium graveolens* e *Trichilia hirta*, podendo ser consideradas potenciais para uso na recuperação de ecossistemas.

**Palavras-chave:** Florística; Fitossociologia; Riqueza; Mata Atlântica.

## Chapter I

### COMPOSITION AND STRUCTURE OF TREE AND REGENERANT STRATA IN TWO FORESTS ASSOCIATED WITH RIO DOCE - ES

**Abstract:** The objective of this chapter was to describe the floristic composition and to evaluate the plant community structure of the tree and regenerating strata in two forest remnants juxtaposed to the Rio Doce in Espírito Santo. For the sampling of tree vegetation (diameter at breast height (DBH)  $\geq 5$  cm), 50 plots of 100 m<sup>2</sup> were allocated, distributed in two remnants. For the sampling of the regenerating stratum, a sub-plot of 25 m<sup>2</sup> was demarcated in each plot of 100 m<sup>2</sup>. Individuals with DBH  $< 5$  cm and diameter at ground height (DAS)  $\geq 1$  cm were considered as regenerating individuals. The individuals sampled were identified as to species and classified as to functional attributes and degree of threat of extinction. The phytosociological parameters, importance value index (IVI), Shannon diversity index (H'), Pielou equability (J') and Margalef richness (DMg) were obtained. Shannon diversity indices between strata were compared by Hutcheson's t test. In the FLONA de Goytacazes, 343 arboreal individuals were sampled, distributed in 32 botanical families and 83 genera, in the regenerating stratum, 280 individuals were measured, distributed in 27 families and 59 genera. Both strata are composed mostly of early secondary species. The H' was 4.64 and 4.24 for the tree and regenerating strata, respectively. The species with the highest IVI in the tree stratum were *Protium glaziovii* (20%) and *Luehea divaricata* (14), in the regenerating stratum we have *Cupania rugosa* (17.84%) and *Myrcia* sp. 2 (14.94). There were significant differences in diversity between strata by Hutcheson's t test. In the area belonging to the IFES - Campus Itapina, 276 arboreal individuals were sampled, representing 15 families and 26 genera, and 357 regenerating individuals distributed in 24 families and 35 genera. In both strata there was a predominance of pioneer and early secondary species. The H' of the arboreal stratum was 3.41 and 3.33 for the regenerating stratum. The species with the highest IVI in the tree stratum were *Piptadenia gonoacantha* (34.4%) and *Astronium graveolens* (22.5%), in the regenerating stratum we have *Astronium graveolens* (44.2%) and *Trichilia hirta* (24.13%). When comparing the Shannon diversity index (H') between the strata, no statistical difference was found. The species *Astronium concinnum* stood out in both strata in the FLONA de Goytacazes area, while in the IFES - Campus Itapina the highlighted species were *Astronium graveolens* and *Trichilia hirta*, which can be considered potential for use in ecosystem recovery.

**Keywords:** Floristic; Phytosociology; Richness; Similarity; Atlantic Forest.

# 1. INTRODUÇÃO

As matas ciliares, também conhecidas por formações florestais ribeirinhas (KUNTSCHIK, EDUARTE & UEHARA, 2014), sofrem diversos processos de exploração antrópica e degradação, resultando em inúmeros problemas ambientais como a extinção de espécies da fauna e flora, eutrofização, mudanças no clima local, além do assoreamento dos cursos d'água (FERREIRA & DIAS, 2004). Estas ocorrem no entorno dos corpos hídricos (BRACKMANN & FREITAS, 2013), funcionando como transição entre ecossistemas aquáticos e terrestres (KIPPER *et al.*, 2010), e como corredores ecológicos, ao ligar fragmentos florestais (MARTINS, 2011).

As florestas ciliares contribuem para manutenção da qualidade da água dos mananciais (BUDKE, 2005), estabilização das margens dos corpos d'água, reduzindo as taxas de erosão causadas pela precipitação (LIMA & ZAKIA, 2009; ANTONINI & MARTINS, 2016), e agem como filtros, retendo resíduos de agrotóxicos e sedimentos (FERREIRA & DIAS, 2004), que no Rio Doce são lançados desde o século XVIII, oriundo de atividades de mineração ilegais, sendo extrapolado com o rejeito oriundo da barragem de Fundão (FELIPPE *et al.*, 2016).

Apesar de serem reconhecidas como áreas de preservação permanente (APP's) e ser prioridade a preservação e restauração da vegetação ciliar nativa que tenha sofrido danos (BRASIL, 2012), as matas ciliares encontram-se no território nacional, em sua maioria, suprimidas ou degradadas (ANTONINI & MARTINS, 2016), sobretudo para a especulação imobiliária, expansão agropecuária e, na maioria dos casos, sendo transformadas apenas em áreas degradadas, sem qualquer tipo de atividade produtiva ou social (MARTINS, 2011). Deste modo, informações da florística e fitossociologia destas áreas são importantes para futuros projetos de restauração.

Conhecer a composição florística das comunidades vegetais é importante para a realização da caracterização da estrutura horizontal e vertical dos remanescentes florestais, realizada através da fitossociologia (ARAÚJO *et al.*, 2015). As informações obtidas a cerca desses levantamentos, permitem a realização de inferências a respeito da dinâmica da comunidade (ARAÚJO *et al.*, 2015), por meio da avaliação da importância ecológica das espécies, suas funções e distribuição (RODRIGUES & PIRES, 1988). Além de fornecer informações que orientam na tomada de decisão para a restauração de áreas degradadas (SANTANA *et al.*, 2021).

Descrever e analisar a vegetação são etapas fundamentais nos estudos ecológicos (MARTINS, 2009). As florestas são subdivididas em estratos vegetacionais, esses exercem diferentes funções. A regeneração natural ocupa o estrato inferior da floresta, a mesma é



responsável pelo fornecimento de novas plântulas (SIMONELLI *et al.*, 2021) garantindo a manutenção da floresta. Ocupando o dossel florestal pode-se observar o estrato arbóreo. Composto por espécies de diferentes grupos ecológicos, as árvores formam a matriz estrutural da floresta, atuando como fonte de sementes, oferecendo abrigo e sombra para outras espécies, auxiliando na regulação do clima e absorvendo CO<sub>2</sub> (CHAZDON, 2016).

Diante disso, visando ampliar as informações a respeito dos ambientes aluviais da bacia do Rio Doce, neste capítulo objetivamos descrever a composição florística e estrutural de dois remanescentes florestais associadas ao Rio Doce. Evidenciamos também sua importância para a conservação da riqueza de espécies vegetais e identificamos relações florísticas dentro e entre essas áreas de estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da área de estudo e sua caracterização estão apresentadas no item IV desta dissertação.

### 2.1 Coleta de dados da Florística e Fitossociologia

A coleta de dados referente a vegetação arbórea e regenerante foi realizada utilizando o método de amostragem de parcelas de área fixa (FELFILI *et al.*, 2011). Para medição dos indivíduos arbóreos foram estabelecidas 25 unidades amostrais com dimensões de 10 m × 10 m (100 m<sup>2</sup>), equidistantes 10 m e alocadas paralelamente a calha do rio (RODRIGUES *et al.* 2009), totalizando 0,25 hectares amostrados. Para a amostragem do estrato regenerante, foram alocadas sub-parcelas com dimensões de 5m × 5m no canto inferior esquerdo das parcelas de 100 m<sup>2</sup>.

A amostragem da comunidade adulta foi realizada por meio da mensuração de todos os indivíduos arbustivos-arbóreos com diâmetro a altura do peito (DAP, medido a 1,30 m de altura do solo)  $\geq 5$  cm. Para obtenção desses dados foi utilizada fita métrica para a obtenção da circunferência a altura do peito (CAP), que posteriormente foi convertida para DAP (RODRIGUES *et al.*, 2009). Os indivíduos mensurados foram identificados com plaquetas de alumínio, numeradas e presas ao fuste com arame galvanizado (Figura 3a).

Para a obtenção dos dados referentes a regeneração, foram inventariados todos os indivíduos com DAP < 5 cm e diâmetro à altura do solo (DAS)  $\geq 1$  cm. O DAS foi obtido com auxílio de um paquímetro digital e a altura total medida com auxílio do metro graduado de

madeira (MENINO *et al.*, 2009, 2012). Todos os indivíduos foram identificados com plaquetas de plástico e fixadas com arame galvanizado (Figura 3b).

**Figura 3.** Representação de um indivíduo plaqueado e numerado, (a) arbóreo; (b) regenerante. Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

A coleta do material botânico, para posterior identificação das espécies, foi realizada com o uso de podão, tesoura de poda ou com a ajuda de um escalador de árvores para o caso de espécimes muito altos. As amostras coletadas foram tratadas de acordo com as técnicas convencionais de herborização. Após a secagem, os exemplares foram identificados em níveis de família, gênero e espécie, quando possível, utilizando bibliografia especializada, chaves dendrológicas, realizando consultas em coleções de herbários e a especialistas botânicos. O material coletado foi incorporado ao acervo do Herbário Capixaba (CAP), associado à Universidade Federal do Espírito Santo, no município de Jerônimo Monteiro.

As famílias botânicas para as angiospermas, foram classificadas de acordo com o Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016). A nomenclatura das espécies e as abreviações dos respectivos autores foram conferidas segundo as informações disponíveis na Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020 (Flora do Brasil 2020 em construção, 2021. <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora>), registros da Rede SpeciesLink (REDE SPECIES LINK, 2021) e do Missouri Botanical Garden (<https://tropicos.org/home>). Os nomes dos autores foram descritos de acordo com Thiers *et al.* (2016), e se encontram juntamente com a lista das espécies apresentados nos apêndices A e B.

Após a identificação das amostras em nível específico, as espécies foram classificadas quanto: 1) ao grupo ecológico (pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias) (GANDOLFI; LEITÃO FILHO & BEZERRA, 1995); 2) à síndrome de dispersão de sementes, (anemocóricas, autocóricas e zoocóricas) (VAN DER PIJL, 1982; JUDD *et al.*, 2009); 3) ao

grupo funcional (preenchimento e diversidade); 4) à forma de vida (arbustivo e arbóreo) - essas classificações foram realizadas com base em consultas bibliográficas, observações de campo e informações constante na base da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020 em construção, 2021); e quanto 5) ao grau de ameaça de extinção pelo Livro Vermelho da Flora do Brasil (MARTINELLI & MORAES, 2013) pela Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção no Espírito Santo (SIMONELLI & FRAGA, 2007), e pela Red List of Threatened Species (IUCN, 2015).

## 2.2 Análise dos dados

### 2.2.1 Parâmetros fitossociológicos

Para análise da estrutura horizontal da vegetação foram obtidos para cada estrato (arbóreo e regenerativo), os parâmetros fitossociológicos de acordo com Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) (densidade, dominância, frequência e índice de valor de importância), utilizando o software FITOPAC 2.1 (SHEPHERD, 2010), como as seguintes fórmulas:

- **Densidade absoluta (DA)** [1]. Expressa o número de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área.

$$DA_i (ind.ha^{-1}) = n_i / A \quad [1]$$

Em que:

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie; e

$A$  = área amostrada (ha).

- **Densidade relativa (DR)** [2]. Expressa a relação entre o número de indivíduos total de uma mesma espécie e o número de indivíduos amostrados de todas as espécies expressa em porcentagem.

$$DR_i (\%) = n_i / N \times 100 \quad [2]$$

Em que:

$n_i$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie na área; e

$N$  = número total de indivíduos amostrados.

- **Dominância Absoluta (DoA)** [3]. É um parâmetro que expressa a influência de cada espécie na comunidade, através de sua biomassa. A DoA é obtida através da soma das áreas basais (AB) [4] dos indivíduos de uma mesma espécie, por unidade de área.

$$DoA_i (ha) = \frac{AB_i}{A} \quad [3]$$

Em que:

$AB_i$  = área basal da  $i$ -ésima espécie ( $m^2$ ); e

$A$  = área amostrada (ha).

Sendo:

$$AB (m^2 \cdot ha^{-1}) = \sum (\pi \times DAP^2 / 40000) \quad [4]$$

Em que:

$DAP$  = diâmetro à altura do peito (cm).

- **Dominância relativa (DoR)** [5]. Corresponde à participação, em percentagem, de determinada espécie em relação à área basal total das espécies amostradas.

$$DoR_i (\%) = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^s DoA_i} \times 100 \quad [5]$$

Em que:

$DoR_i$  = dominância relativa da  $i$ -ésima espécie, em %; e

$s$  = número de espécies amostradas.

- **Frequência Absoluta (FA)** [6]. Expressa o número de ocorrências de uma determinada espécie nas diferentes parcelas alocadas.

$$FA_i (\%) = \frac{U_i}{U_t} \times 100 \quad [6]$$

Em que:

$U_i$  = número de unidades amostrais nas quais a  $i$ -ésima espécie está presente; e

$U_t$  = número total de unidades amostrais;

- **Frequência Relativa (FR)** [7]. Corresponde a distribuição de cada espécie em termos percentuais.

$$FR_i (\%) = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} \times 100 \quad [7]$$

Em que:

$FA_i$  = frequência absoluta da  $i$ -ésima espécie; e

$s$  = número de espécies amostradas

- **Índice de Valor de Importância (IVI)** [8]. É definido pelo somatório dos parâmetros relativos de densidade, dominância e frequência das espécies amostradas, informando a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal.

$$IVI_i (\%) = DR_i + DoR_i + FR_i \quad [8]$$

Em que:

$DR_i$  = densidade relativa para a  $i$ -ésima espécie (%);

$FR_i$  = frequência relativa da  $i$ -ésima espécie (%); e

$DoR_i$  = dominância relativa da  $i$ -ésima espécie (%).

### 2.2.2 Índices de diversidade

Buscando estimar a diversidade e a equabilidade de espécies no remanescente florestal estudado, foram obtidos o índice de diversidade alfa de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e a equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (MAGURRAN, 2013). Afim de comprovar se existe ou não semelhança da diversidade, entre os estratos, por meio dos valores obtidos no índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi aplicado o teste t de Hutcheson  $\alpha = 0,05$  (ZAR, 2013), pois é o único disponível para comparações estatísticas entre valores de  $H'$  (NUNES *et al.*, 2003). Esses índices foram obtidos por meio do programa FITOPAC 2.1 (SHEPHERD, 2010), como descrito a seguir; e as comparações realizadas no software R, por meio do pacote *ecolTest* (R CORE TEAM, 2020).

- **Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ )** [9]:

$$H' = [N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)] / N \quad [9]$$

Em que:

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;

$\ln$  = logaritmo neperiano; e

$s$  = número de espécies amostradas.

- **Índice de equabilidade de Pielou ( $J'$ )** [10]:

$$J' = H' / H'_{máx} \quad [10]$$

Em que:

$H'$  = índice de Shannon;

$H'_{máx}$  [11] = diversidade máxima.

Sendo: 
$$H'_{máx} = \log s \quad [11]$$

Em que:

$H'_{máx}$  = diversidade máxima; e

$s$  = número de espécies amostradas.

➤ **Riqueza de Margalef ( $D_{Mg}$ )** [12]:

$$D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)} \quad [12]$$

Em que:

$s$  = número de espécies amostradas;

$\ln$  = logaritmo neperiano; e

$N$  = número total de indivíduos em todas as espécies.

### 2.2.3 Diversidade florística

A fim de verificar se existem diferenças na composição florística entre os estratos arbóreo e regenerantes em cada comunidade vegetal estudada, realizou-se a análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). O NMDS é uma técnica de ordenação utilizada para facilitar a visualização das semelhanças ou diferenças entre dados ecológicos (RABINOWITZ, 1975). Após a realização do NMDS, os resultados foram submetidos ao Teste One-Way ANOSIM a 95% de probabilidade, para verificar se há diferença entre os grupos formados. As análises foram realizadas no ambiente R (R CORE TEAM, 2020).

### 2.2.4 Distribuição diamétrica

Os indivíduos amostrados foram distribuídos em classes diamétricas, de acordo com a fórmula proposta por Spiegel (1976) [13].

$$IC = A/NC \quad [13]$$

Onde:

$IC$  = intervalo de classe;

$A$  = amplitude; e

$NC$  = número de classes.

Sendo que:

$$NC = 1 + 3,3 \log(n) \quad [14]$$

Em que:

$n$  = número de indivíduos.

### 2.2.5 Suficiência amostral

A fim de verificar a suficiência amostral, a riqueza de espécies e a diversidade dos estratos arbóreo e regenerante nos dois ambientes amostrados, foram construídas as curvas de rarefação e extrapolação individuais (GOTELLI & COLWELL, 2011). Esse método surgiu da relação espécie-área, sendo considerado de grande importância na caracterização de comunidades vegetais (SCHILLING & BATISTA, 2008).

A riqueza foi construída usando o primeiro número de Hill (riqueza de espécies,  $q=0$ ) e a diversidade utilizando o exponencial de Shannon (diversidade  $q=1$ ) (CHAO *et al.*, 2014). Extrapolações foram feitas a partir dos dados de abundância, considerando entre duas e três vezes o tamanho total da amostra por tipo do ambiente (COLWELL *et al.*, 2012). A rarefação/extrapolação com base nos indivíduos e unidades amostrais foram calculadas usando o pacote iNEXT (HSIEH, MA & CHAO, 2016). A rarefação foi estimada como a média de 100 execuções de bootstrapping replicadas para estimar intervalos de confiança de 95%. Sempre que os intervalos de confiança de 95% não se sobrepuseram, o número de espécies diferiu significativamente em  $p < 0,05$  (COLWELL *et al.*, 2012).

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Florística e Estrutura da Floresta Nacional de Goytacazes - Estratos Arbóreo e Regenerante

Foram amostrados 623 indivíduos divididos entre os estratos regenerante e arbóreo (Tabela 1). Dentre esses, 343 indivíduos são arbóreos, distribuídos em 83 gêneros e 32 famílias. Cerca de 83% dos indivíduos (289 ind.) foram identificados em nível específico, 8% em nível de gênero (26), 2% a nível de família (6) e 6,4% não foram identificados (23). No estrato regenerante foram mensurados 280 indivíduos pertencentes a 59 gêneros e 27 famílias botânicas. Desses, aproximadamente 67,5 % foram identificados em nível de espécie (189 ind.), 21,6 % em nível de gênero (60), 3 % a nível de família (9) e 7,5 % não foram identificados (21) (Apêndice A).

**Tabela 1.** Síntese do levantamento florístico e estrutural dos estratos arbóreo e regenerante na Floresta Nacional de Goytacazes - ES, Brasil.

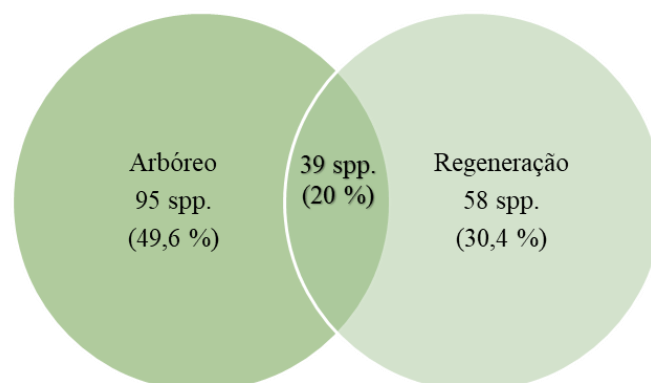
	Arbóreo	Regeneração
Total de indivíduos amostrados	343	280
Área basal (m <sup>2</sup> . ha <sup>-1</sup> )	8,37	-
Densidade absoluta (ind. ha <sup>-1</sup> )	1.372	1.120
Total de famílias	32	27
Total de espécies	132	95
Índice de equabilidade de Pielou	0,91	0,89
Índice de Shannon-Wiener (nats.ind <sup>-1</sup> )	4,64 a	4,24 b
Índice de Margalef	22,44	16,85

Valores seguidos de mesma letra nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ).

Fonte: A autora.

Com relação a representatividade das famílias botânicas amostradas em ambos estratos, Myrtaceae (105 ind.), Fabaceae (74.), Anacardiaceae (52), Lauraceae (35), Erythroxylaceae (32) e Euphorbiaceae (29), representam 53% dos indivíduos amostrados. As famílias que se destacaram em riqueza (espécie e morfotipo) foram Fabaceae (26 spp.), Myrtaceae (25), Lauraceae (11), Rubiaceae (10), Euphorbiaceae (9), Malvaceae, Moraceae e Sapotaceae ambas com sete espécies, que juntas concentraram 58% das espécies e morfotipos identificados. O compartilhamento das espécies amostradas em ambos os estratos do remanescente foi representado por meio do diagrama de Veen (Figura 4), onde observa-se que 39 espécies foram comuns aos dois estratos estudados. Das espécies amostradas, 49% foram encontradas apenas no estrato arbóreo e 30% apenas na regeneração.

**Figura 4.** Diagrama de Venn demonstrando o compartilhando e exclusividade das espécies e morfotipos nos estratos arbóreo e regenerante na Floresta Nacional de Goytacazes, ES, Brasil.



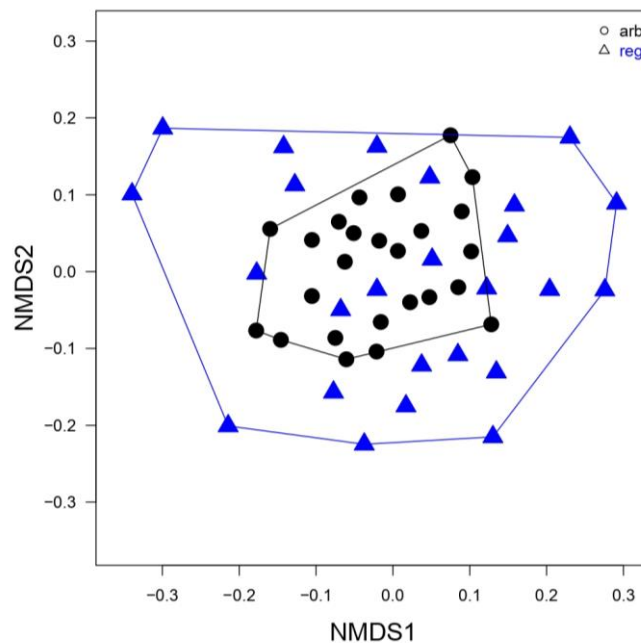
Fonte: A autora.

O NMDS utilizando as unidades amostrais demonstrou a formação de um grupo apresentando maior semelhança sendo representado pelo estrato arbóreo e um grupo mais



amplo, englobando inclusive o estrato arbóreo, sendo representado pelo estrato regenerante. (Figura 5). Sendo possível observar que há semelhança entre as espécies amostradas em ambos estratos. O teste One-Way ANOSIM, apresentou  $p < 0,05$ . Os dados amostrados apresentaram stress dentro do esperado (0,15).

**Figura 5.** Diagrama de ordenação das parcelas da comunidade adulta por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados.



Fonte: A autora.

No estrato arbóreo observou-se a maior abundância das famílias Fabaceae (60 ind.), Anacardiaceae (34), Myrtaceae (31), Lauraceae (28), Burseraceae e Sapotaceae, ambas com 21 indivíduos, representando 57% dos indivíduos amostrados. Em nível de espécies, as famílias que se destacaram foram Fabaceae (24 spp.), Myrtaceae (18), Lauraceae (11) e Sapotaceae (8). Já no estrato regenerante, as famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram Myrtaceae (73 ind.), Erythroxylaceae (29), Sapindaceae (23) e Anacardiaceae (19), responsáveis por 51% dos indivíduos amostrados. As famílias Myrtaceae (20 spp.), Fabaceae (9) e Euphorbiaceae (7) apresentaram o maior número de espécies.

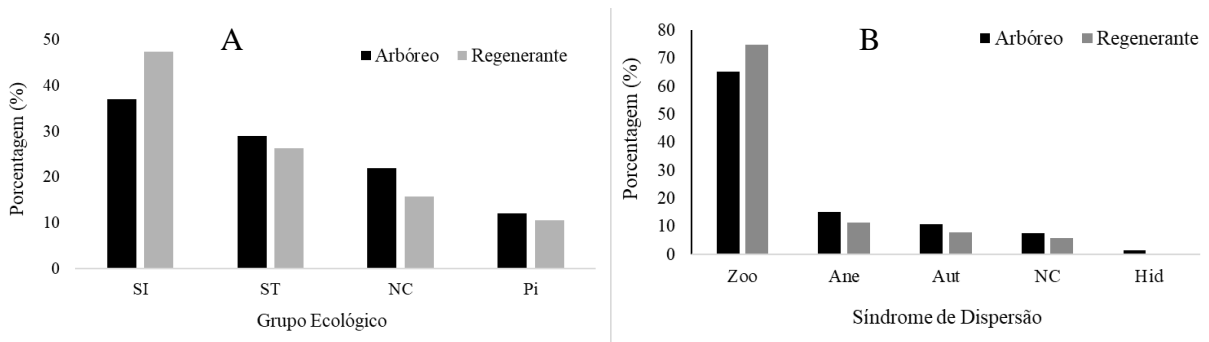
Das famílias amostradas, Achariaceae, Burseraceae, Celastraceae, Chrysobalanaceae, Clusiaceae, Monimiaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae, Rhamnaceae, Rutaceae e Vochysiaceae são exclusivas do estrato arbóreo. Já as famílias Acanthaceae, Lamiaceae, Loganiaceae, Malpighiaceae, Primulaceae e Simaroubaceae foram amostradas apenas no estrato regenerante.

As quatro espécies mais abundantes no estrato arbóreo foram *Astronium concinnum* (15 ind.), *Sarcaulus brasiliensis* (14), *Protium glaziovii* e *Piptadenia paniculata*, ambos com 13

indivíduos. Já no estrato regenerante as espécies com maiores abundâncias foram *Erythroxylum affine* (23 ind.), *Cupania rugosa* (19) e *Myrcia tetraphylla* (13).

Em relação ao grupo ecológico, foi observado em ambos estratos o predomínio de espécies secundárias iniciais, representando 37% das espécies do estrato arbóreo e 47% das espécies em regeneração, seguido das secundárias tardias (29 e 26%, respectivamente) e das pioneiras (12 e 10%, respectivamente) (Figura 6a). A síndrome de dispersão predominante, em ambos estratos foi a zoocórica. A mesma foi responsável por 63% das espécies amostradas no estrato arbóreo e 75% das espécies em regeneração, seguida da anemocoria (16% e 12%) no estrato arbóreo e regeneração, respectivamente e autocoria (11% e 9%) (Figura 6b). Com relação ao grupo funcional, 67% das espécies amostradas são pertencentes ao grupo de diversidade, 6% de preenchimento, e os demais 30% não possuem classificação. No que se refere à forma de vida, 90% das espécies são classificadas como hábito arbóreo, 9% hábito arbustivo e 1% é arbustivo-arbóreo.

**Figura 6.** Categorização dos estratos arbóreo e regenerante quanto ao grupo ecológico (A) e a síndrome de dispersão (B) na Floresta Nacional de Goytacazes, ES, Brasil. As barras correspondem a porcentagem de espécies. Sendo: SI - secundária inicial, ST- secundária tardia, NC - não classificada, Pi - pioneira, Ex - exótica, Zoo - zoocórica, Ane - anemocórica, Aut - autocórica, Bar - barocórica.



Fonte: A autora.

Dentre as espécies amostradas, 11 estão classificadas como vulnerável, segundo o Livro Vermelho da Flora do Brasil, a lista de Espécies da Flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo e o *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN), sendo elas: *Alseis involuta*, *Aniba intermedia*, *Dalbergia nigra*, *Faramea atlantica*, *Moldenhawera papillanthera*, *Trichilia lepidota* subsp. *schumanniana*, *Myrcia eumecephylla*, *Myrcia tetraphylla*, *Neomitranthes cf. langsdorffii* e *Zeyheria tuberculosa*. Tomando como base a lista de Espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo, três espécies foram classificadas na categoria em perigo e uma espécie como vulnerável. Considerando o *The IUCN Red List of Threatened Species*, quatro das espécies foram classificadas como em perigo e nove como vulnerável. Já no Livro Vermelho foram observadas, uma espécie em perigo e três vulneráveis.

Com relação aos dados estruturais, as dez espécies que apresentaram maiores IVI no estrato arbóreo foram: *Protium glaziovii* (20%), *Luehea divaricata* (14), *Astronium concinnum* (12,55), *Lecythis pisonis* (9,65), *Sarcaulus brasiliensis* (8,64), *Piptadenia paniculata* (8,13), *Eugenia cf. prasina* (7,11), *Brosimum glaucum* (6,65), *Virola gardneri* (6), *Ocotea lancifolia* (5,81) (Tabela 2). Apesar de terem sido amostrados poucos indivíduos das espécies *Luehea divaricata* (3 ind.) e *Lecythis pisonis* (2), as mesmas apresentaram elevados valores de dominância relativa, pois seus indivíduos possuem maior diâmetro em função da elevada área basal.

**Tabela 2.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato arbóreo amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. Sendo NI: número de indivíduos, DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância

Espécies	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Protium glaziovii</i> Swart	13	1,95	15,16	2,93	20,04
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	3	0,82	12,10	1,10	14,01
<i>Astronium concinnum</i> Schott	15	6,24	2,64	3,66	12,55
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	2	0,42	8,50	0,73	9,65
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	13	3,73	1,98	2,93	8,64
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	13	5,72	2,04	0,37	8,13
<i>Eugenia cf. prasina</i> O. Berg	10	2,59	2,32	2,20	7,11
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	6	1,84	2,60	2,20	6,65
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	8	2,49	1,68	1,83	6,01
<i>Ocotea lancifolia</i> Chodat	8	2,51	1,46	1,83	5,81
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	7	1,24	2,35	2,20	5,79
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	8	1,86	1,69	2,20	5,76
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	7	2,51	1,12	1,83	5,47
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	5	1,38	1,71	1,47	4,56
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	6	0,86	1,48	2,20	4,53
<i>Morus</i> sp. 1	4	1,95	1,58	0,73	4,27
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	6	1,22	0,66	2,20	4,07
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	4	1,42	1,35	1,10	3,87
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	5	2,41	0,35	1,10	3,86
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	6	0,92	0,92	1,83	3,67
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	5	1,30	0,85	1,47	3,61
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	5	1,09	1,05	1,47	3,61
<i>Pera anisotricha</i> Müll.Arg.	5	2,12	0,29	1,10	3,51
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	3	0,90	1,39	1,10	3,39
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	3	0,72	1,49	1,10	3,30
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	4	1,53	0,26	1,47	3,26
<i>Hydrogaster trinervis</i> Kuhlman.	3	0,73	1,04	1,10	2,87
Indet. 19	1	0,42	2,09	0,37	2,87
<i>Myrcia tetraphylla</i> Sobral	4	1,01	0,39	1,47	2,86

<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	4	1,13	0,56	1,10	2,80
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2	0,08	2,00	0,37	2,45
<i>Trattinnickia</i> cf. <i>burserifolia</i> Mart.	1	0,38	1,71	0,37	2,45
<i>Aniba intermedia</i> (Meissn.) Mez	4	1,13	0,20	1,10	2,43
<i>Eugenia bahiensis</i> DC.	4	0,78	0,13	1,47	2,37
<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	4	1,17	0,27	0,73	2,17
<i>Pouteria procera</i>	1	0,06	1,73	0,37	2,16
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	3	1,57	0,19	0,37	2,12
<i>Dimorphandra</i> sp. 1	2	0,35	1,01	0,74	2,09
<i>Machaerium fulvovenosum</i> H.C. Lima	2	0,96	0,25	0,73	1,94
<i>Pouteria bangii</i>	2	0,42	0,73	0,73	1,88
<i>Handroanthus</i> cf. <i>cristatus</i> (A.H. Gentry) S. Grose	2	0,98	0,14	0,73	1,86
Sapotaceae sp. 5	1	0,38	1,06	0,37	1,80
<i>Vochysia</i> cf. <i>angelica</i> M.C. Vianna & Fontella	1	0,19	1,19	0,37	1,75
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	2	0,73	0,28	0,73	1,75
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	2	0,71	0,21	0,73	1,66
<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	1	0,36	0,92	0,37	1,64
<i>Inga</i> sp. 2	1	0,82	0,08	0,73	1,63
<i>Genipa americana</i> L.	2	0,40	0,37	0,73	1,50
<i>Heisteria</i> cf. <i>ovata</i> Benth.	2	0,59	0,18	0,73	1,50
Indet. 16	1	0,34	0,79	0,37	1,49
<i>Handroanthus</i> cf. <i>chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	1,05	0,07	0,37	1,49
<i>Trichilia lepidota</i> subsp. <i>schumanniana</i> (Harms) T.D.Penn.	2	1,05	0,07	0,37	1,48
<i>Ocotea</i> sp. 3	2	0,38	0,37	0,73	1,48
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	1	0,29	0,81	0,37	1,47
<i>Hirtella sprucei</i> Benth. ex Hook.f	3	0,88	0,21	0,37	1,46
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	0,25	0,77	0,37	1,39
<i>Pseudoxandra spiritus-sancti</i> Maas	2	0,54	0,08	0,73	1,36
Myrtaceae sp. 4	1	0,52	0,35	0,37	1,24
<i>Myrcia</i> cf. <i>aurea</i> NicLugh	2	0,38	0,11	0,73	1,22
<i>Erythroxylum affine</i> A. St.-Hil.	2	0,34	0,15	0,73	1,22
<i>Myrcia</i> cf. <i>splendns</i> (Sw.) DC.	2	0,67	0,17	0,37	1,21
<i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez	2	0,75	0,05	0,37	1,17
Indet. 20	1	0,46	0,33	0,37	1,15
Indet. 22	1	0,50	0,25	0,37	1,12
Indet. 23	1	0,50	0,23	0,37	1,10
Bignoniaceae sp. 1	1	0,50	0,23	0,37	1,10
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	1	0,52	0,19	0,37	1,08
<i>Pterocarpus</i> cf. <i>violaceus</i> Vogel	1	0,21	0,48	0,37	1,05
<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	1	0,25	0,43	0,37	1,05
<i>Ocotea</i> sp. 1	2	0,34	0,34	0,37	1,04
<i>Ocotea</i> sp. 2	1	0,23	0,44	0,37	1,04
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	1	0,36	0,31	0,37	1,03
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	1	0,48	0,18	0,37	1,03

Sapindaceae sp.1	1	0,23	0,42	0,37	1,01
Indet. 21	1	0,46	0,17	0,37	1,00
<i>Alseis involuta</i> K. Schum.	1	0,48	0,13	0,37	0,98
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	3	0,44	0,14	0,37	0,95
<i>Ziziphus glaziovii</i> Warm.	1	0,48	0,10	0,37	0,95
<i>Heisteria</i> sp.1	1	0,52	0,06	0,37	0,95
Myrtaceae sp. 3	1	0,42	0,15	0,37	0,93
<i>Plinia involucrata</i> (O. Berg) McVaugh	1	0,52	0,02	0,37	0,91
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) Endl.	1	0,42	0,13	0,37	0,91
<i>Faramea atlantica</i> J.G. Jardim & Zappi	1	0,40	0,14	0,37	0,91
<i>Couepia</i> sp. 1	1	0,40	0,14	0,37	0,91
<i>Neomitranthes</i> cf. <i>langsdorffii</i> (O. Berg) Mattos	1	0,50	0,03	0,37	0,90
<i>Machaerium</i> sp.2	1	0,46	0,06	0,37	0,89
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	1	0,44	0,08	0,37	0,89
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.) Urb.	1	0,48	0,04	0,37	0,89
<i>Chrysophyllum</i> sp. 1	1	0,48	0,03	0,37	0,88
<i>Coccoloba</i> sp. 1	1	0,31	0,20	0,37	0,88
<i>Ocotea</i> cf. <i>prolifera</i> (Nees & Mart.) Mez	1	0,42	0,09	0,37	0,88
<i>Chamaecrista</i> sp. 1	1	0,36	0,15	0,37	0,88
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	1	0,27	0,23	0,37	0,87
<i>Cupania</i> sp. 1	1	0,42	0,07	0,37	0,86
Indet. 17	1	0,36	0,11	0,37	0,83
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	1	0,19	0,28	0,37	0,83
<i>Psidium</i> cf. <i>guineense</i> Sw.	1	0,29	0,16	0,37	0,82
<i>Inga</i> sp. 1	1	0,29	0,16	0,37	0,82
Indet. 18	1	0,36	0,09	0,37	0,82
<i>Protium</i> cf. <i>atlanticum</i> (Daly) Byng & Christenh.	1	0,40	0,04	0,37	0,80
Indet. 11	1	0,21	0,22	0,37	0,80
<i>Mollinedia</i> cf. <i>lamprophylla</i> Perkins	1	0,40	0,03	0,37	0,79
<i>Moldenhawera</i> cf. <i>papillanthera</i> L.P. Queiroz <i>et al.</i>	1	0,23	0,19	0,37	0,79
<i>Erythroxylum</i> cf. <i>pulchrum</i> A.St.-Hil.	1	0,31	0,10	0,37	0,78
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	1	0,38	0,04	0,37	0,78
<i>Eugenia</i> sp. 1	1	0,38	0,04	0,37	0,78
Indet. 13	1	0,25	0,16	0,37	0,77
<i>Myrcia</i> sp. 2	1	0,31	0,08	0,37	0,76
Indet. 14	1	0,31	0,07	0,37	0,76
<i>Talisia cupulares</i> Radlk.	1	0,36	0,03	0,37	0,75
<i>Ocotea</i> cf. <i>glauca</i> Mez ex Urb.	1	0,27	0,09	0,37	0,72
<i>Casearia</i> sp. 1	1	0,31	0,04	0,37	0,72
<i>Ocotea argentea</i> Mez	1	0,29	0,06	0,37	0,72
Indet. 5	1	0,19	0,16	0,37	0,72
Indet. 15	1	0,31	0,03	0,37	0,71
Indet. 10	1	0,21	0,13	0,37	0,71
<i>Cupania</i> cf. <i>racemosa</i> (Vell.) Radlk.	1	0,25	0,09	0,37	0,70
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum) A. Robyns	1	0,27	0,06	0,37	0,70
<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	1	0,29	0,04	0,37	0,70

Indet. 6	1	0,19	0,12	0,37	0,67
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	1	0,27	0,03	0,37	0,67
<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	1	0,27	0,03	0,37	0,66
<i>Casearia oblongifolia</i> Cambess.	1	0,27	0,02	0,37	0,66
<i>Pouteria</i> sp. 2	1	0,25	0,03	0,37	0,65
Indet. 12	1	0,21	0,06	0,37	0,64
<i>Myrcia neoblanchetiana</i> E. Lucas & Sobral	1	0,23	0,03	0,37	0,63
<i>Mouriri arborea</i> Gardner	2	0,13	0,12	0,37	0,61
<i>Amaioua</i> sp. 1	1	0,19	0,05	0,37	0,61
Indet. 7	1	0,13	0,11	0,37	0,60
Indet. 8	1	0,17	0,07	0,37	0,60
<i>Eugenia ilhensis</i> O. Berg	1	0,19	0,05	0,37	0,60
<i>Rauwolfia</i> cf. <i>sellowii</i> Müll.Arg.	1	0,19	0,04	0,37	0,60
Indet. 9	1	0,17	0,04	0,37	0,57
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.	1	0,17	0,04	0,37	0,57
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	1	0,08	0,12	0,37	0,57
<i>Actinostemon</i> cf. <i>concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	1	0,10	0,10	0,37	0,57
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	1	0,13	0,07	0,37	0,57
<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	1	0,17	0,03	0,37	0,56
<i>Swartzia apetala</i> var. <i>apetala</i> Raddi	1	0,10	0,08	0,37	0,55
<i>Zanthoxylum acuminatum</i> subsp. <i>juniperinum</i>	1	0,15	0,03	0,37	0,54
Fabaceae sp.1	1	0,15	0,03	0,37	0,54
Indet. 4	1	0,15	0,03	0,37	0,54
Anacardiaceae sp.1	1	0,13	0,03	0,37	0,52
<i>Coccoloba</i> cf. <i>declinata</i> (Vell.) Mart.	1	0,10	0,04	0,37	0,51
<i>Actinostemon</i> cf. <i>klotzschii</i> (Didr.)	1	0,06	0,08	0,37	0,51
Indet. 1	1	0,02	0,10	0,37	0,49
<i>Cedrela</i> sp. 1	1	0,08	0,03	0,37	0,48
Indet. 3	1	0,06	0,03	0,37	0,46
<i>Leptolobium</i> cf. <i>tenuifolium</i> Vogel	1	0,08	0,01	0,37	0,46
<i>Guapira</i> sp. 1	1	0,06	0,03	0,37	0,46
<i>Casearia</i> sp. 2	1	0,04	0,04	0,37	0,45
Indet. 2	1	0,04	0,03	0,37	0,43

Fonte: A autora.

Para o estrato regenerante, as espécies detentoras de maiores valores de importância foram *Cupania rugosa* (17,84%), *Myrcia* sp. 2 (14,94), *Astronium concinnum* (11,22), *Myrcia tetraphylla* (10,69), *Viola gardneri* (9,86), *Eugenia* cf. *prasina* (8,54), *Erythroxylum affine* (7,88), *Zeyheria tuberculosa* (7,40), *Inga* sp. 4 (7,30) e *Neomitranthes* cf. *langsдорffii* (6,81) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato regenerante amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. Onde NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância.

<b>Espécies</b>	<b>NI</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Cupania rugosa</i> Radlk.	19	10,00	5,49	2,35	17,84
<i>Myrcia</i> sp. 2	12	5,75	5,66	3,53	14,94
<i>Astronium concinnum</i> Schott	8	3,88	4,40	2,94	11,22
<i>Myrcia tetraphylla</i> Sobral	13	6,78	2,74	1,18	10,69
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	11	4,17	2,16	3,53	9,86
<i>Eugenia</i> cf. <i>prasina</i> O.Berg	7	1,72	3,88	2,94	8,54
<i>Erythroxylum affine</i> A. St.-Hil.	23	1,85	3,10	2,94	7,88
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	4	2,40	3,24	1,76	7,40
<i>Inga</i> sp.4	5	2,98	3,15	1,18	7,30
<i>Neomitranthes</i> cf. <i>langsdorffii</i> (O.Berg) Mattos	6	3,56	1,49	1,76	6,81
<i>Coccoloba</i> sp.1	5	2,11	4,11	0,59	6,81
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	5	1,03	2,65	2,35	6,03
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.)Radlk.	4	1,90	3,31	0,59	5,80
<i>Myrcia eumecephylla</i> (O.Berg) Nied.	7	2,30	1,50	1,76	5,56
<i>Actinostemon</i> cf. <i>verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.	5	2,85	0,72	1,76	5,34
<i>Campomanesia</i> cf. <i>laurifolia</i> Gardner	4	2,11	1,97	1,18	5,26
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	3	1,42	2,05	1,77	5,24
<i>Machaerium fulvovenosum</i> H.C.Lima	2	1,21	1,95	1,18	4,34
<i>Myrcia</i> cf. <i>follii</i> G.M. Barroso & Peixoto	3	0,87	2,08	1,18	4,13
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	2	0,55	1,65	1,18	3,39
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	2	0,40	1,72	1,18	3,29
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	3	0,37	1,13	1,76	3,27
<i>Pseudoxandra spiritus-sancti</i> Maas	2	1,00	1,57	0,59	3,16
<i>Eugenia ilhensis</i> O.Berg	4	0,63	0,52	1,76	2,92
<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	4	0,82	0,75	1,18	2,74
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	2	0,58	1,54	0,59	2,71
<i>Psidium</i> cf. <i>macahense</i> O. Berg	4	0,98	0,53	1,18	2,68
Indet. 25	1	0,13	1,91	0,59	2,63
<i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez	3	0,47	0,82	1,18	2,47
Indet. 38	1	0,32	1,54	0,59	2,44
<i>Cupania</i> cf. <i>vernalis</i> Cambess	3	0,40	1,44	0,59	2,42
Sapindaceae sp.2	1	0,61	1,18	0,59	2,38
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	6	0,63	1,14	0,59	2,36
Indet. 43	1	0,55	1,05	0,59	2,20
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	2	0,69	0,32	1,18	2,19
Indet. 40	1	0,45	1,14	0,59	2,18
<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	1	0,05	1,53	0,59	2,17
<i>Plinia</i> sp. 1	2	0,77	0,22	1,18	2,16
<i>Rudgea coronata</i> (Vell.) Müll.Arg.	3	0,47	0,49	1,18	2,14
<i>Erythroxylum</i> cf. <i>pulchrum</i> A.St.-Hil.	6	0,32	1,15	0,59	2,05
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,58	0,28	1,18	2,04

<i>Myrcia</i> cf. <i>riodocensis</i> G.M.Barroso & Peixoto	1	0,55	0,87	0,59	2,02
Indet. 44	1	0,58	0,84	0,59	2,01
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	1	0,32	1,10	0,59	2,00
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	1	0,55	0,84	0,59	1,98
Fabaceae sp.3	1	0,50	0,87	0,59	1,96
<i>Eschweilera</i> sp. 1	1	0,05	1,24	0,59	1,89
<i>Myrciaria ferruginea</i> O.Berg	2	1,16	0,10	0,59	1,85
<i>Myrciaria strigipes</i> O.Berg	1	0,63	0,59	0,59	1,81
<i>Ocotea</i> sp. 2	2	0,84	0,35	0,59	1,78
<i>Strychnos hirsuta</i> Spruce ex Benth.	1	0,66	0,51	0,59	1,75
Indet. 37	1	0,32	0,85	0,59	1,75
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	0,47	0,68	0,59	1,74
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	1	0,08	1,05	0,59	1,72
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	1	0,42	0,65	0,59	1,66
<i>Faramea pachyantha</i> Mull. Arg.	2	0,84	0,19	0,59	1,62
Sapotaceae sp. 6	2	0,84	0,19	0,59	1,62
<i>Ocotea lancifolia</i> Chodat	1	0,50	0,51	0,59	1,59
Indet. 29	1	0,18	0,81	0,59	1,58
<i>Eriotheca</i> sp. 1	1	0,66	0,27	0,59	1,52
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	1	0,26	0,65	0,59	1,50
Indet. 41	1	0,45	0,45	0,59	1,49
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.)Urb.	1	0,42	0,37	0,59	1,38
Malphighiaceae sp.1	1	0,66	0,13	0,59	1,38
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	1	0,53	0,26	0,59	1,37
<i>Quararibea penduliflora</i> K.Schum.	1	0,61	0,17	0,59	1,36
<i>Clavija</i> cf. <i>caloneura</i> Mart.	1	0,63	0,13	0,59	1,35
Soroceae sp. 2	1	0,55	0,15	0,59	1,30
<i>Ocotea</i> sp 1.	1	0,53	0,17	0,59	1,29
<i>Byrsonima</i> sp.1	1	0,58	0,11	0,59	1,28
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	1	0,63	0,05	0,59	1,27
<i>Justicia</i> sp.1	1	0,63	0,04	0,59	1,26
<i>Inga</i> sp.3	1	0,42	0,24	0,59	1,25
Indet.31	1	0,21	0,45	0,59	1,25
<i>Alseis floribunda</i> Schott	1	0,55	0,10	0,59	1,24
<i>Randia</i> sp. 1	1	0,61	0,04	0,59	1,24
Indet. 35	1	0,32	0,32	0,59	1,23
Myrtaceae sp.5	1	0,47	0,16	0,59	1,22
<i>Pausandra</i> sp. 1	1	0,58	0,05	0,59	1,22
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	1	0,42	0,21	0,59	1,22
<i>Justicia</i> cf. <i>genuflexa</i> Nees & Mart.	1	0,58	0,04	0,59	1,21
<i>Eugenia</i> sp. 4	1	0,24	0,37	0,59	1,20
Soroceae sp. 1	1	0,55	0,05	0,59	1,19
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	1	0,40	0,20	0,59	1,19
Fabaceae sp.2	1	0,47	0,11	0,59	1,18
Indet. 42	1	0,47	0,10	0,59	1,16

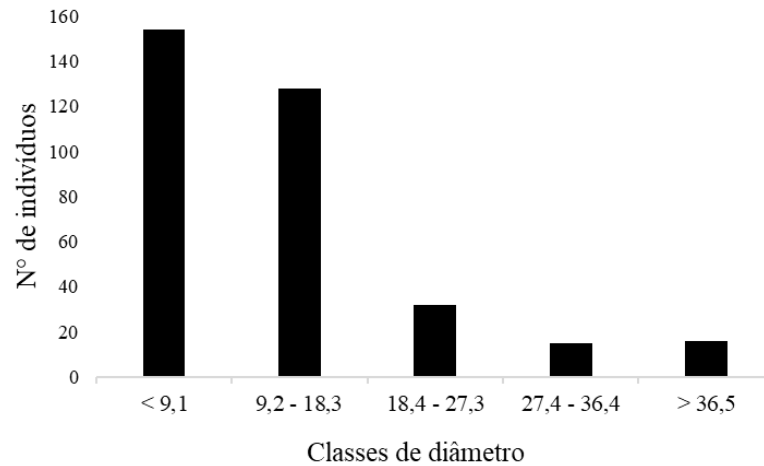


<i>Guatteria</i> cf. <i>vilosíssima</i> A.St.-Hil.	1	0,26	0,31	0,59	1,16
<i>Paradrypetes ilicifolia</i> Kuhlm.	1	0,45	0,10	0,59	1,14
<i>Brosimum</i> sp. 1	1	0,47	0,07	0,59	1,13
Indet. 39	1	0,37	0,13	0,59	1,08
<i>Genipa americana</i> L.	1	0,42	0,07	0,59	1,08
Indet. 26	1	0,13	0,34	0,59	1,06
<i>Oxandra</i> cf. <i>martiana</i> (Schltdl.) R.E.Fr.	1	0,42	0,04	0,59	1,05
Indet. 36	1	0,32	0,12	0,59	1,02
<i>Pera</i> sp. 1	1	0,34	0,07	0,59	1,00
Indet. 32	1	0,21	0,19	0,59	0,99
<i>Trichilia hirta</i> L.	1	0,34	0,06	0,59	0,99
<i>Schoepfia</i> sp.1	1	0,34	0,05	0,59	0,98
<i>Casearia</i> sp. 2	1	0,26	0,12	0,59	0,97
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	1	0,21	0,14	0,59	0,94
Indet. 33	1	0,24	0,09	0,59	0,92
Euphorbiaceae sp.2	1	0,11	0,22	0,59	0,92
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	0,21	0,11	0,59	0,91
Indet. 34	1	0,24	0,08	0,59	0,90
Indet.30	1	0,21	0,08	0,59	0,88
<i>Campomanesia</i> sp. 1	1	0,16	0,11	0,59	0,85
Indet. 28	1	0,18	0,04	0,59	0,82
Indet. 24	1	0,05	0,16	0,59	0,80
Indet. 27	1	0,16	0,04	0,59	0,78
Euphorbiaceae sp.1	1	0,08	0,08	0,59	0,75
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart. ex A.DC.	1	0,03	0,11	0,59	0,73
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1	0,03	0,09	0,59	0,70
<i>Aegiphila</i> sp.1	1	0,05	0,06	0,59	0,70
<i>Miconia calvescens</i> DC.	1	0,05	0,05	0,59	0,69

Fonte: A autora.

No que se refere a distribuição diamétrica do estrato arbóreo, houve uma maior concentração de indivíduos na menor classe diamétrica ( $DAP \leq 9,1$  cm), aproximadamente 44,6%, com redução nas classes subsequente, resultando no típico padrão de “J- invertido” (Figura 7). As duas primeiras classes, que reúnem indivíduos com diâmetro entre 5 e 18,3 cm, concentram 81,7% dos indivíduos amostrados. Os indivíduos amostrados apresentaram diâmetro médio de 13,5 cm.

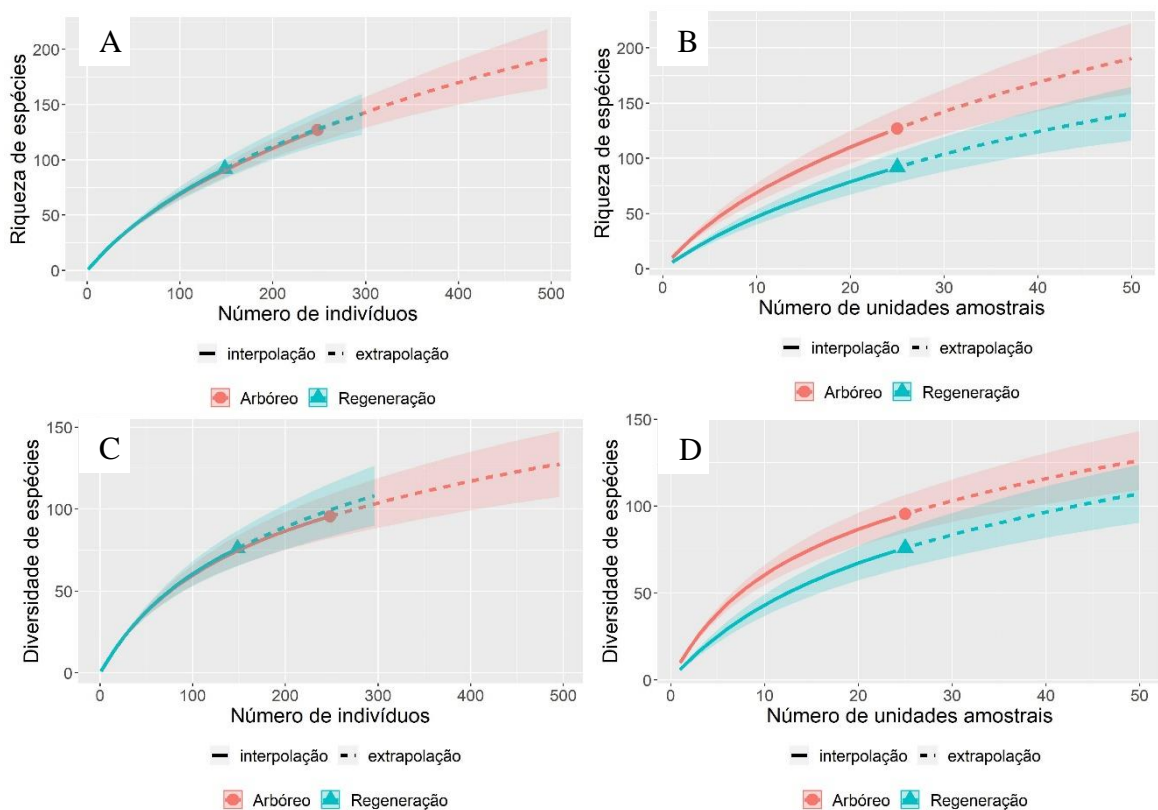
**Figura 7.** Distribuição do número de indivíduos do estrato arbóreo por classes de diâmetro, amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

As curvas de rarefação e extrapolação (Figura 8) calculadas para a riqueza e diversidade de espécies indicaram que a amostragem foi satisfatória para avaliar os estratos estudados na FLONA de Goytacazes. O estrato arbóreo apresentou maior riqueza e diversidade de espécies e se diferiu do estrato regenerante quando baseada no número de indivíduos (Figura 8A,8C).

**Figura 8.** Curvas de rarefação (linha sólida) e extrapolação (linhas tracejadas), baseadas no número de indivíduos (A, C), unidades amostrais (B, D), por riqueza e diversidade de espécies para os estratos arbóreo e regenerante na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

### 3.2 Florística e Estrutura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina - Estratos Arbóreo e Regenerante

Foram mensurados 633 indivíduos distribuídos entre os estratos arbóreo e regenerante (Tabela 4). Destes, 276 indivíduos são pertencentes ao estrato arbóreo, distribuídos em 26 gêneros e 15 famílias. Cerca de 73% dos indivíduos (202 ind.) foram identificados em nível específico, 10% em nível de gênero (27), 3% a nível de família (8) e 6% não foram identificados (17), dentre os indivíduos amostrados 8% estavam mortos o que corresponde a 22. No estrato regenerante foram mensurados 357 indivíduos pertencentes a 35 gêneros e 24 famílias botânicas. Desses, aproximadamente 73% foram identificados em nível de espécie (260 ind.), 13% em gênero (48), 6% em família (21) e 8% não foram identificados (28) (Apêndice B).

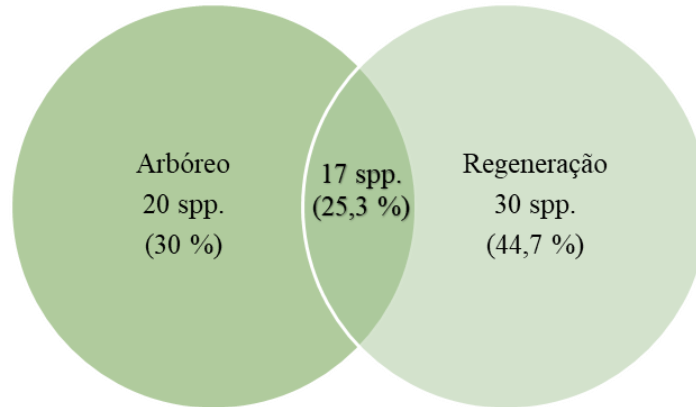
**Tabela 4.** Síntese do levantamento florístico e estrutural dos estratos arbóreo e regenerante no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, ES, Brasil.

	Arbóreo	Regeneração
Total de indivíduos amostrados	276	357
Área basal (m <sup>2</sup> . ha <sup>-1</sup> )	5,93	-
Densidade absoluta (ind. ha <sup>-1</sup> )	1.024	-
Total de famílias	15	24
Total de espécies	37	46
Índice de equabilidade de Pielou	0,83	0,78
Índice de Shannon-Wiener (nats.ind <sup>-1</sup> )	3,41 a	3,33 a
Índice de Margalef	6,41	7,65

Valores seguidos de mesma letra nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste t de Hutcheson ( $p < 0,05$ ).  
Fonte: A autora.

As famílias Fabaceae (120 ind.), Anacardiaceae (113), Meliaceae (74) e Sapindaceae (30) foram responsáveis por 53% dos indivíduos amostrados em ambos os estratos. Em relação a riqueza de espécies e morfotipos, destaca-se Fabaceae (11 spp.), Euphorbiaceae (5), Bignoniaceae, Meliaceae e Salicaceae, com quatro espécies cada. O diagrama de Veen (Figura 9) demonstra a presença de 17 espécies comuns aos dois estratos, 20 espécies amostradas apenas no estrato arbóreo, e 30 espécies exclusivas ao estrato regenerante.

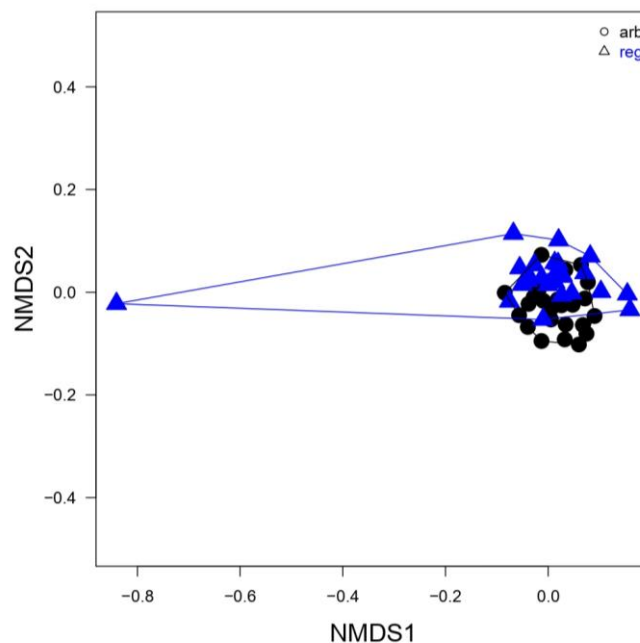
**Figura 9.** Diagrama de Venn demonstrando o compartilhando e exclusividade das espécies e morfotipos nos estratos arbóreo e regenerante no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

O NMDS utilizando as unidades amostrais demonstrou grande similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante, porém mesmo similares o estrato regenerante possui espécies distintas que não foram encontradas no estrato arbóreo (Figura 10). O teste One-Way ANOSIM, apresentou  $p < 0,05$ . Os dados amostrados apresentaram stress dentro do esperado (0,13).

**Figura 10.** Diagrama de ordenação das parcelas da comunidade adulta por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados.



Fonte: A autora.

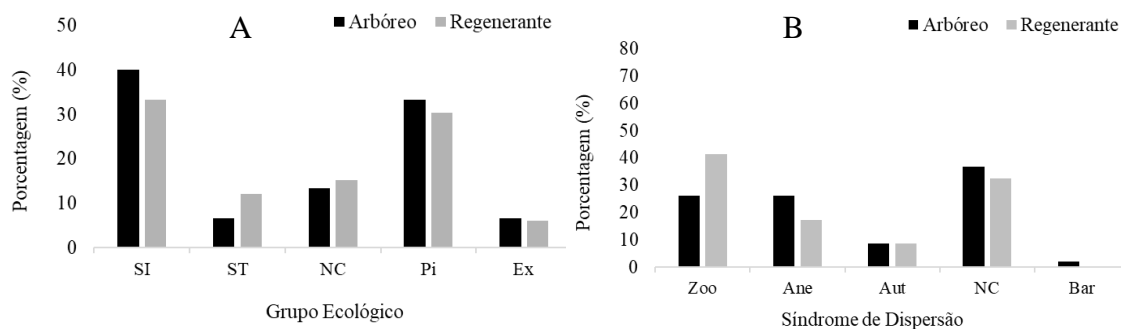
No estrato arbóreo, Fabaceae (75 ind.), Meliaceae (32) Anacardiaceae (28) e Bignoniaceae (18) são as mais abundantes, representando 55% dos indivíduos amostrados. Com relação as espécies, as famílias que se destacaram foram Fabaceae (8 spp.), Meliaceae (5) e Euphorbiaceae (4). Já no estrato regenerante, as famílias Anacardiaceae (85 ind.), Fabaceae (45), Meliaceae (42) e Solanaceae (24) apresentaram maior número de indivíduos,

representando 55% dos indivíduos amostrados. Em relação ao número de espécies, destaca-se Fabaceae (7 spp.), Myrtaceae e Solanaceae com quatro espécies cada. Das famílias amostradas, apenas Arecaceae foi amostrada exclusivamente no estrato arbóreo. Já as famílias Bixaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Piperaceae, Poaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Solanaceae, Verbenaceae e Vitaceae foram observadas apenas no estrato regenerante.

As quatro espécies mais abundantes no estrato arbóreo foram *Piptadenia gonoacantha* (35 ind.), *Astronium graveolens* (26), *Trichilia hirta* (23) e *Handroanthus cf. impetiginosus* (15). Já no estrato regenerante as espécies mais abundantes foram *Astronium graveolens* (84 ind.), *Trichilia hirta* (37), *Allophylus racemosus* (20) e *Anadenanthera falcata* (16).

Em relação aos atributos ecológicos, quanto ao grupo ecológico (Figura 11A), foi observado em ambos estratos o predomínio de espécies secundárias iniciais, representando 33% das espécies, seguida das pioneiras (30%) e secundárias tardias (8%). A zoocoria foi a síndrome de dispersão predominante no estrato regenerante, representando 41% das espécies. No estrato arbóreo não houve uma síndrome que sobressaia, sendo avaliada mesma percentagem de espécies zoocóricas e anemocóricas (26%). A autocória foi a síndrome menos expressiva, representando 8% das espécies amostradas em ambos estratos (Figura 11b). Com relação ao grupo funcional, 52% das espécies classificadas são pertencentes ao grupo de diversidade, 13% de preenchimento, 35% não possuem classificação. No que se refere à forma de vida dos estratos arbóreo e regenerante, 85% das espécies classificadas possuem hábito arbóreo, 13% possuem hábito arbustivo e 2% representam as palmeiras, sendo estas amostradas apenas no estrato arbóreo.

**Figura 11.** Categorização dos estratos arbóreo e regenerante quanto ao grupo ecológico (A) e a síndrome de dispersão (B) do Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Itapina, ES, Brasil. As barras correspondem a percentagem de espécies. Sendo: SI - secundária inicial, ST- secundária tardia, NC - não classificada, Pi - pioneira, Ex - exótica, Zoo - zoocórica, Ane - anemocórica, Aut - autocórica, Bar - barocórica.



Fonte: A autora.

De acordo com o Livro Vermelho da Flora do Brasil, a lista de Espécies da Flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo e o *The IUCN Red List of Threatened*

*Species* (IUCN), das espécies amostradas três estão em alguma classe de vulnerabilidade. As espécies *Joannesia princeps* e *Dalbergia nigra* são classificadas como vulneráveis e a espécie *Unonopsis aurantiaca* (espécie endêmica do Espírito Santo) e tida como em perigo de extinção.

As espécies que apresentaram maior valor de importância no estrato arbóreo foram *Piptadenia gonoacantha* (34%), *Astronium graveolens* (22), *Trichilia hirta* (19), *Albizia* sp. 1 (16), *Anadenanthera* cf. *macrocarpa* (13), *Trema micranta*, *Handroanthus* cf. *impetiginosus* e *Leptolobium bijugum* (12) e *Casearia* cf. *arborea* (11) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato arbóreo amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. NI: número de indivíduos; DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância.

Espécies	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	35	9,3	19,01	6,11	34,42
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	26	9,21	7,98	5,34	22,53
<i>Trichilia hirta</i> L.	23	9,72	2,48	6,87	19,07
<i>Albizia</i> sp. 1	10	3,52	10,08	2,29	15,89
<i>Anadenanthera</i> cf. <i>macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	7	3,04	6,26	3,82	13,12
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	11	7,14	0,86	3,82	11,82
<i>Handroanthus</i> cf. <i>impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	15	5,99	2,75	3,05	11,79
<i>Leptolobium bijugum</i> (Spreng.) Vogel	5	1,37	8,13	2,29	11,78
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.) Urb.	8	4,38	1,32	5,34	11,04
<i>Trichilia</i> sp.2	6	3,62	4,1	2,29	10,01
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	10	3,74	0,89	5,34	9,97
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	7	3,31	3,64	2,29	9,24
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	8	3,65	1,3	3,82	8,76
<i>Bougainvillea</i> cf. <i>fasciculata</i> Brandão	10	3,1	2,94	2,29	8,33
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	7	2,86	0,84	3,82	7,51
<i>Luehea</i> cf. <i>grandiflora</i> Mart.	6	2,73	2,78	1,53	7,05
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	5	2,31	1,25	2,29	5,85
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	2	0,61	4,47	0,76	5,84
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	3	1,03	0,53	2,29	3,85
Indet. 2	1	0,03	2,91	0,76	3,71
Indet. 10	1	0,03	2,47	0,76	3,26
<i>Casearia</i> sp. 1	4	2,07	0,32	0,76	3,15
<i>Astronium concinnum</i> Schott	1	0,24	2,1	0,76	3,1
<i>Carpotroche</i> sp. 1	2	1,34	0,17	1,53	3,03
<i>Celtis</i> sp. 1	2	1,25	0,19	1,53	2,96
<i>Mangifera indica</i> L.	1	0,06	1,99	0,76	2,81
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex A. DC.) Mattos	2	0,76	0,5	1,53	2,78
Fabaceae sp. 4	2	0,91	0,16	1,53	2,6

<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	2	0,33	0,14	1,53	2
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	1	0,21	1	0,76	1,98
Fabaceae sp. 6	2	0,97	0,23	0,76	1,96
Fabaceae sp. 5	2	0,97	0,16	0,76	1,9
Indet. 12	1	0,67	0,47	0,76	1,9
Meliaceae sp. 1	1	0,18	0,78	0,76	1,72
<i>Handroanthus</i> sp. 2	1	0,76	0,11	0,76	1,64
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	1	0,73	0,14	0,76	1,63
Indet. 11	1	0,03	0,79	0,76	1,58
Euphorbiaceae sp. 1	1	0,21	0,57	0,76	1,54
Indet. 14	1	0,46	0,3	0,76	1,52
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	1	0,12	0,62	0,76	1,51
Indet. 9	1	0,64	0,1	0,76	1,5
Indet. 6	1	0,43	0,29	0,76	1,48
Indet. 7	1	0,43	0,29	0,76	1,47
<i>Unonopsis</i> cf. <i>aurantiaca</i> Maas & Westra	1	0,61	0,08	0,76	1,45
Indet. 13	1	0,46	0,21	0,76	1,43
<i>Trichilia</i> sp.2	1	0,58	0,07	0,76	1,41
Indet. 15	1	0,46	0,17	0,76	1,39
Indet. 16	1	0,58	0,05	0,76	1,39
Indet. 17	1	0,46	0,14	0,76	1,36
Indet. 4	1	0,4	0,11	0,76	1,27
Indet. 8	1	0,43	0,08	0,76	1,27
Indet. 1	1	0,24	0,24	0,76	1,24
Indet. 5	1	0,43	0,05	0,76	1,24
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	1	0,4	0,06	0,76	1,22
Indet. 3	1	0,27	0,06	0,76	1,09
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	1	0,15	0,04	0,76	0,96
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	1	0,03	0,17	0,76	0,96
<i>Syagrus picrophylla</i> Barb.Rodr.	1	0,06	0,03	0,76	0,86
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0,03	0,05	0,76	0,84

Fonte: A autora.

No estrato regenerante, as espécies que se destacaram em relação ao valor de importância foram *Astronium graveolens* (44,2%), *Trichilia hirta* (24,13), *Allophylus racemosus* (20,92), *Eugenia* sp.1 (12,9), *Piper amalago* (11,8) e *Randia calycina* (10) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Parâmetros fitossociológicos das espécies do estrato regenerante amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil, classificadas em ordem decrescente pelo Índice de Valor de Importância para o remanescente. NI: número de indivíduos, DR: densidade relativa; FR: frequência relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância.

Espécies	NI	DR	DoR	FR	IVI
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	84	19,96	17,49	6,76	44,2
<i>Trichilia hirta</i> L.	37	6,86	9,16	8,11	24,13
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	20	5,17	9,66	6,08	20,92

<i>Eugenia</i> sp.1	15	5,75	2,29	4,05	12,09
<i>Piper amalago</i> L.	6	1,9	7,23	2,7	11,83
<i>Randia calycina</i> Cham.	5	1,97	6	2,03	10
<i>Casearia</i> sp. 2	6	2,43	3,74	3,38	9,55
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	8	3,45	1,27	3,95	8,77
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	16	1,72	4,45	1,35	7,52
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	9	4,03	1,38	2,03	7,44
Fabaceae sp. 9	11	1,79	2,48	2,70	6,97
<i>Solanum</i> sp.1	8	2,94	1,22	2,7	6,87
<i>Bixa arborea</i>	10	3,71	2,45	0,68	6,84
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	9	1,48	1,24	4,05	6,78
<i>Solanum</i> cf. <i>scuticum</i> M. Nee	9	5,01	1,06	0,68	6,75
<i>Luehea</i> cf. <i>grandiflora</i> Mart.	3	1,32	2,98	2,03	6,33
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	7	1,23	2,15	2,03	5,4
Fabaceae sp. 6	4	1,25	2,07	2,03	5,35
<i>Handroanthus</i> sp. 2	1	1,97	1,79	1,35	5,12
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	4	1,85	1,11	2,03	4,99
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	4	1,25	0,94	2,7	4,89
Indet. 29	4	1,3	1,87	0,68	3,84
<i>Anadenanthera</i> cf. <i>macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	8	0,56	2,18	0,68	3,41
Indet. 22	4	1,48	0,5	1,35	3,33
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	2	0,58	1,19	1,35	3,12
<i>Unonopsis</i> cf. <i>aurantiaca</i> Maas & Westra	2	0,37	1,7	0,68	2,74
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	3	1,25	0,5	0,68	2,43
<i>Handroanthus</i> sp. 1	2	0,6	0,46	1,35	2,42
<i>Solanum</i> sp.3	3	0,7	0,37	1,35	2,42
Fabaceae sp. 8	2	0,44	0,44	1,35	2,23
Indet. 18	2	1,07	0,17	0,68	1,91
Indet. 20	1	0,49	0,7	0,68	1,87
Indet. 19	2	1,07	0,09	0,68	1,83
Indet. 27	1	0,32	0,78	0,68	1,78
Indet. 28	1	0,32	0,74	0,68	1,74
Indet. 30	2	0,65	0,3	0,68	1,63
Indet. 23	1	0,51	0,4	0,68	1,59
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	1	0,49	0,39	0,68	1,55
Anacardiaceae sp. 2	2	0,6	0,23	0,68	1,5
Indet. 32	1	0,42	0,4	0,68	1,49
<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	1	0,51	0,27	0,68	1,45
<i>Trichilia</i> sp.4	1	0,46	0,3	0,68	1,43
Indet. 35	1	0,46	0,26	0,68	1,4
Indet. 36	1	0,46	0,21	0,68	1,35
Indet. 33	1	0,42	0,25	0,68	1,34
<i>Cnidosculus pubescens</i> Pohl	2	0,56	0,1	0,68	1,33
Malvaceae sp. 1	1	0,51	0,11	0,68	1,3
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	1	0,58	0,04	0,68	1,3
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.) Urb.	1	0,53	0,08	0,68	1,29
Indet. 31	1	0,37	0,24	0,68	1,28

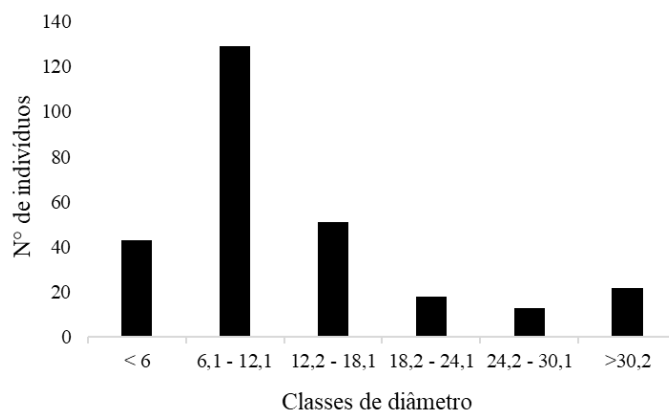


<i>Celtis</i> sp.2	2	0,14	0,46	0,68	1,27
<i>Inga</i> sp. 1	1	0,53	0,05	0,68	1,26
<i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez	1	0,53	0,05	0,68	1,26
Indet. 34	1	0,44	0,1	0,68	1,22
<i>Piper adunum</i> L.	1	0,44	0,09	0,68	1,21
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	1	0,16	0,34	0,68	1,18
<i>Nectandra</i> sp. 1	1	0,26	0,19	0,68	1,12
<i>Poaceae</i> sp. 1	1	0,16	0,23	0,68	1,07
<i>Cissus</i> sp.1	1	0,32	0,05	0,68	1,05
Indet. 25	1	0,28	0,07	0,68	1,02
Indet. 26	1	0,28	0,06	0,68	1,01
<i>Lantana camara</i> L.	1	0,14	0,2	0,68	1,01
<i>Myrcia</i> sp.1	1	0,16	0,16	0,68	1
<i>Gymnanthes multiramea</i> (Klotzsch) Müll. Arg.	1	0,21	0,06	0,68	0,95
Indet. 24	1	0,21	0,05	0,68	0,94
<i>Myrcia</i> sp.2	1	0,19	0,08	0,68	0,94
<i>Carpotroche</i> sp.1	1	0,16	0,09	0,68	0,93
<i>Randia armata</i> var. <i>polyantha</i> (Schum.) Steyerm.	1	0,19	0,05	0,68	0,91
<i>Psidium</i> sp.1	1	0,02	0,12	0,68	0,81
<i>Coffea arabica</i> L.	1	0,02	0,1	0,68	0,8

Fonte: A autora.

O gráfico de distribuição diamétrica do estrato arbóreo, apresentou poucos indivíduos na primeira classe diamétrica (Figura 13), com um aumento da concentração de indivíduos na classe seguinte (DAP 6,1 - 12,1 cm), aproximadamente 46,7%, e com redução nas classes subsequente. As três primeiras classes, que reúnem indivíduos com diâmetro entre 5 e 18,1 cm, concentram 80,8% dos indivíduos amostrados. Os indivíduos amostrados apresentaram diâmetro médio de 13,3 cm.

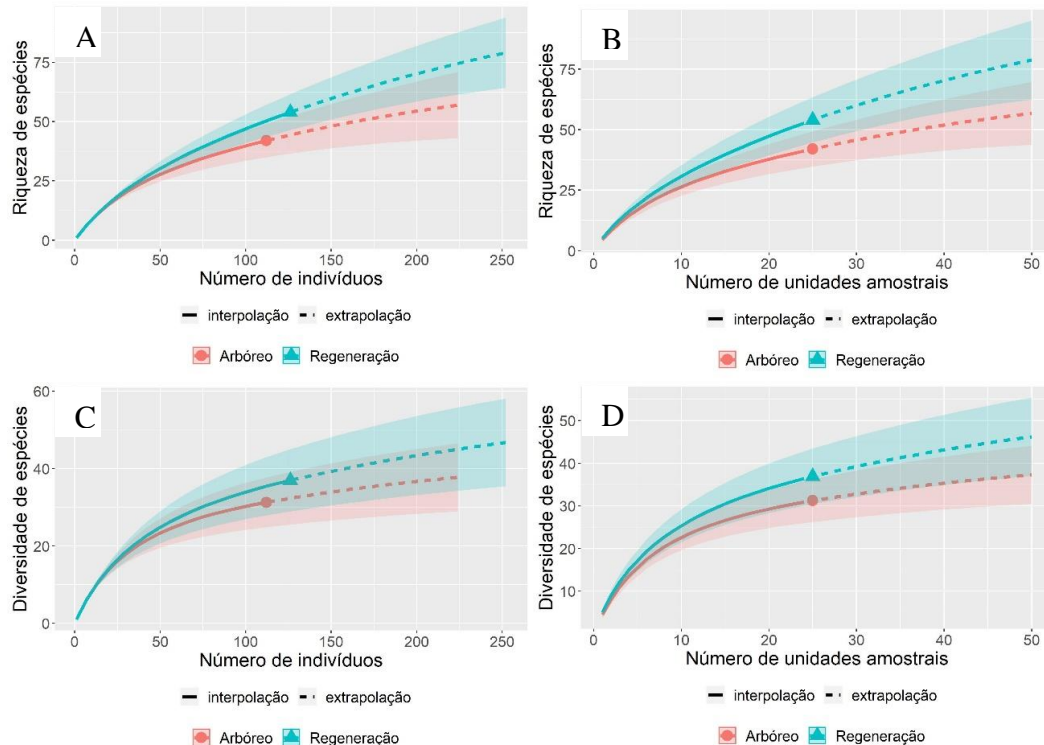
**Figura 12.** Distribuição do número de indivíduos do estrato arbóreo por classes de diâmetro, amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

As curvas de rarefação e extrapolação (Figura 13) calculadas para a riqueza e diversidade de espécies indicaram que a amostragem foi satisfatória para avaliar os estratos estudados no IFES - Campus Itapina. O estrato regenerante apresentou maior riqueza e diversidade de espécies quando comparado ao estrato arbóreo (Figura 13A, 13C).

**Figura 13.** Curvas de rarefação (linha sólida) e extrapolação (linhas tracejadas), baseadas no número de indivíduos (A, C), unidades amostrais (B, D), por riqueza e diversidade de espécies para os estratos arbóreo e regenerante no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Florística e Estrutura da Floresta Nacional de Goytacazes - Estratos Arbóreo e Regenerante

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial possui elevada riqueza de espécies e endemismo (ROLIM *et al.*, 2006), tornando-a de extrema importância para a conservação da flora brasileira. Os levantamentos florísticos realizados em áreas de domínio da Floresta Atlântica na região sudeste do Brasil (PAULA & SOARES, 2011; ALVES *et al.*, 2015; ROLIM, MENEZES & SRBEK-ARAÚJO, 2016; MAGALHÃES, 2018; DIAS *et al.*, 2021, entre outros), têm destacado as famílias Fabaceae e Myrtaceae entre as mais abundantes e de maior riqueza de espécies, semelhante ao encontrado neste estudo, estando entre as dez principais famílias de

angiospermas (BFG, 2015). A família Myrtaceae é amplamente distribuída na Floresta Atlântica (AGAREZ, GARAY & VICENS, 2003). A mesma é composta por diversas espécies endêmicas (BFG, 2015), e apresenta importante contribuição para a manutenção da fauna, visto que suas espécies são polinizadas em sua maioria por insetos e dispersas principalmente por aves e mamíferos (MEIRA-JUNIOR *et al.*, 2015; LISBOA, CIELO-FILHO & CAMARA, 2021). Amplamente distribuída nos biomas brasileiros, Fabaceae é conhecida por sua elevada diversidade (BFG, 2015; AMORIM, SOUSA & LOURENÇO, 2019) e importância como detentora de um elevado grupo de espécies fixadora de nitrogênio, através da sua capacidade de associação com fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rhizobium* (CHADA, CAMPELLO & FARIA, 2004).

As espécies *Astronium concinnum* e *Sarcaulos brasiliensis* foram as mais abundantes no estrato arbóreo, e estiveram entre as cinco com maior valor de importância. *A. concinnum* foi a espécie que apresentou a maior frequência relativa, sendo amplamente distribuída na área de estudo, estando presente também entre as mais importantes no estrato regenerante. De acordo com Paula & Soares (2011), a espécie é comumente encontrada na região norte do Espírito Santo, sendo amostrada em diferentes formações florestais (SILVA-LUZ *et al.*, 2021). Com ocorrência registrada em florestas de várzea (GAMA *et al.*, 2003) e de terra firme (LORENZI, 2009), *S. brasiliensis* é pertencente à família Sapotaceae. A mesma é uma espécie atraente a fauna e tolerante ao sombreamento (LIMA, APARICIO & SILVA, 2015), sendo recomendada para fins de restauração (LORENZI, 2009).

No estrato regenerante, as espécies *Erythroxylum affine* e *Cupania rugosa* apresentaram o maior número de indivíduos amostrados, e estiveram presente entre as dez espécies de maior VI, ocupando o sexto e primeiro lugar, respectivamente. O destaque no valor de importância para *C. rugosa* ocorreu devido a sua elevada densidade e dominância. Endêmica da Floresta Atlântica (PERDIZ, FERRUCCI & AMORIM, 2014), *C. rugosa* é uma espécie de crescimento lento, amplamente dispersa por animais. Ambas são classificadas como espécies de diversidade, fundamentais para garantir a recomposição da área, substituindo de forma gradual as espécies de preenchimento.

Identificou-se em ambos estratos a predominância de espécies secundárias iniciais e tardias. A presença de tais espécies associadas a baixa representatividade florística das pioneiras, indica que o fragmento se encontra em um estágio intermediário de sucessão (PAULA *et al.*, 2004). As secundárias tardias necessitam de um ambiente favorável para o seu estabelecimento e desenvolvimento, as mesmas se destacam por serem tolerantes a condições de maior sombreamento (MARTINS *et al.*, 2021). A presença de espécies secundárias tardias

é um indício de que a área estudada proporciona condições ecológicas favoráveis para o desenvolvimento de tais espécies (FRANCO *et al.*, 2014).

A predominância de espécies de dispersão zoocórica em ambos os estratos seguiu o padrão encontrado em outros estudos realizados na Floresta Atlântica (OLIVEIRA *et al.*, 2011; SUGANUMA *et al.*, 2013; FRANCO *et al.*, 2014; ABREU, 2017). Para Braga & Jardim (2019) a presença de espécies zoocóricas é um indicativo do grau de preservação da floresta. A existência dessas espécies no estrato regenerante é um fator importante para garantir a presença de animais frugívoros na área, sendo importante para garantir a manutenção das espécies de estágios sucessionais mais avançados na floresta (CAMARGOS *et al.*, 2013; FRANCO *et al.*, 2014). Os mecanismos de dispersão possuem relevante importância na determinação da composição florística em florestas tropicais (BEAUDROT *et al.*, 2013), pois influenciam diretamente na estrutura e dinâmica da comunidade (BARBOSA *et al.*, 2012).

Em relação ao índice de valor de importância no estrato arbóreo, poucas espécies foram responsáveis por apresentar uma considerável dominância no ambiente, fato comum em florestas tropicais (PAULA, LOPES & SILVA, 2009). Detentora do maior IVI, *Protium glaziovii* é uma espécie classificada como em perigo de extinção pelo *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN), endêmica do Brasil (Flora do Brasil 2020 em construção, 2021) a mesma possui ocorrência registrada nas florestas ombrófilas do Bioma Atlântico, e é fortemente afetada pela fragmentação do habitat (IUCN, 2015). As espécies *Luehea divaricata* e *Piptadenia paniculata*, ambas pioneiras, também estiveram entre as de maior IVI, as mesmas são classificadas pelo *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN) como pouco preocupantes quanto ao risco de extinção.

Dentre as espécies que apresentam maior IVI no estrato regenerante, três são pertencentes a família Myrtaceae (*Myrcia* sp. 2, *Myrcia tetraphylla* e *Neomitranthes* cf. *langsdorffii*), evidenciando a importância de tal família para a Floresta Atlântica. O gênero *Myrcia* está entre os mais ricos na Floresta Atlântica (SOUZA *et al.*, 2019), com ocorrência registrada de 397 espécies no Brasil, sendo 309 dessas endêmicas (LANNON *et al.*, 2021). Segundo o *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN) *M. tetraphylla* e *N. langsdorffii* são classificadas como espécies vulneráveis a extinção, apresentando uma redução na população, ocasionada principalmente, pelo desmatamento para implantação de atividades agropecuárias e mineração (IUCN, 2021).

No estrato regenerante destaca-se a espécie *Paradrypetes ilicifolia*, endêmica da Floresta Atlântica (Flora do Brasil 2020 em construção, 2021), e considerada regionalmente extinta pela Lista Vermelha da Flora do Espírito Santo (SIMONELLI & FRAGA, 2007). Segundo Martinelli & Moraes (2013), alguns dos principais motivos para o risco de extinção

de espécies arbóreas são os processos de fragmentação associados a perda da qualidade do hábitat. Assim, a presença de espécies em diferentes categorias de risco de extinção tanto em âmbito estadual quanto nacional (SIMONELLI & FRAGA, 2007, MARTINELLI & MORAIS, 2013; IUCN, 2021) e de espécies endêmicas da Floresta Atlântica evidência a necessidade de preservação dos remanescentes florestais com o propósito de proteger as espécies contra a extinção (PSCHEIDT *et al.*, 2018; AMORIM *et al.*, 2019).

Ao comparar o índice de diversidade de Shannon entre os estratos, obtivemos uma diversidade mais elevada para o estrato arbóreo ( $H' = 4,65 \text{ nats.ind}^{-1}$ ). A menor diversidade do estrato regenerante, quando comparada com o estrato arbóreo, pode estar associada a menor riqueza. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2015) em mata de Galeria no Distrito Federal, demonstrando a diferença florística entre os estratos arbóreo e regenerante. Ao comparar o índice de Shannon para o estrato arbóreo em estudos realizados em áreas similares o mesmo se assemelha ao encontrado por Magalhães (2018) e por Dias *et al.* (2021). O mesmo pode ser considerado elevado quando comparado ao estudo realizado por Braga & Jardim (2019) na mesma fitofisionomia no estado do Pará, que obtiveram  $H' = 2,63$ . Ao analisarmos o estrato regenerante, o valor de  $H' = 4,24$  se assemelha ao obtido por Gomes (2019) em Floresta de Tabuleiro no Norte do Espírito Santo. Ao analisarmos o índice de equabilidade de Pielou para ambos estratos, observamos a ausência de dominância oligárquica predominante. Em comparação com os trabalhos citados anteriormente, os valores foram bem próximos, variando entre 0,84 e 0,89.

Em ecossistemas de floresta natural tropical, as espécies arbóreas podem apresentar diferentes tendências ou curvas de distribuição diamétrica. Diante do contexto, foi possível observar que a menor classe diamétrica apresentou maior densidade de indivíduos. A maior concentração de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro pode caracterizar uma comunidade-estoque, o que é padrão em florestas tropicais estáveis com idade e composição de espécies variadas (SCOLFORO, MACHADO & SILVA, 1997).

As curvas de acumulação de espécies observadas neste estudo apresentam um padrão descrito em outras comunidades ecológicas (DIAS, *et al.*, 2021), onde há o aumento da diversidade em relação ao aumento das unidades amostrais. As curvas não mostraram tendência definitiva a formação de um patamar, sugerindo que outras espécies podem ser registradas com o aumento da abrangência da área de estudo. Porém, a ausência de um patamar não necessariamente indica que a amostragem foi insuficiente, pois a inserção de novas unidades amostrais não garante que serão amostradas novas espécies, principalmente em florestas tropicais onde se tem uma grande diversidade (SCHILLING & BATISTA, 2008).

#### 4.2 Florística e Estrutura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina - Estratos Arbóreo e Regenerante

A família Fabaceae é comumente amostrada entre as mais abundantes e ricas nos estudos realizados em áreas que sofreram alguma perturbação antrópica ou natural (TEIXEIRA *et al.*, 2014; FROUF *et al.*, 2011), bem como regiões de Floresta Estacional Semidecidual (ALVES *et al.*, 2015). Características como crescimento rápido, mesmo em ambientes adversos (CHADA *et al.*, 2004), e ampla dispersão de sementes, favorecem o desenvolvimento das espécies pertencentes a essa família em diversos ambientes. Entre as famílias mais abundantes nesse estudo, Anacardiaceae possui 14 espécies com ocorrência exclusiva do Brasil (SILVALUZ *et al.*, 2021). A família apresenta grande importância econômica, devido a presença de espécies que apresentam madeira de boa qualidade como a *Schinopsis brasiliensis* Engl. (SOUZA & LORENZI, 2005), frutos comestíveis (e.g. *Mangifera indica* L. (manga) e *Spondias mombin* L. (cajá), e algumas outras espécies que possuem propriedades antioxidantes (SILVA & ALMEIDA, 2015).

Dentre as espécies mais abundantes na área de estudo, destacamos *Astronium graveolens* e *Trichilia hirta*, as mesmas estiveram entre as mais representativas em ambos os estratos, e foram amostradas entre as cinco com maior valor de importância. Pertencente à família Anacardiaceae, *A. graveolens* é uma espécie plástica que ocorre nos mais variados ambientes, sendo que em áreas abertas ela atinge dimensões menores (BRITO NETO *et al.*, 2018). A espécie apresenta ainda potencial madeireiro (COSTA *et al.*, 2021) e para a indústria farmacêutica por meio do uso do óleo essencial, possui propriedades antibacterianas (HERNANDEZ *et al.*, 2013). Frequentemente encontrada em florestas semidecíduas, áreas perturbadas e secundárias (CNCFlora, 2012; LABRADOR, 2018), *T. hirta* é uma espécie da família Meliaceae, que apresenta crescimento rápido e produção anual de muitas sementes que são amplamente dispersas por animais (LORENZI, 2002). Devido a essas características, é indicada para uso em projetos de restauração florestal e arborização (LORENZI, 2002).

A predominância de espécies secundárias iniciais e pioneiras, indica que a área está em estágio inicial de desenvolvimento, o que pode ser confirmado pelas observações em campo. Espécies de crescimento inicial são capazes de desenvolverem bem sob diferentes condições de luminosidade, e possuem um sistema eficaz de dispersão de sementes, facilitando a colonização de áreas abertas (MARTINS, 2015). Alguns estudos mostram que espécies sobretudo pioneiras, possuem a germinação favorecida por aberturas no dossel (TABARELLI & PERES, 2002), e atuam na facilitação da sucessão, devido a interação com a fauna existente no local.

As espécies pioneiras normalmente são dispersas pelo vento e por aves que as utilizam também como poleiros naturais (TABARELLI & PERES, 2002). A dispersão zoocórica é uma

característica da Floresta Atlântica (CAMPASI, 2006), sendo importante para a conservação da variabilidade genética das espécies (ALMEIDA *et al.*, 2007), e favorecimento da recuperação de ecossistemas, pois atraem a fauna facilitando o processo de sucessão ecológica (NEGRINI, 2012). Sendo a segunda mais amostrada, as espécies anemocóricas são frequentemente encontradas em áreas de vegetação mais aberta e ambientes mais secos (SILVA & RODAL, 2009; SILVA; MAZON & WATZLAWICK, 2019). As mesmas são facilmente dispersas, pois possuem sementes pequenas, muitas vezes aladas (VAN DER PILJ, 1982), que são produzidas em grandes quantidades.

Pertencentes ao grupo das espécies que apresentaram maiores VI no estrato arbóreo, *Piptadenia gonoacantha*, *Albizia* sp. 1, *Anadenanthera* cf. *macrocarpa* e *Leptolobium bijugum*, são pertencentes a família Fabaceae. Popularmente conhecida como “pau-jacaré”, *P. gonoacantha* é nativa da Floresta Atlântica (MOURA *et al.*, 2017), e possui elevada importância econômica, social e ambiental. Em estudo realizado por Torres *et al.* (2017) em uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, a mesma esteve entre as espécies com maior VI, apresentando relevante contribuição no armazenamento de carbono, sendo indicada em programas de restauração de áreas degradadas. Segundo Lorenzi (2008), *A. macrocarpa*, assim como *P. gonoacantha*, é uma espécie pioneira, que devido ao crescimento rápido e tolerância a altas taxas de luminosidade é utilizada em projetos de reflorestamento.

No estrato regenerante, *Allophylus racemosus* esteve entre as espécies de maior índice de valor de importância. A mesma é amplamente distribuída pelo Brasil, ocorrendo geralmente em solos mais pedregosos ou próximos a cursos d’água (COELHO, 2021). Por se tratar de uma espécie pioneira e atrativa a avifauna, é recomendada em plantios de recomposição de baixadas e áreas de mata ciliares (PROGAMA ARBORETUM, [sd])

Ao comparar estatisticamente o índice de diversidade de Shannon entre os estratos, não obtivemos diferença significativa entre os mesmos. No estrato arbóreo, o valor de  $H'$  amostrado foi inferior ao encontrado por Hencker, Assis & Lirio (2012), em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Itarana, Espírito Santo. Ao comparar o índice de Shannon para o estrato regenerante ( $H' = 3,33$  nats/ind), o mesmo é superior ao encontrado por Franco *et al.* (2014) em uma área de regeneração após o cultivo do café (*Coffea arabica* L.). A baixa diversidade revelada pelas análises em ambos estratos, pode estar associada ao fato de a área ter passado por processo de extração madeireira no passado, onde segundo relatos de moradores, era realizada a retirada de espécies de valor comercial como a peroba (*Paratecoma peroba* ((Record & Mell) Kuhl.) para serem processadas em serrarias.

É possível observar uma diferença na composição entre os estratos arbóreo e regenerante, para ambas áreas de estudo. Esses resultados podem ser justificados devido às

diferenças ecológicas das espécies de cada estrato e a forma que as mesmas competem por recursos. De acordo com Leyser *et al.* (2012), as espécies regenerantes podem possuir características ecológicas que as diferem das espécies do estrato arbóreo, sendo responsáveis por criar um gradiente ao longo do perfil da floresta e ocupar o dossel da mesma no futuro, seja de forma natural ou devido a ocorrência de distúrbios na comunidade.

A concentração de indivíduos nas primeiras classes diamétricas indica que a maioria da população está em fase inicial de estabelecimento (SOUZA *et al.*, 2012). O padrão encontrado revela a presença de muitos indivíduos jovens, sugerindo que a comunidade apresenta boa taxa de recrutamento de novos indivíduos, que garantem autossustentabilidade da mesma (ZORZANELLI, 2012).

As curvas de acumulação de espécies observadas apresentam um padrão descrito em outras comunidades ecológicas (LORENZONI-PASCHOA *et al.*, 2019), onde há o aumento da diversidade em relação ao aumento das unidades amostrais. O baixo valor de diversidade pode estar relacionado com a ocorrência de poucas espécies em grande abundância, como é o caso de *A. graveolens*, *P. gonoacantha* e *T. hirta*.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que: há uma elevada similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante nas áreas em estudo; a espécie *Astronium concinnum* destacou-se em ambos estratos na área da FLONA de Goytacazes, enquanto no IFES - Campus Itapina as espécies em destaque foram *Astronium graveolens* e *Trichilia hirta*, podendo ser consideradas potenciais para uso na recuperação de ecossistemas.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V. S. **Regeneração natural e banco de sementes do solo em um gradiente altitudinal de Floresta Ombrófila Densa**. 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.
- AGAREZ, F. V.; GARAY, I.; VICENS, R. S. A Floresta em Pé: Heterogeneidade de Fragmentos e Conservação. *In*: GARAY, I.; RIZZINI, C. M. (orgs.) **A Floresta Atlântica de Tabuleiros: diversidade funcional da cobertura arbórea**. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 27-34, 2003.
- ALMEIDA, C. M. *et al.* Espécies Arbóreas Indicadoras da Vegetação de Mata Ciliar e seu Desempenho na Regeneração. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 585-587, 2007.
- ALVES, M. *et al.* Levantamento florístico de um remanescente de Mata Atlântica no litoral norte do Estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**. v. 42, n. 3, p. 581-595, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-06/2015>.
- AMORIM, A. T.; SOUSA, J. A. P. de; LOURENÇO, R. W. Indicador dos estágios de sucessão de fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 71, n. 3, p. 756-780, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv71n3-48546>.
- ANTONINI, Y.; MARTINS, J. P. V. (orgs.). **Restauração e conservação de matas ciliares em reservatórios hidroelétricos: importância para a conservação da biodiversidade e processos ecológicos**. Ouro Preto: DEBIO-DEGEO/UFOP, 2016. 164p.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Societ**. v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>.
- ARAÚJO, L. H. B. de *et al.* Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa no município de Macaíba, RN. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 455-464, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2441>.
- BARBOSA, J. M. *et al.* Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. *In*: MARTINS, S. V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2ª ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p. 85-106, 2012.
- BEAUDROT, L.; REJMÁNEK, M.; MARSHALL, A. J. Dispersal modes affect tropical forest assembly across trophic levels. **Ecography**. v. 36, n. 9, p. 984-993, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00122.x>.
- BFG. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**. v. 66, p. 1085-1113, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>.
- BRACKMANN, C. E.; FREITAS, E. M. de. Florística arbórea e arbustiva de um fragmento de Mata Ciliar do arroio Boa Vista, Teutônia, RS, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 2, p. 365-372, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000200007>
- BRAGA, E. O.; JARDIM, M. A. G. Floristic, structure and life forms of lower stratum in a Alluvial Dense Rain Forest, Pará state, Brazil. **Ciência Florestal**. v. 29, n. 3, p. 1048-1059, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821834>.
- BRASIL. Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 24 de maio de 2022.
- BRITO NETO, R. L. *et al.* Fenologia de *Astronium graveolens* Jacq. em floresta estacional decidual em Vitória da Conquista, Bahia. **Ciência Florestal**. v. 28, n. 2, p. 641-650, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832057>.

CAMARGOS, V. L. de *et al.* Influência do fogo no banco de sementes do solo em Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 19-28, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050988436>.

CAMPASSI, F. **Padrões geográficos das síndromes de dispersão e características dos frutos de espécies arbustivo-arbóreas em comunidades vegetais da Mata Atlântica**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**. v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000600005>.

CHADZON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. Tradução de Nino Amazonas & Ricardo César. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 430 p.

CHAO, A. *et al.* Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, v. 84, n. 1, p. 45-67, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>.

CNCFlora. *Trichilia hirta* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Trichilia hirta](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Trichilia%20hirta)>. Acesso em: 09 de dez. de 2021.

COELHO, R. L. G. *Allophylus* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB111553>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

COLWELL, R. K *et al.* Models and estimators linking individual-based and samplebased rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. **Journal of Plant Ecology**, v. 5, n. 1, p. 3-21, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>.

COSTA, D. N. *et al.* Mapeamento prospectivo científico e tecnológico da família Anacardiaceae R. Br. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, e408101220746, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20746>.

DIAS, P. B. *et al.* Structural and environmental variability from the edge to the interior of an Atlantic Forest remnant in Brazil. **Journal of Tropical Forest Science**, v.33, n. 3. p.308-332, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26525/jtfs2021.33.3.308>.

FELFILI, J. M. *et al.* **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. 1ª ed. Viçosa: Editora UFV, v. 1, p. 556, 2011.

FELIPPE, M. F. *et al.* A tragédia do Rio Doce: A lama, o povo e a água. Relatório de Campo e Interpretações preliminares Sobre as Consequências do Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão (Samarco/Vale/Bhp). **Revista Geografias**, p. 63-94, 2016. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.13468>

FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 617-623, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000400016>

FERREIRA JÚNIOR, E. V. *et al.* Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia - MT. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 4, p. 673-680, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400010>.

Flora do Brasil 2020 em construção. (2021). <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB44>>.

FRANCO, B. K. S. *et al.* Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 31-40, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100003>.

GAMA, J. R. V. *et al.* Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p.71-82, 2003. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981744>.

- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. de F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 55, n. 4, p.753-767, 1995.
- GOMES, L. P. **Regeneração natural e banco de sementes do solo sob efeito de borda em um fragmento de floresta ombrófila densa das terras baixas**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Estimating species richness. In: MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. (eds.) **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. Oxford: OUP Oxford, 2011. 368 p.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, art. 4, p. 1-9, 2001.
- HENCKER, C.; ASSIS, A. M.; LÍRIO, E. J. de. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual no município de Itarana (ES). **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 153-159, 2012.
- HERNANDEZ, V. *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of *Astronium graveolens* Jacq. essential oil. **Revista Latinoamericana de Química**, v. 41, n. 2, 2013.
- HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. *et al.* iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. **R Package Version 2**, p. 1-18, 2020. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/iNEXT/iNEXT.pdf>>. DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>.
- IUCN 2015. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2015-4. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 01 de mar. de 2021.
- JUDD, W. S. *et al.* **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 612 p.
- KIPPER, J. *et al.* Levantamento florístico de um componente arbóreo de mata ciliar do rio Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 1, p. 82-92, 2010. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v9i1.4279>
- KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K. **Matas ciliares**. 2 ed. São Paulo: SMA - Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (Cadernos de Educação Ambiental, 7), 2014. 80 p.
- LABRADOR, Y. J. M. Caracterización de especies arbóreas en áreas periurbanas de la ciudad de Pinar del Río. **Ciencias Forestales y Ambientales**, v. 3, n. 2, p. 177-192, 2018.
- LANNOY, L. C. de *et al.* *Myrcia* (Myrtaceae) in the state of Paraná, Brazil. **Phytotaxa**, v. 486, n. 1, p. 1-105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.486.1.1>.
- LEYSER, G. *et al.* Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100009>.
- LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO-FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 33-44.
- LIMA, R. C.; APARICIO, P. da S.; SILVA, W. C. da. Classificação ecológica de uma floresta de várzea submetida à ação antrópica. **Revista de Ciências da Amazônia**, v. 2, n. 2, p. 9-19, 2015.
- LISBOA, T.; CIELO-FILHO, R.; CÂMARA, C. Florística e fitossociologia do componente arbóreo-arbustivo de mata ciliar em estágio inicial de sucessão na microbacia do rio Xaxim (Oeste do Paraná, Brasil): subsídios para a restauração ecológica. **Lilloa**, v. 58, n. 1, p. 15-34, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2021.58.1/2021.04.07>.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, v. 2, 2ª ed., Nova Odessa, São Paulo. **Instituto Plantarum**, 2002. ISBN: 85-86714-14-3.

- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*, v. 1, 5ª ed., Nova Odessa, São Paulo. **Instituto Plantarum**, 2008. ISBN: 85-86714-31-3.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*, v. 3, 1ª ed., Nova Odessa, São Paulo. **Instituto Plantarum**, 2009. ISBN: 85-86714-33-7.
- LORENZONI-PASCHOA, L. de S. *et al.* Estágio sucessional de uma floresta estacional semidecidual secundária com distintos históricos de uso do solo no sul do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 70, e02702017, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970028>.
- MAGALHÃES, J. H. R. Estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta madura nos tabuleiros costeiros do extremo sul da Bahia, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 40, n. 2, p. 93-122, 2018.
- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. 1ª ed. Hoboken: Wiley-blackwell, 2013. 272 p.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.
- MARTINS, S. V. (ed.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. ISBN: 978-85-7269-371-4. 371 p.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. 2ª ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2011. 255 p.
- MARTINS, S. V. (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. 376 p.
- MARTINS, S. V. (ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. 5ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2021. 230 p.
- MEIRA-JUNIOR, M. S. *et al.* Espécies potenciais para recuperação de áreas de floresta estacional semidecidual com exploração de minério de ferro na serra do Espinhaço. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 283-295, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-23414>.
- MENINO, G. C. O. *et al.* A regeneração natural da vegetação ciliar do rio Pandeiros como indicativo da futura composição da comunidade arbórea. **Revista MG. Biota**, v. 2, n. 2, p. 1-64, 2009.
- MENINO, G. C. de O. *et al.* Environmental heterogeneity and natural regeneration in riparian vegetation of the Brazilian semi-arid region. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 69, n. 1, p. 29, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960428611000400>.
- MOURA, M. N.; TERRA, V.; GARCIA, F. C. P. *Piptadenia* (Leguminosae, Mimosoideae) in the state of Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia**. v. 68, n. 1, p. 209-222, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768126>.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. Hoboken: Wiley, 1974. 574 p. DOI: <https://doi.org/10.2307/213332>.
- NEGRINI, M. *et al.* Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 919-929, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500014>.
- NUNES, Y. R. F. *et al.* Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200005>.
- OLIVEIRA, L. S. B. *et al.* Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i3a1384>.
- OLIVEIRA, M. C.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Comparação florístico-estrutural dos estratos adulto e de regeneração em Mata de Galeria perturbada no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 3, p. 142-154, 2015.

- PAULA, A. de; LOPES, W. de P.; SILVA, A. F. Florística e estrutura de fragmentos florestais no entorno da lagoa Juparanã, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 26, p. 5-23, 2009.
- PAULA, A. de *et al.* Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000300002>.
- PAULA, A. de; SOARES, J. J. Estrutura horizontal de um trecho de floresta ombrófila densa das terras baixas na reserva biológica de Sooretama, Linhares, ES. **Floresta**, v. 41, n. 2, p. 321-334, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v41i2.21880>.
- PERDIZ, R. de O.; FERRUCCI, M. S.; AMORIM, A. M. A. Sapindaceae em remanescentes de florestas montanas no sul da Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 4, p. 987-1002, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201465410>.
- PROGRAMA ARBORETUM de Coconservação e Restauração da Diversidade Florestal. *Allophylus racemosus* Sw. Disponível em: <<https://www.programaarboretum.eco.br/especie/129/guariba>>. Acesso em: 17 de dez. 2021.
- PSCHIEDT, F. *et al.* Efeito de borda como fonte da heterogeneidade do componente arbóreo em uma floresta com araucárias no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 601-612, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832046>.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2020. URL: <<https://www.R-project.org/>>.
- RODRIGUES, W. A.; PIRES, J. M. Inventário fitossociológico. In: **ENCONTRO SOBRE INVENTÁRIOS FLORÍSTICOS NA AMAZÔNIA**, Manaus: Anais ... 1988. 5 p.
- RODRIGUES, P. M. S. *et al.* Riqueza florística da vegetação ciliar do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais. MG. **Biota**, v. 2, n. 2, p. 18-35, 2009.
- ROLIM, S. G. *et al.* Composição Florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce, Linhares, ES, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 549-561, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000300005>.
- ROLIM, S.G.; MENEZES, L. F. T.; SRBEK-ARAÚJO, A. C. **Floresta Atlântica de tabuleiro: diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale**. 1ª ed. 2016. 496 p.
- ROSA, *et al.* Natural regeneration of tree species in a cloud forest in Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore**, v. 40, n. 6, p. 1083-1092, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000600013>.
- ROSSATTO, D. R.; TONIATO, M. T. Z.; DURIGAN, G. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, n. 3, p. 409-424, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000300005>.
- SANTANA, J. A. *et al.* Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i1.1824>.
- SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042008000100016>.
- SCOLFARO, J.; MACHADO, S.; SILVA, S. **O manejo da vegetação nativa através de corte seletivo: curso de manejo florestal sustentável, tópicos de manejo florestal sustentável**. Curitiba: Colombo, EMBRAPA-CNPq, 253 p. 1997.
- SHEPHERD, G. J. **Fitopac. Versão 2.1.2.85**. Campinas: Unicamp, 2010.
- SILVA, A. E. de S e; ALMEIDA, S. S. M. da S de. Análise fitoquímica das cascas do caule do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.-Anacardiaceae). **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 3, n. 2, p.81-88, 2015.

- SILVA, R. A.; MAZON, J. A.; WATZLAWICK, L.F. Distribuição espacial de táxons anemocóricos e zoocóricos em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4336/2019.pfb.39e201801700>.
- SILVA, L. G. *et al.* Florística, fitossociologia e caracterização ecológica numa área de capoeirão de Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 34519-34540, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-118>.
- SILVA-LUZ, *et al.* *Anacardiaceae* in Flora e Funga do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB44>>. Acesso em: 26 de maio de 2021.
- SILVA, M. C. N. A. da; RODAL, M. J. N. Padrões das síndromes de dispersão de plantas em áreas com diferentes graus de pluviosidade, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1040-1047, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400014>.
- SIMONELLI, M.; FRAGA, C. N. **Espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo**. Vitória: Ipema. 146p. 2007.
- SIMONELLI, M. *et al.* **Levantamento do potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo**. Vitória: Edifes, 2021. 110 p.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2005. 639 p.
- SOUZA, P. B. *et al.* Florística e diversidade das espécies arbustivo-arbóreas regeneradas no sub-bosque de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. Lavras. **Cerne**, v. 18, n. 3, p. 413-421, 2012.
- SOUZA, C. *et al.* Natural and anthropic forest fragments have distinct ecological behavior due to their different origin and landscape context. **Turkish Journal of Botany**, v. 43, n. 4, p. 487-498, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3906/bot-1810-46>.
- SUGANUMA, M. S. *et al.* Ecossistemas de referência para restauração de matas ciliares: existem padrões de biodiversidade, estrutura florestal e atributos funcionais? **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 835-847, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500006>.
- TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, n. 2, p. 165-176, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00243-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00243-9).
- TEIXEIRA, G. M. *et al.* Regeneration in the atlantic forest under different levels of anthropic disturbance: implications for restoration. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 104, p. 543-554, 2014.
- THIERS, B. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. **New York Botanical Garden's Virtual Herbarium**. <http://sweetgum.nybg.org/ih>. 2016.
- TORRES, C. M. M. E. *et al.* Análise Fitossociológica e Valor de Importância em Carbono para uma Floresta Estacional Semidecidual. **Floresta e Ambiente**. v. 24, e00099714, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.099714>.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. New York: Springer-Verlag, 1982. 215 p.
- ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5ª ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2013. 760 p.
- ZORZANELLI, J. P. F. **Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Montana na Serra do Valentim, Iúna, Espírito Santo**. Jerônimo Monteiro. UFES, 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, ES, 2012.

## Capítulo II

### SIMILARIDADE, RELAÇÃO VEGETAÇÃO-AMBIENTE E ESPÉCIES INDICADORAS EM DUAS FLORESTAS DE MATA ATLÂNTICA

**Resumo:** O objetivo deste capítulo foi estabelecer a relação entre os estratos arbóreo e regenerante com variáveis ambientais em dois remanescentes florestais justapostos ao Rio Doce no Espírito Santo, avaliando a similaridade entre os remanescentes e definindo uma lista de espécies estruturantes indicadas para utilização em projetos de restauração. Para a amostragem da vegetação arbórea foram alocadas 50 parcelas, totalizando 0,5 ha, distribuídas em dois remanescentes (25 no IFES - Campus Itapina e 25 na FLONA de Goytacazes). Foram amostrados todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP)  $\geq 5$  cm. Para a amostragem do estrato regenerante, foram amostrados em sub-parcelas todos os indivíduos que apresentaram DAP  $< 5$  cm e DAS  $\geq 1$  cm. As variáveis ambientais avaliadas foram abertura de dossel e atributos químicos e físicos do solo. Para verificar a influência dos fatores ambientais sobre a vegetação foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Buscando comparar a composição florística entre as duas áreas de estudo, realizou-se a análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). Na FLONA de Goytacazes os dois primeiros eixos da CCA explicaram 32,3% da variação na composição florística do estrato arbóreo e 28,7% do estrato regenerante. No IFES - Campus Itapina 49,6% dos dados de espécies do estrato arbóreo e 51,4% do estrato regenerante foram explicados pelos dois primeiros eixos da CCA. A FLONA de Goytacazes apresentou maior riqueza e diversidade de espécies, tanto no estrato regenerante quanto no arbóreo. A análise da  $\beta$  diversidade demonstrou que houve variação entre a composição de espécies ( $\beta$  Sor. = 0,89). As variáveis ambientais estudadas influenciam na composição e distribuição das espécies. Por serem áreas fitofisionomicamente distintas e que apresentam diferentes graus de preservação, já era esperado que houvesse diferença na riqueza e diversidade. A lista de espécies estruturantes buscou representar as principais famílias amostradas, observando também as principais características ecológicas das espécies. A seleção de espécies estruturantes não significa que apenas elas devem ser implantadas nas restaurações. As mesmas devem ser utilizadas em conjunto com outras espécies que irão aumentar a diversidade na área.

**Palavras-chave:** Espécies estruturantes; Distribuição de espécies; Diversidade.

## Chapter II

### SIMILARITY, VEGETATION-ENVIRONMENT RELATIONSHIP AND INDICATOR SPECIES IN TWO ATLANTIC FORESTS

**Abstract:** The objective of this chapter was to establish the relationship between the tree and regenerating strata with environmental variables in two forest remnants juxtaposed to the Rio Doce in Espírito Santo, evaluating the similarity between the remnants and defining a list of structuring species indicated for use in restoration projects. For the sampling of tree vegetation, 50 plots were allocated, totaling 0.5 ha, distributed in two remnants (25 at IFES - Campus Itapina and 25 at FLONA de Goytacazes). All individuals with diameter at breast height (DBH)  $\geq 5$  cm were sampled. For sampling the regenerating stratum, all individuals with DBH  $< 5$  cm and DAS  $\geq 1$  cm were sampled in subplots. The environmental variables evaluated were canopy opening and soil chemical and physical attributes. To verify the influence of environmental factors on the vegetation, the Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed. Seeking to compare the floristic composition between the two study areas, the Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) analysis was performed. In the FLONA de Goytacazes, the first two axes of the CCA explained 32.3% of the variation in the floristic composition of the arboreal stratum and 28.7% of the regenerating stratum. At IFES - Campus Itapina, 49.6% of the data on species from the arboreal stratum and 51.4% from the regenerating stratum were explained by the first two axes of the CCA. The FLONA de Goytacazes showed greater species richness and diversity, both in the regenerating and arboreal strata. The analysis of  $\beta$  diversity showed that there was variation between species composition ( $\beta$  Sor. = 0.89). The environmental variables studied influence the composition and distribution of species. As they are phytophysiognomically distinct areas with different degrees of preservation, it was already expected that there would be a difference in richness and diversity. The list of structuring species sought to represent the main families sampled, also observing the main ecological characteristics of the species. The selection of structuring species does not mean that only they should be implanted in restorations. They should be used in conjunction with other species that will increase diversity in the area.

**Keywords:** Structuring species; species distribution; Diversity.



## 1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas são ambientes complexos e dinâmicos, influenciados por diversos fatores ambientais (ESPÍRITO SANTO *et al.*, 2002). Clima, luminosidade, tipos de solo e interações bióticas, são alguns fatores que influenciam fortemente na distribuição das espécies, atuando como alguns dos filtros ambientais (GOMES, 2018). Dessa forma, apenas espécies adaptadas a tais condições são capazes de se estabelecer e desenvolver em determinados ecossistemas (DÍAZ, CABIDO & CASANOVES, 1998; CHAZDON, 2016).

Estudos têm demonstrado que as variáveis ambientais podem influenciar as espécies quanto a distribuição (CALLEGARO *et al.*, 2018), riqueza e abundância (STEIN, GERSTNER & KREFT, 2014) e crescimento (CAMARGO, 2018). Dentre as variáveis ambientais que afetam o desenvolvimento das espécies no ambiente, uma das mais perceptíveis é a luminosidade. Ela afeta principalmente o estrato regenerativo (CHAZDON, 2016), em áreas de clareiras, onde a incidência luminosa influencia nas atividades biológicas (RIBEIRO & CORBARA, 2005), ocasionando o aumento da temperatura pela radiação (GUISELINI, 2002), e da evapotranspiração em escala microclimática, proporcionando a redução da umidade, podendo acarretar em alguns momentos, estresse hídrico para determinados indivíduos (KUNZ & MARTINS, 2014).

O solo, assim como a luminosidade, é uma variável de extrema importância, por ser imprescindível para sobrevivência de boa parte dos seres vivos, pois além de atuar como suporte para os ecossistemas, é a base para o desenvolvimento das plantas em função da ciclagem de nutrientes (SIQUEIRA *et al.*, 2008). Por conta disso, é fundamental na prestação de serviços ecossistêmicos para o armazenamento de água e nutrientes, estocagem do carbono e regulação climática (PEREIRA, 2019).

A mensuração de todas as variáveis ambientais que influenciam na distribuição das espécies e na dinâmica da comunidade é inviável. Dessa forma, escolher corretamente as variáveis que serão utilizadas para o entendimento do ambiente é uma etapa importante nos estudos da ecologia da vegetação. Pesquisas que visam conhecer melhor a relação entre a estrutura de comunidade de plantas em determinado ambiente e as variáveis ambientais que atuam sobre ela, são fundamentais para obter informações que podem ser utilizadas na escolha de espécies arbóreas estruturantes para a recomposição de áreas (HIGUCHI *et al.*, 2012) e auxiliar na formulação de estratégias de preservação (MARIANO *et al.*, 2020).

A fim de acelerar o processo de restauração de ambientes degradados, são utilizadas espécies ditas como estruturantes de comunidades, que são responsáveis por acelerar a reestruturação da comunidade vegetal e desencadear processos ecológicos que asseguram o

funcionamento do ecossistema (ELLIOTT *et al.*, 2003; PAKKAD *et al.*, 2003; PILON & DURIGAN, 2013). Os atributos desejáveis para esse grupo de espécies estruturantes são alta taxa de sobrevivência, rápido crescimento, copas amplas e frutos atrativos para a fauna (PAKKAD *et al.*, 2003; WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009). Essas características auxiliam as espécies a suportarem os filtros ecológicos presentes no ecossistema (PILON & DURIGAN, 2013), especialmente ecossistemas com elevadas adversidades ambientais.

Complementando a primeira parte desta dissertação, neste capítulo investigamos a relação entre os estratos arbóreo e regenerante e as variáveis ambientais (luminosidade e atributos do solo), em dois remanescentes florestais justapostos ao Rio Doce no estado do Espírito Santo, e avaliamos a similaridade entre os remanescentes.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A descrição da área de estudo e sua caracterização estão apresentadas no item IV desta dissertação. Os resultados da amostragem florística e fitossociológica utilizadas estão apresentadas nos itens 3.1 e 3.2 do Capítulo I desta dissertação.

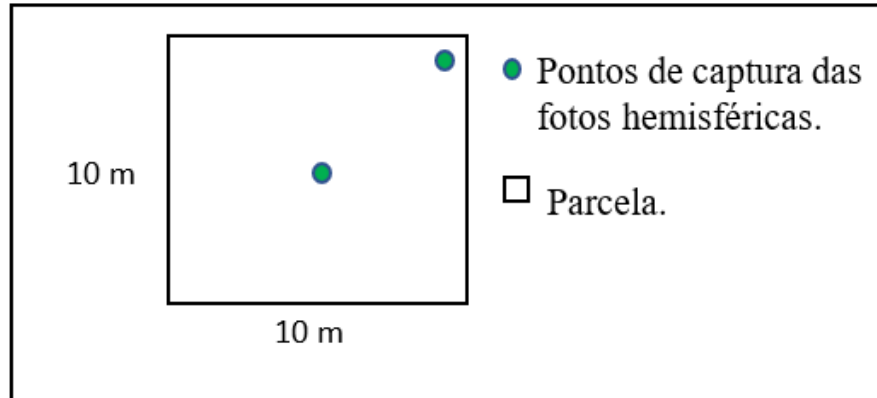
### **2.1 Variáveis ambientais**

#### **2.1.1 Abertura de dossel**

A abertura de dossel foi estimada por meio do método de obtenção de fotografias digitais hemisféricas, capturadas por um *smartphone* com lente hemisférica acoplada (TICHÝ, 2016). O aparelho foi posicionado com o auxílio de um tripé a 1 m acima do nível do solo, com a parte superior alinhada com o norte magnético e lente apontada para o céu (LIMA, 2016). Em cada parcela foram registradas duas fotografias, uma no centro e outra no canto superior direito (Figura 14). Estas foram obtidas nos meses de setembro (final do período de menor precipitação) e abril (final do período de maior precipitação), preferencialmente, no horário da manhã, quando não havia incidência direta de raios solares no interior do dossel e era possível obter condições atmosféricas de maior uniformidade de iluminação, a fim de obter imagens com alto contraste entre o céu e folhagem do dossel, possibilitando, maior acurácia na classificação da imagem. As imagens resultantes foram processadas por meio do *software* Gap Light Analyzer Mobile Application - GLAMA versão 3,0 (TICHÝ, 2016), utilizando-se o

procedimento de classificação das imagens, que consiste na separação entre pixels que representam classes de céu e de cobertura vegetal.

**Figura 14.** Detalhamento dos pontos de captura das imagens da abertura de dossel na FLONA de Goytacazes, Linhares, e no IFES - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil.

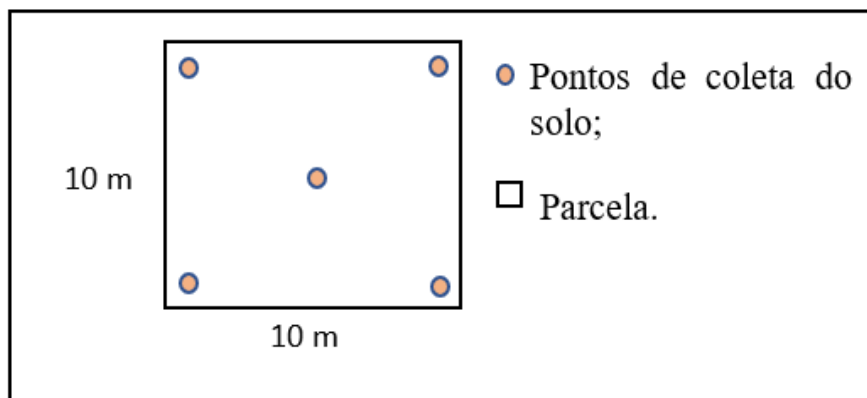


Fonte: A autora.

### 2.1.2 Atributos do solo

Para caracterização do solo foram realizadas análises químicas e físicas. As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado holandês, na profundidade de 0-20 cm. Em cada parcela de 100 m<sup>2</sup> foram coletadas cinco amostras, sendo amostradas as quatro extremidades e o centro da parcela (Figura 15). Posteriormente, estas amostras foram homogeneizadas para compor apenas uma amostra composta. Após serem devidamente identificadas, as amostras foram enviadas para o Departamento de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, para análise completa da parte física e química conforme metodologia de Teixeira *et al.* (2017).

**Figura 15.** Detalhamento dos pontos de coleta das amostras de solo na FLONA de Goytacazes, Linhares, e no IFES - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil.



Fonte: A autora.

As análises em laboratório foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Donagema *et al.* (2011), onde foram analisadas as seguintes variáveis: os macronutrientes (P - fósforo, K - potássio, S - enxofre, Ca - cálcio, Mg - magnésio, Al - alumínio) e micronutrientes (Zn - zinco, Fe - ferro, Cu - Cobre, Mn - manganês), fósforo remanescente (P-rem), hidrogênio e alumínio (H+Al), MO - matéria orgânica, pH do solo, teores de areia fina, areia grossa, silte e argila.

## **2.2 Relação vegetação-ambiente**

Com o intuito de analisar a correlação entre a distribuição das espécies dos estratos arbóreo e regenerante e as variáveis ambientais, foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA). Essa análise de CCA tem como principal objetivo identificar a influência de variáveis ambientais sobre os padrões de composição e abundância das espécies em uma determinada comunidade (PROVETE; SILVA & SOUZA, 2011). Os dados foram organizados em duas matrizes, a primeira contendo as espécies mais abundantes (sendo consideradas as que possuem mais de três indivíduos) e a segunda composta pelas variáveis ambientais (luminosidade e propriedades do solo), ambas por parcela e por área.

Inicialmente os dados referentes as variáveis ambientais foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Após a conferência da normalidade, realizou-se o teste de correlação de Pearson com as variáveis par-a-par, a fim de verificar a correlação entre as mesmas, buscando manter apenas as variáveis mais explicativas. Seguindo Fernandes *et al.* (2009), as variáveis que apresentaram p-valor  $< 0,05$  foram excluídas das análises.

Para avaliar o nível de significância do eixo principal da ordenação canônica, foi utilizado o teste de permutação de Monte Carlo, adotando o nível de significância de 95% (FELFELI *et al.*, 2011). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software* PAST versão 3.26 (HAMMER *et al.*, 2016).

## **2.3 Riqueza e Diversidade florística**

Para obter a diversidade florística em cada área de estudo, foi calculada o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) (MAGURRAN, 2013). Esse índice foi estimado para cada área inventariada e pode ser encontrada no capítulo I deste trabalho. Afim de comprovar se existe ou não semelhança da diversidade, entre as áreas, os valores obtidos do índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foram submetidos ao teste t de Hutcheson  $\alpha = 0,05$  (ZAR, 2013), pois é o único disponível para comparações estatísticas entre valores de  $H'$  (NUNES *et al.*,

2003). Os índices foram obtidos por meio do programa FITOPAC 2.1 (SHEPHERD, 2010), e as comparações realizadas no *software* R por meio do pacote *ecolTest* (R CORE TEAM, 2020).

A dissimilaridade na composição de espécies entre as áreas de estudo, foi obtida por meio da partição aditiva (BASELGA, 2010; 2012), na qual a diversidade beta (KREBS, 1989) é decomposta em dois componentes: 1) *Turnover* - substituição espacial das espécies e 2) *Aninhamento* - mede a diferença entre áreas ocasionada pela perda de espécies (SOCOLAR *et al.*, 2016). As análises foram realizadas com auxílio do *software* R (R CORE TEAM, 2020).

Buscando comparar a composição florística entre as duas áreas de estudo, realizou-se a análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS). A mesma é comumente utilizada para observar padrões de ocorrência de espécies entre locais, tendo como objetivo principal maximizar a ordem de correlação entre medidas de distância no espaço de ordenação (SHAFII *et al.*, 2013). O NMDS é uma técnica de ordenação utilizada para facilitar a visualização das semelhanças ou diferenças entre dados ecológicos (RABINOWITZ, 1975). Para que a análise NMDS seja considerada bem ajustada, o parâmetro denominado stress deve apresentar valor inferior a 0,3. Após a realização do NMDS, os resultados foram submetidos ao Teste One-Way ANOSIM a 95% de probabilidade, para verificar se há diferença entre os grupos formados. As análises foram realizadas no ambiente R (R CORE TEAM, 2020).

#### **2.4 Espécies indicadas como estruturantes**

Buscando uma forma de selecionar as espécies estruturantes da comunidade florestal, propomos a adoção de um conjunto de variáveis, sendo elas: índice de valor de importância das espécies (SALOMÃO, 2015), grupo ecológico (PAKKAD *et al.*, 2003; WYDHAYGARN, ELLIOTT & WANGPAKAPATTANAWONG, 2009, BARBOSA *et al.*, 2021), grupo funcional, distribuição nos diferentes biomas e fitofisionomias (buscando escolher espécies que apresentam maior plasticidade) e relação das espécies com as variáveis ambientais utilizadas neste estudo.

Inicialmente foram selecionadas em cada área (FLONA de Goytacazes e IFES - Campus Itapina) e para cada estrato (arbóreo e regenerante), 25% das espécies detentoras dos maiores índices de valor de importância. Posteriormente, essas espécies foram classificadas quanto ao grupo ecológico, dando preferência as espécies pioneiras e secundárias iniciais e ao grupo funcional (espécies de diversidade e de preenchimento). No terceiro momento, as espécies foram classificadas quanto a sua distribuição, sendo selecionadas as que apresentaram distribuição em mais de duas fitofisionomias ou em áreas onde há ação antrópica. Após a realização da Análise de Correspondência Canônica, observamos se as espécies que se

encontravam na lista obtida previamente apresentavam correlação com as variáveis ambientais estudadas. Foram consideradas a abertura de dossel e as características físicas do solo.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Variáveis ambientais

Os resultados das variáveis ambientais para a FLONA de Goytacazes e para o IFES - Campus Itapina encontram-se dispostas nos apêndices C e D, uma síntese dos resultados pode ser encontrada na Tabela 7.

Valores elevados de abertura de dossel foram observados no período mais seco para ambas as áreas. Em média, nas duas estações amostradas, a abertura de dossel na FLONA de Goytacazes variou entre 6% e 12%, já no IFES - Campus Itapina a variação foi entre 7,55% e 21%.

Os solos da FLONA de Goytacazes foram classificados em sua maioria como argilosos, e apresentaram pH variando entre 4,1 e 6,7. Já o fragmento amostrado no IFES - Campus Itapina, os solos apresentaram, em sua maioria, textura franco-argilo-arenosa e pH com variação entre 4,5 e 5,9. Ao analisarmos a saturação de bases para ambos os fragmentos, podemos classificar os solos como eutróficos, pois os mesmos apresentam  $V > 50\%$ , sendo considerados solos férteis, com boa disponibilidade de nutrientes, como Ca e Mg.

**Tabela 7.** Síntese dos resultados das variáveis ambientais estudadas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares e no Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina - ES, Brasil.

		IFES	FLONA	CV (%)
		Média	Média	
<b>Abertura de Dossel</b>	%	11,80	a 8,97	b 27,30
<b>Areia Fina</b>	-	0,30	a 0,07	b 31,69
<b>Silte</b>	-	0,16	b 0,19	a 31,61
<b>Argila</b>	-	0,34	b 0,59	a 28,56
<b>pH</b>	H <sub>2</sub> O	5,02	a 5,16	a 11,22
<b>P</b>	mg/dm <sup>3</sup>	2,68	b 4,74	a 68,99
<b>K</b>	mg/dm <sup>3</sup>	91,92	b 175,24	a 30,66
<b>S</b>	mg/dm <sup>3</sup>	7,61	a 5,53	a 90,80
<b>Ca</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	3,20	b 4,33	a 39,30
<b>Mg</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	2,70	b 2,70	a 27,40
<b>Al</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	0,07	b 0,18	a 142,95
<b>Zn</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	5,34	a 3,83	a 98,19
<b>Fe</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	57,40	b 100,43	a 60,23

<b>Cu</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	0,75	b	1,27	a	60,17
<b>Mn</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	83,87	b	157,50	a	57,18
<b>P-rem</b>	mg/l	39,02	a	34,95	b	13,35
<b>H+Al</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	3,56	b	5,64	a	31,07
<b>MO</b>	dag/kg	3,03	b	5,62	a	28,05
<b>SB</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	5,54	b	7,49	a	28,00
<b>t</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	5,61	b	7,67	a	26,15
<b>T</b>	cmol/dm <sup>3</sup>	9,09	b	13,13	a	14,69
<b>V</b>	%	59,82	a	57,36	a	20,06
<b>m</b>	%	1,72	a	2,75	a	147,10

Valores seguidos de mesma letra nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
Fonte: A autora.

## 3.2 Relação vegetação-ambiente

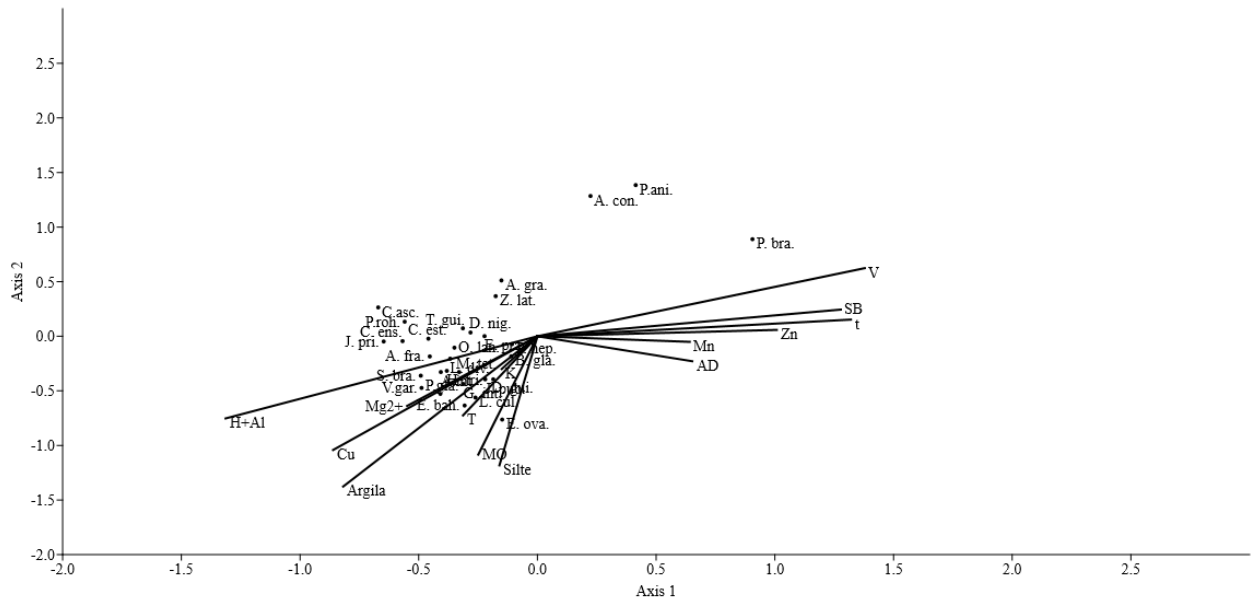
### 3.2.1 Floresta Nacional de Goytacazes

Para o conjunto de dados referentes a FLONA de Goytacazes, 14 variáveis ambientais apresentaram normalidade após o teste de Shapiro-Wilk, sendo elas: abertura de dossel, potássio, magnésio, hidrogênio + alumínio, manganês, cobre, zinco, soma de bases, CTC efetiva, capacidade de troca catiônica a pH 7, saturação por bases, matéria orgânica, silte e argila.

A partir do diagrama de ordenação (Figura 16), verificou-se que a maioria das espécies do estrato arbóreo se posicionaram próximas as variáveis silte, argila, MO, Mg, Cu e H+Al. As variáveis Mn, Zn e AD (abertura de dossel) não se associaram a nenhuma das espécies avaliadas (Figura 16). As espécies *Actinostemon concolor* e *Pera anisotricha* não apresentaram associação com as variáveis ambientais estudadas.

Os dois primeiros eixos explicaram 36,9% (eixo 1 = 22,76% e eixo 2 = 14,18%). O teste de permutação de Monte Carlo indicou que as abundâncias das espécies e as variáveis ambientais foram correlacionadas de forma significativa no primeiro eixo, sendo que o segundo eixo não apresentou significância. Esses resultados indicam que as variáveis ambientais utilizadas explicam parcialmente as variações florístico-estruturais do estrato arbóreo na FLONA de Goytacazes. A variância restante pode estar associada a variáveis ambientais não-registradas, como proximidade de fontes de sementes e propágulos, posição topográfica, entre outras.

**Figura 16.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato arbóreo e as variáveis ambientais na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: K - potássio, Mg - magnésio, Mn - manganês, Cu - cobre, Zn - zinco, t - CTC efetiva, T - capacidade de troca catiônica a pH 7, H+Al, V - saturação por bases, SB - soma de bases, MO - matéria orgânica e AD - abertura de dossel.



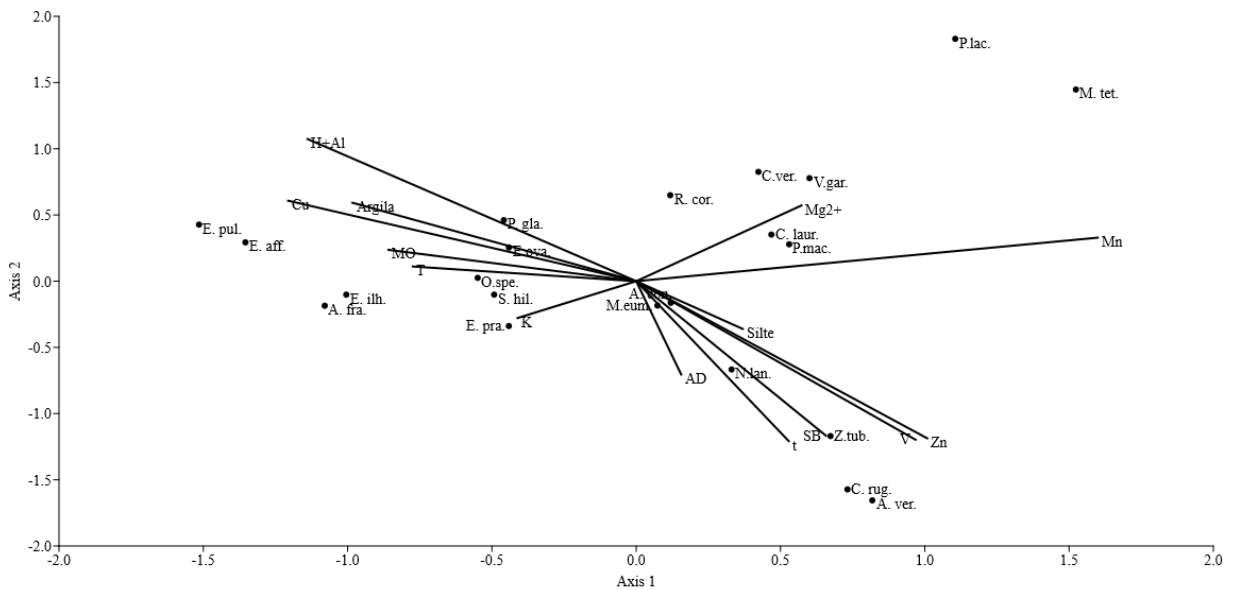
Lista dos códigos das espécies utilizadas na análise: A.int. - *Aniba intermedia*, A. con. - *Astronium concinnum*, A. gra. - *Astronium graveolens*, A.fra. - *Astronium fraxinifolium*, B.gla. - *Brosimum glaucum*, C.est. - *Cariniana estrellensis*, C. ens. - *Chamaecrista ensiformis*, C.asc. - *Cryptocarya aschersoniana*, D.nig. - *Dalbergia nigra*, D.gui. - *Dialium guianense*, E.ova. - *Eschweilera ovata*, E.pra. - *Eugenia prasina*, E.bah. - *Eugenia bahiensis*, G. int. - *Gallesia integrifolia*, G.opp. - *Guapira opposita*, H.tri. - *Hydrogaster trinervis*, J.pub. - *Jacaranda puberula*, J. pri. - *Joannesia princeps*, L.cul. - *Lonchocarpus cultratus*, L.div. - *Luehea divaricata*, M.tet. - *Myrcia tetraphylla*, O. lan. - *Ocotea lancifolia*, P.ani. - *Pera anisotricha*, P.pan. - *Piptadenia paniculata*, P.gla. - *Protium glaziovii*, P. hep. - *Protium heptaphyllum*, P.roh. - *Pterocarpus rohrii*, P. bra. - *Pterygota brasiliensis*, S. bra. - *Sarcaulus brasiliensis*, T. gui. - *Tapirira guianensis*, V.gar. - *Virola gardneri*, Z. lat. - *Zygia latifolia*.

Após a realização da CCA foi possível observar que cinco espécies do estrato regenerante (Figura 17) apresentam forte correlação com a variável Mg, as espécies *Cupania vernalis*, *Campomanesia laurifolia*, *Psidium macaense*, *Rudgea coronata* e *Virola gardneri*. Enquanto *Eugenia prasina* e *Sorocea hilarii* se encontram mais próximas ao vetor que representa o K (Figura 17). As espécies *Myrcia tetraphylla* e *Pradosia lactescens* não apresentaram associação com as variáveis ambientais estudadas.

Os autovalores, conferidos ao primeiro (16,55%) e segundo (16,04%) eixo da ordenação, explicaram 32,6% dos dados de espécies. Segundo o teste de Monte Carlo, os valores foram estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ). As variáveis ambientais utilizadas na análise explicaram apenas uma pequena parte da influência exercida pelo ambiente sobre a distribuição das espécies.



**Figura 17.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato regenerante e as variáveis ambientais na FLONA de Goytacazes, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: K - potássio, Mg - magnésio, Mn - manganês, Cu - cobre, Zn - zinco, t - CTC efetiva, T - capacidade de troca catiônica a pH 7, H+Al, V - saturação por bases, SB - soma de bases, MO - matéria orgânica e AD - abertura de dossel.



Lista dos códigos das espécies utilizadas na análise: A. ver. - *Actinostemon verticillatus*, A. con. - *Astronium concinnum*, A. fra. - *Astronium fraxinifolium*, C. laur. - *Campomanesia laurifolia*, C.ver. - *Cupania vernalis*, C. rug. - *Cupania rugosa*, E. aff. - *Erythroxylum affine*, E. pul. - *Erythroxylum pulchrum*, E.ova. - *Eschweilera ovata*, E. pra. - *Eugenia prasina*, E. ilh. - *Eugenia ilhensis*, M.eum. - *Myrcia eumecephylla*, M. tet. - *Myrcia tetraphylla*, N.lan. - *Neomitranthes langsdorffii*, O.spe. - *Ocotea spectabilis*, P. gla. - *Pera glabrata*, P.lac. - *Pradosia lactescens*, P.mac. - *Psidium macaense*, R. cor.- *Rudgea coronata*, S. hil. - *Sorocea hilarii*, V.gar. - *Virola gardneri*, Z.tub - *Zeyheria tuberculosa*.

### 3.2.2 Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina

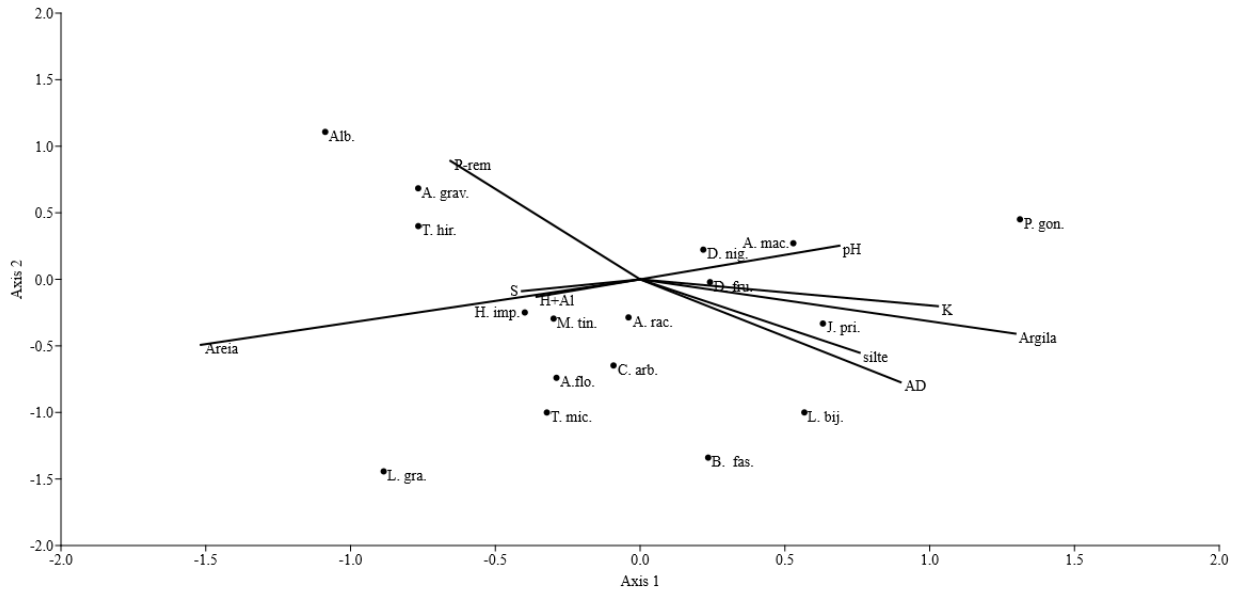
As variáveis ambientais para o conjunto de dados referentes ao IFES - Campus Itapina foram submetidas ao teste de Shapiro-Wilk, nove variáveis apresentaram normalidade, sendo elas: Abertura de dossel, pH, potássio, enxofre, hidrogênio + alumínio, fosforo remanescente, areia fina, silte e argila.

Após a realização da CCA para as amostras identificadas em nível específico no estrato arbóreo (Figura 18), observamos que apenas uma espécie está correlacionada com a variável abertura de dossel, sendo ela *Leptolobium bijugum*. Com relação as variáveis do solo, as espécies *Handroanthus impetiginosus* e *Maclura tinctoria* posicionam-se próximas ao vetor S, enquanto, *Dalbergia frutescens* se encontra mais próxima ao vetor que representa o K. As espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Dalbergia nigra* estão mais associadas ao pH do solo. Associada as características físicas do solo (Silte e argila) temos *Joannesia princeps*. (Figura18).

Os autovalores, conferidos ao primeiro (29,09%) e segundo (21,7%) eixo da ordenação, explicaram 50,8% dos dados de espécies. Segundo o teste de Monte Carlo, os valores foram

estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ), indicando que há abundância das espécies está correlacionada com as variáveis ambientais utilizadas nesta análise.

**Figura 18.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato arbóreo e as variáveis ambientais no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: pH, K - potássio, S- enxofre, P-rem - Fósforo remanescente, H+Al e AD - abertura de dossel.

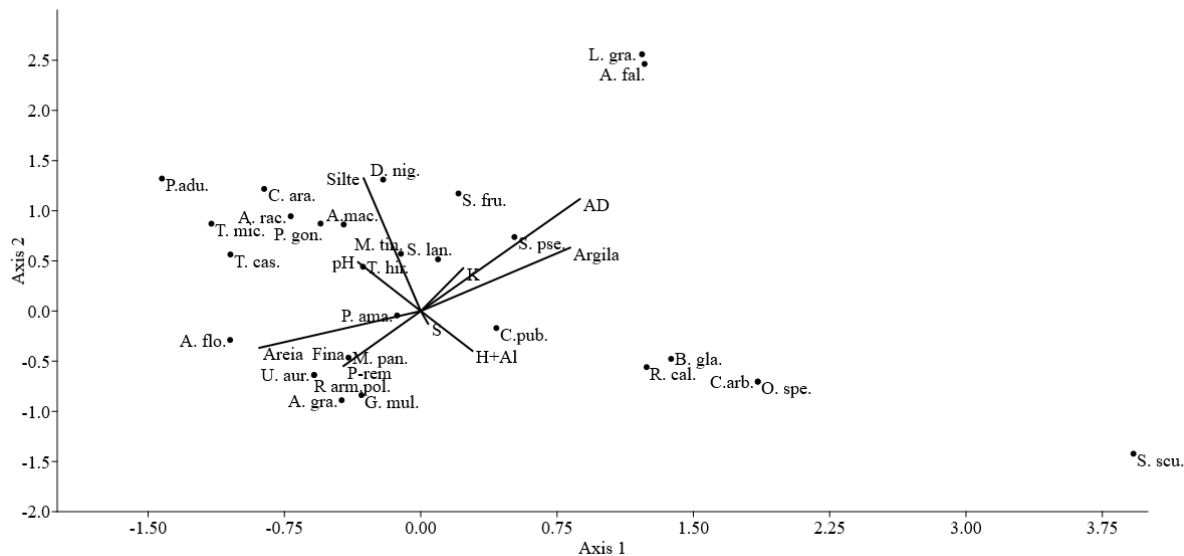


Lista dos códigos das espécies utilizadas na análise: Alb. - *Albizia* sp. 1, A. rac.- *Allophylus racemosus*, A. mac. - *Anadenanthera macrocarpa*, A. flo. - *Andradea floribunda*, A. grav. - *Astronium graveolens*, B. fas. - *Bougainvillea fasciculata*, C. arb. - *Casearia arbórea*, D. fru. - *Dalbergia frutescens*, D.nig. - *Dalbergia nigra*, H. imp. - *Handroanthus impetiginosus*, J.pri. - *Joannesia princeps*, L.bij. - *Leptolobium bijugum*, L. gra. - *Luehea grandiflora*, M. tin. - *Maclura tinctoria*, P.gon. - *Piptadenia gonoacantha*, T.mic. - *Trema micranta*, T. hir- *Trichilia hirta*.

Na Figura 19 está retratado o padrão de distribuição das espécies regenerantes em função das variáveis ambientais. As espécies *Anadenanthera falcata*, *Luehea grandiflora* e *Solanum pseudoquina* apresentaram maior correlação com a variável abertura de dossel. O vetor que representa o pH do solo apresentou associação com as espécies *Allophylus racemosus*, *Anadenanthera macrocarpa*, *Trichilia hirta*, *Trichilia casaretti*, *Trema micranta* e *Piptadenia gonoacantha*. As espécies *Dalbergia nigra*, *Maclura tinctoria* e *Seguiera langsdorffii* apresentaram forte correlação com o elemento silte, em contrapartida *Andradea floribunda* e *Piper amalago* se encontram mais próximas do vetor representativo da areia.

Os dois primeiros eixos da CCA explicaram 51,47% da variação dos dados de espécies (eixo 1 = 27,51% e eixo 2 = 23,96%), de acordo com o teste de Monte Carlo ( $p < 0,05$ ) os dados referentes ao eixo 1 não foram significativos ( $p = 0,08$ ), porém o eixo 2 apresentou significância ( $p = 0,01$ ).

**Figura 19.** Análise de Correspondência Canônica (CCA) com ordenação entre as espécies amostradas no estrato regenerante e as variáveis ambientais no IFES - Campus Itapina, ES, Brasil. As espécies estão representadas por códigos e as variáveis ambientais estão representadas pelos vetores e são: pH, K - potássio, S- enxofre, P-rem - Fósforo remanescente, H+Al e AD - abertura de dossel.



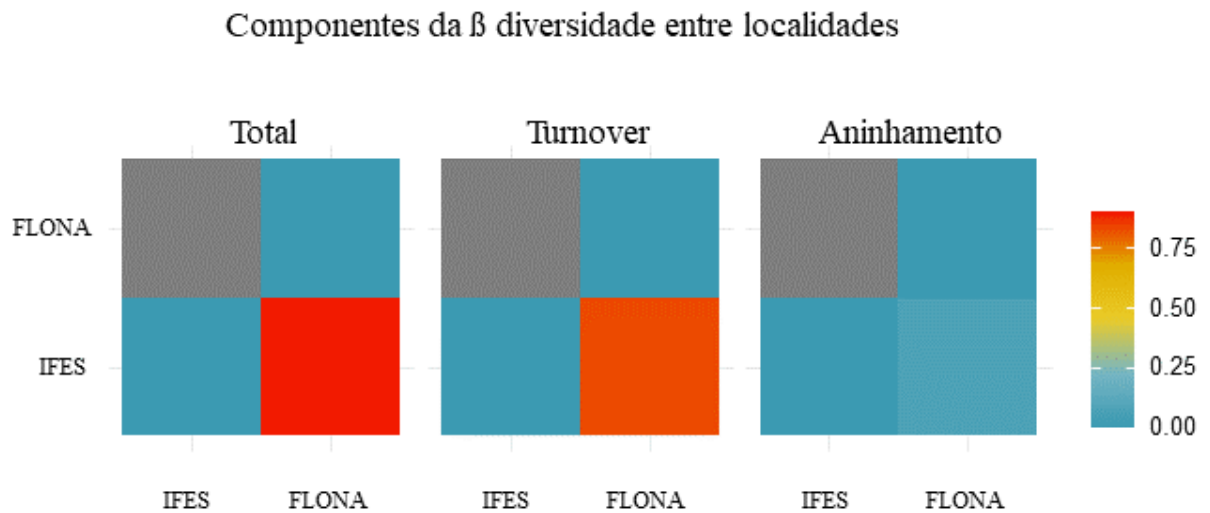
Lista dos códigos das espécies utilizadas na análise: A. rac.- *Allophylus racemosus*, A. mac. - *Anadenanthera macrocarpa*, A. flo. - *Andradea floribunda*, A. grav. - *Astronium graveolens*, A. fal. - *Anadenanthera falcata*, B. gla. - *Brosimum glaucum*, C. ara. - *Coffea arabica*, C. arb. - *Casearia arborea*, C.pub. - *Cnidoscylus pubescens*, D. nig.- *Dalbergia nigra*, G. mul. - *Gymnanthes multiramea*, L. gra. - *Luehea grandiflora*, M. tin. - *Maclura tinctoria*, M. pan.- *Murraya paniculata*, O. spe. - *Ocotea spectabilis*, P. ama. - *Piper amalago*, P.adu. - *Piper adunum*, P. gon. - *Piptadenia gonoacantha*, R. cal. - *Randia calycina*, R arm.pol. - *Randia armata* var. *polyantha*, S. scu. - *Solanum scuticum*, S.lan. - *Seguiera langsdorffii*, S. pse. - *Solanum pseudoquina*, S. fru. - *Sweetia fruticosa*, T. hir. - *Trichilia hirta*, T. cas. - *Trichilia casaretti*, T. mic. - *Trema micranta*, U. aur. - *Unonopsis aurantiaca*.

### 3.3 Riqueza e Diversidade florística

#### 3.3.1 Estrato arbóreo

Houve variação da riqueza de espécies entre as áreas, enquanto na FLONA de Goytacazes foram amostradas 132 espécies no estrato arbóreo, no IFES - Campus Itapina foram apenas 37 espécies. Ao comparar a diversidade entre as áreas de estudo pelo teste t de Hutcheson encontramos diferença significativa entre a FLONA e o IFES ( $t = -14,57$ , p-valor  $\leq 0,05$ ). A análise da beta diversidade demonstrou que houve uma grande variação entre a composição de espécies de ambas áreas ( $\beta$  Sor. = 0,89), sendo 0,81 dessa variação explicada pelo *Turnover* (troca de espécies) e apenas 0,073 referente ao aninhamento (Figura 20).

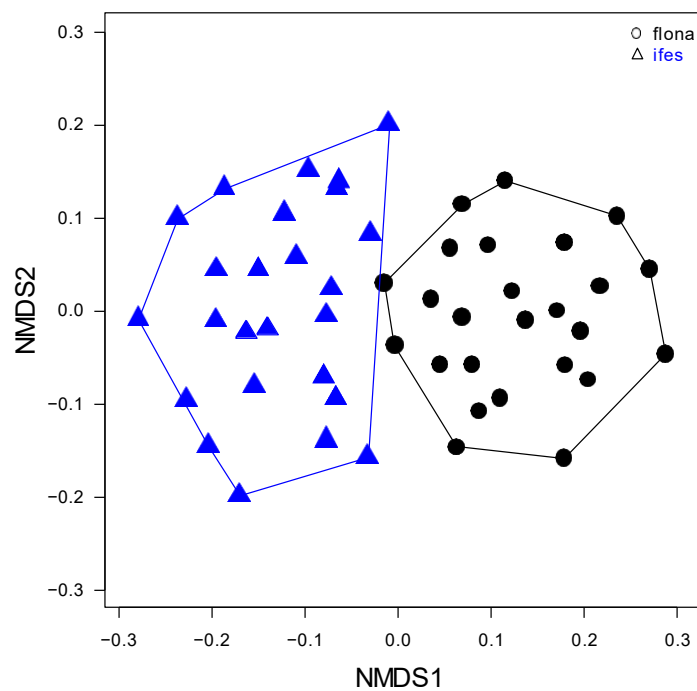
**Figura 20.** Componentes da diversidade Beta entre as áreas do IFES - Campus Itapina (IFES) Colatina, ES e da Floresta Nacional de Goytacazes (FLONA), Linhares, Brasil.



Fonte: A autora.

O NMDS utilizando as unidades amostrais resultou na formação de dois grupos distintos, onde cada grupo representa uma das áreas de estudo (Figura 21). A formação de grupos distintos foi confirmada pelo teste One-Way ANOSIM, que apresentou  $p < 0,05$ . Os dados amostrados apresentaram stress dentro do esperado (0,12).

**Figura 21.** Diagrama de ordenação das parcelas do estrato arbóreo por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados.

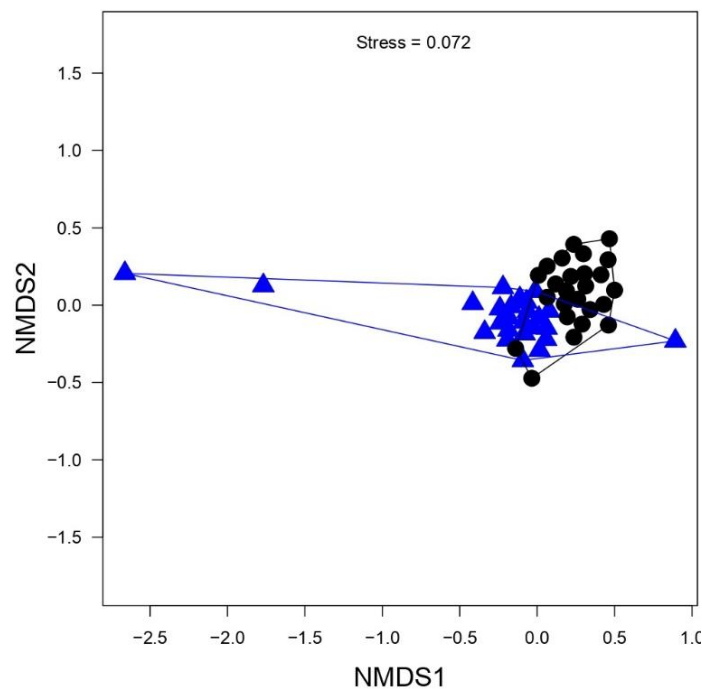


Fonte: A autora.

### 3.3.2 Estrato Regenerante

Ao comparar o estrato regenerante entre as áreas de estudo, podemos observar menor riqueza de espécies amostradas na área do IFES - Campus Itapina (46 spp.), esse valor representa menos da metade das espécies amostradas na FLONA de Goytacazes (95 spp.). Ao contrastar a diversidade entre as áreas de estudo pelo teste *t* de Hutcheson foi observada diferença significativa entre as áreas (IFES × FLONA:  $t = -9,09$ ,  $p\text{-valor} = < 0,05$ ). O NMDS calculado para o estrato regenerante apresentou stress = 0,07. Por meio do mesmo foi possível observar a formação de dois grupos distintos (Figura 22). A formação de grupos distintos foi confirmada pelo teste One-Way ANOSIM ( $p < 0,05$ ).

**Figura 22.** Diagrama de ordenação das parcelas do estrato regenerante por meio do Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) e representação dos grupos formados.



Fonte: A autora.

### 3.3 Espécies indicadas como estruturantes

Considerando esse inventário estrutural e de riqueza florística na FLONA de Goytacazes e no IFES - Campus Itapina, as espécies selecionadas como estruturantes de vegetações fitofisionomicamente similares a essas áreas aqui estudadas, vislumbrando serem utilizadas em projetos de restauração ecológica da bacia hidrográfica do Rio Doce, no estado do Espírito Santo, estão listadas na Tabela 8.

Em relação as espécies estruturantes selecionadas, as famílias mais ricas foram Fabaceae (7 espécies) e Bignoniaceae (3 spp), representando um total de 40% das espécies.

**Tabela 8.** Lista de espécies escolhidas como estruturantes da vegetação estudada, suas características e fitofisionomias. Temos: GE - grupo ecológico (Pi - pioneira, SI- secundária inicial, ST - secundária tardia, NC - não classificada, SD - Síndrome de dispersão (Aut - autocórica, Ane - anenocórica, Zoo - zoocórica), GF- grupo funcional (D - diversidade e P - preenchimento) e DF - domínio fitogeográfico. Os domínios fitogeográficos são categorizados em números onde, 1 - Mata atlântica, 2 - Floresta amazônica, 3 - Caatinga, 4 - Cerrado, 5 - Pampa e 6 - Pantanal. O tipo de vegetação pode ser lido como: AA - área de interferência antrópica, MC - mata ciliar, FP - floresta pluvial, FES - floresta estacional semidecidual, FED - floresta estacional decidual, FEP - floresta estacional perenifolia e FOM - floresta ombrófila mista.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	GE	SD	GF	DF	Tipo de vegetação
Sapindaceae	<i>Allophylus racemosus</i>	SI	Zoo	D	1,2,3,4	MC, FP, FES, FED
Fabaceae	<i>Anadenanthera falcata</i>	Pi	Aut	D	1,4	FP, FES
Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	Pi	Ane	D	1,3,4	FP, FES
Anacardiaceae	<i>Astronium concinnum</i>	SI	Ane	D	1,3,4	FP
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	SI	Ane	D	1,2,3,4,5	AA, MC, FP, FES
Moraceae	<i>Brosimum glaucum</i>	ST	Zoo	D	1	FP, FES
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i>	SI	Zoo	D	1,2,4	MC, FP, FES, FED
Sapindaceae	<i>Cupania rugosa</i>	ST	Zoo	D	1,3	MC, FP, FES
Fabaceae	<i>Dalbergia nigra</i>	SI	Aut	D	1	FP, FES
Myrtaceae	<i>Eugenia prasina</i>	SI	Zoo	D	1,4	FP, FES, FOM
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	SI	Ane	D	1,2,3,4,6	FES, FED
Bignoneaceae	<i>Jacaranda puberula</i>	Pi	Aut	D	1,3	FP, FES, FEP, FOM
Euphorbiaceae	<i>Joannesia princeps</i>	Pi	Zoo	P	1,3,4	MC, FP, FES, FED,
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Pi	Ane	P	1,3,4,5,6	AA, MC, FED
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	NC	zoo	D	1,2,3,4,5,6	FP, FES, FED, FEP, FOM
Lauraceae	<i>Ocotea lancifolia</i>	ST	Zoo	D	1,4,5	MC, FP, FES
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i>	SI	Ane	NC	1,3,4,5	AA, MC, FP, FES, FED, FOM
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	SI	Zoo	D	1,2,3,4	MC, FP, FES, FED, FOM
Fabaceae	<i>Piptadenia paniculata</i>	Pi	Aut	P	1,3	FP, FES, FED
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pi	Aut	P	1,4	MC, FP, FES, FED
Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>	SI	Ane	P	1,3,4	MC, FP, FES, FED,
Sapotaceae	<i>Sarcaulus brasiliensis</i>	SI	Zoo	D	1,2	FP, FES, FEP
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Pi	Zoo	P	1,2,3,4,5,6	MC, FP, FES
Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i>	SI	Zoo	D	1,2,3,4	AA, MC, FP, FES, FED
Bignoneaceae	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	SI	Ane	D	1,3,4	AA, FP, FES, FED

Fonte: A autora.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Relação vegetação-ambiente

A elevada abertura de dossel na estação seca pode ser explicada pela abertura de clareiras ocasionada pela queda de árvores, nas expedições á campo foi possível observar a ocorrência da queda de algumas árvores, proporcionando a abertura de clareiras que não estavam presentes quando realizamos a análise na estação chuvosa. A maior abertura de dossel ocasionada pela queda de folhas nessa época do ano pode interferir na germinação de espécies, especialmente de grupos sucessionais tardios (BRUNA, 1999). Outro fator que contribuiu na abertura de dossel no fragmento pertencente ao IFES - Campus Itapina foi o tipo de vegetação, por se tratar de uma Floresta Estacional Semidecidual a mesma perde parte da sua folhagem no período mais seco, como estratégia de sobrevivência (IBGE, 2012).

As espécies amostradas que apresentaram correlação positiva com a variável abertura de dossel foram *Anadenanthera falcata*, *Luehea grandiflora* e *Piptadenia gonoacantha*. Estas espécies apresentam crescimento rápido e adaptação a ambientes com elevada incidência de luminosidade, sendo indicadas para utilização em plantios de reflorestamento (LORENZI, 2002; 2008).

Características edáficas como o teor de nutrientes influenciam diretamente na composição e distribuição das espécies (DUARTE, 2007), bem como no processo de sucessão, que pode ser acelerado nos ambientes que apresentam maior produtividade ecossistêmica (PINTO *et al.*, 2007). Encontrada nos ambientes mais variados *Trema micranta* e *Maclura tinctoria*, são espécies com elevada plasticidade, e podem ser amostradas em áreas em diferentes estágios de sucessão (LORENZI, 2008). Pouco exigente em nutrientes (FERREIRA, GOMES & GAVILANES, 1976), *T. micranta* se adapta aos mais variados tipos de solo, sendo colonizadora de terrenos desnudos (CARVALHO, 2003). Vista comumente em vegetação secundária e em capoeiras, algumas espécies como *Joannesia princeps* e *Astronium graveolens* são consideradas espécies indicadoras de solos de baixa fertilidade (CARVALHO, 2003). *A. graveolens* foi amostrada nas duas áreas para ambos estratos, sendo que no estrato regenerante a mesma apresentou forte correlação com o fosforo remanescente (P-rem), resultado semelhante foi obtido por Braga *et al.* (2015) em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG.

Os resultados das análises de solo apresentaram pH inferior a 6,5, sendo considerados solos ácidos por Santos *et al.* (2018). A elevada acidez encontrada é considerada normal nos solos brasileiros, devido ao alto grau de intemperização (VAN RAIJ, 2011; MOREAU, 2014).

A saturação por bases (V) demonstrou altos teores de Fe e Mn, indicando baixa disponibilidade de nutrientes no solo (SANTOS *et al.*, 2018).

Diversos fatores influenciam no estabelecimento e desenvolvimento das espécies, sendo que cada uma delas apresenta um intervalo de tolerância em relação as variáveis ambientais (RODRIGUES *et al.*, 2007). Provavelmente, o distanciamento de algumas espécies dos centros dos diagramas de ordenação, indicam que as mesmas possuem uma tolerância menor em relação as variáveis ambientais utilizadas. Entretanto, para caracterizar as espécies em relação ao seu habitat preferencial, é necessário que as tendências apresentadas pelas espécies sejam observadas em outros locais (DALANESI *et al.*, 2004; ROCHA *et al.*, 2005). Já a proximidade das espécies ao centro do diagrama indica que as mesmas apresentam maior plasticidade em relação às variáveis ambientais representadas no diagrama (SOUZA *et al.*, 2017), caracterizando um comportamento de baixa influência das espécies pelas variáveis estudadas (NAPPO; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 2000). As espécies generalistas encontradas são importantes em projetos de restauração, pois apresentam maior plasticidade e possivelmente se adaptam mais facilmente com condições ambientais distintas (HAIDAR, 2007).

#### 4.2 Riqueza e Diversidade florística

Por meio das análises realizadas podemos observar que as áreas de estudo são distintas, tanto em riqueza quanto na diversidade de espécies. Por serem áreas em regiões distintas fitofisionomicamente (GARBIN *et al.*, 2017), e apresentando diferentes graus de preservação, já que a FLONA de Goytacazes é uma unidade de conservação e no IFES - Campus Itapina o fragmento é uma área de preservação permanente (APP) que no passado passou pelo processo de extração madeireira. Os resultados confirmaram o que em parte já era esperado para essas áreas. Em função disso, ao analisarmos elas separadamente, a diversidade de Shannon encontrada é semelhante a obtida em outros estudos realizados no mesmo tipo de vegetação, Hencker, Assis & Lirio (2012) e Franco *et al.* (2014) em floresta estacional semidecidual, Dias *et al.* (2021) e Gomes (2019) em floresta ombrófila densa aluvial, para os estratos arbóreo e regenerante, respectivamente.

Apesar de a riqueza de espécies ser inferior para a área do IFES - Campus Itapina, a análise da beta diversidade evidenciou que ambas as áreas possuem espécies exclusivas, pois está ocorrendo o processo de substituição de espécies (*Turnover*). O *Turnover* ocorre quando há a substituição de espécies entre os ambientes, ou seja, as espécies que estão presentes em um local, mas estão ausentes no outro (SOCOLAR *et al.*, 2016). Essa substituição pode ser devido aos filtros ambientais locais (limitações hídricas, tipo de solo, relevo), aos tipos



fitofisionômicos da vegetação (BASELGA, 2010), como também pelo histórico de uso antrópico na área.

A formação de grupos distintos de espécies, tanto no estrato regenerante quanto no estrato arbóreo, ficou evidente por meio da NMDS. Mesmo com espécies comuns entre os remanescentes estudados, a dissimilaridade foi alta, possibilitando a formação de dois grupos distintos. A área do IFES - Campus Itapina apresenta forte influência da vegetação de floresta estacional semidecidual, sendo amostradas espécies comuns dessa fitofisionomia, como os gêneros *Handroanthus* e *Astronium* (IBGE, 2012). Já a área da FLONA de Goytacazes é mais influenciada pela vegetação da floresta ombrófila densa de terras baixas (GARBIN *et al.*, 2017), onde é comum a presença da espécie *Tapirira guianensis* (IBGE, 2012). Independente do tipo de vegetação, a conservação dos remanescentes florestais deve se tornar um fator primordial, buscando estratégias para manter a diversidade e riqueza de espécies, e promovendo a redução do desmatamento e da extinção de espécies (JOPPA, LOARIE & PIMM, 2008).

### **4.3 Espécies indicadas como estruturantes**

A lista de espécies estruturantes buscou representar as principais famílias amostradas, trazendo espécies que foram abundantes em ambos estratos, como o sugerido por Barbosa *et al.* (2021). Ao restaurar uma área é fundamental que as principais famílias e gêneros, comuns da floresta nativa na qual a área degradada pertencia, sejam implantadas (SALOMÃO, 2015), a fim de garantir o funcionamento e manutenção da comunidade vegetal (BARBOSA *et al.*, 2021). As espécies estruturantes possuem características e formas de interação únicas, que facilitam a chegada de outras espécies (BARBOSA *et al.*, 2021), tornando-se assim essencial durante o processo de restauração ecossistêmica das florestas tropicais.

A maioria das espécies selecionadas são pertencentes aos grupos sucessionais de pioneiras e secundárias iniciais. Essas espécies tendem a se estabelecer em ambientes pouco sombreados, e apresentam crescimento rápido, sendo indicadas na primeira fase da restauração (MARTINS, 2016, BARBOSA *et al.*, 2021). Posteriormente, devem ser inseridas as espécies de grupos sucessionais mais avançados, essas por apresentarem crescimento mais lento e tolerância a sombra (MARTINS, 2012), apresentam maior longevidade, e permanecem atuando na manutenção da floresta por um longo período. Grande parte das espécies estruturantes selecionadas neste estudo são dispersadas por animais. Em áreas em restauração, a presença de espécies zoocóricas promove o maior fluxo de animais, que buscam os frutos para se alimentarem, e conseqüentemente, atuam na dispersão de sementes (FRANCO *et al.*, 2014).

## 5. CONCLUSÕES

As variáveis ambientais utilizadas explicaram boa parte da variação encontrada, no entanto, é interessante que ocorram estudos futuros contemplando outras variáveis, como por exemplo, a temperatura e o acúmulo de serrapilheira.

A seleção de espécies estruturantes não significa que apenas elas devem ser implantadas nas restaurações. As mesmas devem ser utilizadas em conjunto com outras espécies que irão aumentar a diversidade na área. Informações a respeito das características ecológicas das espécies são importantes para a seleção das espécies estruturantes e planejamento da restauração, promovendo a mesma de forma mais eficaz.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, R. *et al.* Key species selection for forest restoration after bauxite mining in the Eastern Amazon. **Ecological Engineering**, v. 162, n. 1, p. 106190, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106190>
- BASELGA, A. The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, p.1223-1232, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00756.x>.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global ecology and biogeography**, v. 19, n. 1, p. 134-143, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>.
- BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. de L.; MARTINS, S. V. Influência dos fatores edáficos na variação florística de Floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 623-633, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400004>.
- BRUNA, E. M. Seed germination in rain forest fragments. **Nature**, v. 402, n. 139, p. 139-140, 1999.
- CALLEGARO, R. M. *et al.* Influência de fatores ambientais sobre espécies vegetais em floresta estacional para uso potencial em restauração. **Nativa**, v. 6, n. 1, p. 91-99, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i1.4728>.
- CAMARGO, M. Â. B. **Variação em diâmetro do tronco de 30 espécies de árvores florestais em função de variáveis ambientais em floresta de terra firme na Amazônia central**. 2018. [84 f.]. Tese (Ciências Biológicas (Botânica)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, [Manaus].
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. 1039 p.
- CHADZON, R. L. **Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento**. Tradução de Nino Amazonas & Ricardo César. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 430 p.
- DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras - MG, e correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Botânica Brasileira**, v. 18, n. 4, p. 737-757, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400005>.
- DIAS, P. B.; *et al.* Structural and environmental variability from the edge to the interior of an Atlantic Forest remnant in Brazil. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 33, n. 3. p. 308-332, 2021. DOI: <https://doi.org/10.26525/jtfs2021.33.3.308>.
- DIAZ, S.; CABIDO, M.; CASANOVES, F. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. **Journal of vegetation science**, v. 9, n. 1, p. 113-122, 1998. DOI: <https://doi.org/10.2307/3237229>.
- DONAGEMA, G. K. *et al.* (orgs.). Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, (Documentos (INFOTECA-E), ISSN 1517-2627; 132, 2011. 230 p.
- DUARTE, T. G. **Florística, fitossociologia e relações solo-vegetação em Floresta Estacional Decidual em Barão Melgaço, Pantanal de Mato Grosso**. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- ELLIOTT, S. *et al.* Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**, v. 184, n. 1-3, p. 177-191, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00211-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00211-1).
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. *et al.* Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG. **Acta Botânica Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 331-351, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300006>.
- FELFILI, J. M. *et al.* Análise multivariada: princípios e métodos em estudos de vegetação. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V. *et al.* (ed.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. 556 p.

- FERNANDES, L. F. *et al.* Efeitos de variáveis ambientais, irrigação e vespas predadoras sobre *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) no cafeeiro. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 410-417, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300018>.
- FERREIRA, M. B.; GOMES, V.; GAVILANES, M. L. Subsídios para o estudo de *Trema micrantha* (L.) Blume. **Cerrado, Brasília**, v. 8, n. 32, p. 30-34, 1976.
- FRANCO, B. K. S. *et al.* Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 31-40, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100003>
- GARBIN, M. L. *et al.* Breve histórico e classificação da vegetação capixaba. **Rodriguésia**, v. 68, n. 5, p. 1883-1894, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768521>.
- GOMES, L. P. **Regeneração natural e banco de sementes do solo sob efeito de borda em um fragmento de floresta ombrófila densa das terras baixas**. 2019. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- GOMES, J. L. dos S. *et al.* **Diversidade funcional em uma comunidade de floresta úmida: Testando fatores abióticos locais como filtros ambientais**. 2018. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba.
- GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2002.
- HADAR, R. F. **Fitossociologia, diversidade e sua relação com variáveis ambientais em florestas estacionais do bioma cerrado no planalto central e nordeste do Brasil**. 2007. 254 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) -Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- HAMMER, Øyvind *et al.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2016.
- HENCKER, C.; ASSIS, A. M.; LÍRIO, E. J. de. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual no município de Itarana (ES). **Natureza on line**, v. 10, n. 3, p. 153-159, 2012.
- HIGUCHI, P. *et al.* Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 79-90, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050985081>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico da vegetação brasileira. 2ª ed. **Manuais Técnicos em Geociências**, nº 1, Rio de Janeiro, 2012. 275 p.
- JOPPA, L. N.; LOARIE, S. R.; PIMM, S. L. On the protection of “protected areas”. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 18, p. 6673-6678, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0802471105>.
- KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York: Harper Collins Publishers, 1989.
- KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Regeneração natural de Floresta Estacional Semidecidual em diferentes estágios sucessionais (Zona da Mata, MG, Brasil). **Floresta**, v. 44, n. 1, p. 111-124, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5380/ufv.v44i1.30736>.
- LIMA, J. O. S. **Aplicação de quatro métodos indiretos na medição de densidade de dossel em fragmento de mata nativa, recuperada e floresta de *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake)**. 2016. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v. 2, 2ª ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. ISBN: 85-86714-14-3.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v. 1, 5ª ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. ISBN: 85-86714-31-3.

- MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. 1ª ed. Hoboken: Wiley-blackwell, 2013. 272 p.
- MARIANO, G. V. P. *et al.* Quais variáveis ambientais melhor explicam a diferenciação estrutural e florística de cerrado stricto sensu e floresta estacional semidecidual? **Advances in Forestry Science**, v. 7, n. 3, p. 1153-1169, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v7i3.10371>.
- MARTINS, S. V. (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, 2012.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 266 p.
- MOREAU, J. S., **Estrutura e interação entre vegetação e ambiente de uma Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, Espírito Santo**. UFES, 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, ES, 2014.
- NAPPO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; MARTINS, S. V. A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 17-29, 2000. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098467>.
- NUNES, Y. R. F. *et al.* Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200005>.
- PAKKAD, G. *et al.* Selecting seed trees for a forest restoration program: a case study using *Spondias axillaris* Roxb. (Anacardiaceae). **Forest Ecology and Management**, v. 182, n. 1-3, p. 363-370, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00092-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00092-6).
- PEREIRA, K. R. B. **Propriedades Físico-Químicas de Solos com diferentes teores de Matéria Orgânica nas Regiões de Montanha no Nordeste de Portugal**. 2018. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Bragança (Portugal).
- PILON, N. A. L., DURIGAN G. Criteria to indicate priority species for the restoration of cerrado vegetation. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.
- PINTO, S. I. C. *et al.* Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 823-833, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000500006>.
- PROVETE, D. B.; SILVA, F. R. da; SOUZA, T. G. Estatística aplicada à ecologia usando o R. **São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista**, p. 1-122, 2011.
- QUEIROZ, H. M. *et al.* From sinks to sources: The role of Fe oxyhydroxide transformations on phosphorus dynamics in estuarine soils. **Journal of Environmental Management**, v. 278, part. 2, p. 111575, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111575>.
- RABINOWITZ, G. B. An Introduction to Nonmetric Multidimensional Scaling. **American Journal of Political Science**, v. 19, n. 2, p. 343-390, 1975. DOI: <https://doi.org/10.2307/2110441>.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2020. URL: <https://www.R-project.org/>.
- RIBEIRO, S. P.; CORBARA, B. Dossel florestal: a fronteira desconhecida. **Ciência Hoje**, v. 37, n. 217, p. 54-58, 2005.
- ROCHA, C. T. V. *et al.* Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 203-218, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042005000200002>.
- RODRIGUES, L. A. *et al.* Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000100004>.

SALOMÃO, R. P. **Restauração Florestal de precisão: dinâmica e espécies estruturantes: Evolução de áreas restauradas em uma Unidade de Conservação na Amazônia-Porto Trombetas, Pará.** Novas Edições Acadêmicas, 2015. 404 p.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SHAFII, B. *et al.* Characterizing benthic macroinvertebrate community responses to nutrient addition using NMDS and BACI analyses. **Applied Statistics in Agriculture**, p. 64-79, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4148/2475-7772.1016>.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac. Versão 2.1.2.85.** Campinas: Unicamp, 2010.

SIQUEIRA, J. O. *et al.* Matéria Orgânica em solos de áreas degradadas. *In: SANTOS, G. de A. et al. (ed.). Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais & Subtropicais, 2ª ed., ver. e att.,* Porto Alegre: Metrópole, p. 495-520, 2008.

SOCOLAR, J. B. *et al.* How should beta-diversity inform biodiversity conservation? **Trends in ecology & evolution**, v. 31, n. 1, p. 67-80, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.11.005>.

STEIN, A.; GERSTNER, K.; KREFT, H. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. **Ecology Letters**, v. 17, n. 7, p. 866-880, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.12277>.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* (ed. tecn.). **Manual de métodos de análise de solos.** 3.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TICHÝ, L. Field test of canopy cover estimation by hemispherical photographs taken with a smartphone. **Journal of Vegetation Science**, v. 27, n. 2, p. 427-435, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvs.12350>.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** 1ª ed. International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

WYDHAYAGARN, C.; ELLIOTT, S.; WANGPAKAPATTANAWONG, P. Bird communities and seedling recruitment in restoring seasonally dry forest using the framework species method in Northern Thailand. **New Forests**, v. 38, n. 1, p. 81-97, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11056-009-9133-z>.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 5ª ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2013. 760 p.

**APÊNDICE A.** Lista das espécies amostradas na Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil, reunidas por família, categorizadas quanto ao grupo ecológico (GE) (Pi = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; NC = não classificada), quanto à síndrome de dispersão (SD) (Ane. = anemocórica; Aut. = autocórica Zoo. = zoocórica), quanto ao grupo funcional (GF) (D = diversidade e P = preenchimento), quanto à forma de vida (Arb. = arbusto; Árv. = árvore e Sub = subarbusto), quanto à categoria de ameaça de extinção (EN = Em perigo; VU = Vulnerável; LC = Menos preocupante), segundo a lista de Espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo (ES), o *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN) e o Livro Vermelho da Flora do Brasil (LV), e quanto a ocorrência nos estratos regenerante (REG) e arbóreo (ARB).

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ARB
<b>Acanthaceae</b>									
<i>Justicia</i> cf. <i>genuflexa</i> Nees & Mart.	NC	Aut	NC	Sub.Arb.				X	
<i>Justicia</i> sp. 1								X	
<b>Achariaceae</b>									
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) Endl.	ST	NC	D	Árv					X
<b>Anacardiaceae</b>									
Anacardiaceae sp.1									X
<i>Astronium concinnum</i> Schott	SI	Ane	D	Árv				X	X
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Pi	Ane	NC	Árv				X	X
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	SI	Ane	D	Árv				X	X
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pi	Zoo	P	Árv		LC		X	X
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	SI	Zoo	NC	Árv		LC		X	
<b>Annonaceae</b>									
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Guatteria</i> cf. <i>villosissima</i> A.St.-Hil.						LC		X	
<i>Oxandra</i> cf. <i>martiana</i> (Schltdl.) R.E.Fr.	NC	Zoo	NC	Árv		LC		X	
<i>Pseudoxandra spiritus-sancti</i> Maas	ST	Zoo	NC	Árv		EN		X	X
<b>Apocynaceae</b>									
<i>Aspidosperma discolor</i> A.DC.	NC	Ane	D	Árv		LC			X
<i>Randia</i> sp. 1									X
<i>Rauvolfia</i> cf. <i>sellowii</i> Müll.Arg.	SI	Zoo	D	Arb					X
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart. ex A.DC.	Pi	Zoo	D	Árv		LC		X	

Continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<b>Bignoneaceae</b>									
Bignoneacea sp.1									X
<i>Handroanthus cf. chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ST	Ane	NC	Árv					X
<i>Handroanthus cf. cristatus</i> (A.H. Gentry) S. Grose	SI	Ane	D	Árv					X
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Pi	Aut	D	Árv		LC	LC	X	X
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	SI	Ane	D	Árv				X	
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	SI	Ane	D	Árv	VU	VU		X	
<b>Burseraceae</b>									
<i>Protium cf. atlanticum</i> (Daly) Byng & Christenh.	NC	Zoo	NC	Árv					X
<i>Protium glaziovii</i> Swart	NC	Zoo	NC	Árv		EN			X
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	SI	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Trattinnickia cf. burserifolia</i> Mart.	SI	NC	NC	Árv		LC			X
<b>Celastraceae</b>									
<i>Maytenus schumanniana</i> Loes.	SI	Zoo	D	Arb					X
<b>Chrysobalanaceae</b>									
<i>Couepia</i> sp. 1								X	
<i>Hirtella sprucei</i> Benth. ex Hook.f	NC	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	NC	NC	NC	Árv					X
<b>Clusiaceae</b>									
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<b>Erythroxylaceae</b>									
<i>Erythroxylum affine</i> A. St.-Hil.	NC	Zoo	D	Arb		LC		X	X
<i>Erythroxylum cf. pulchrum</i> A.St.-Hil.	SI	Zoo	D	Árv				X	
<b>Euphorbiaceae</b>									
<i>Actinostemon cf. concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	SI	Aut	D	Arb		LC			X



FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Actinostemon cf. klotzschii</i> (Didr.)	NC	NC	NC	Árv		LC			X
<i>Actinostemon cf. verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.	ST	Aut	NC	Árv		LC		X	
Euphorbiaceae sp.1								X	
Euphorbiaceae sp.2								X	
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Pi	Zoo	P	Árv		VU			X
<i>Paradrypetes ilicifolia</i> Kuhlm.	NC	Zoo	NC	Árv				X	
<i>Pausandra</i> sp. 1								X	
<i>Pera</i> sp. 1								X	
<i>Pera anisotricha</i> Müll.Arg.	NC	NC	D	Árv					X
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Pi	Aut/Zoo	D	Árv		LC		X	X
<b>Fabaceae</b>									
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip									X
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H. S. Irwin & Barneby	SI	Aut	D	Árv		LC			X
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	SI	Aut	D	Árv		VU	VU		X
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	ST	Zoo	NC	Árv		LC			X
Fabaceae sp.2								X	
Fabaceae sp.3								X	
<i>Inga capitata</i> Desv				Árv					X
<i>Inga</i> sp. 1	NC	Zoo	NC	Árv					X
<i>Inga</i> sp. 2	NC	Zoo	NC	Árv					X
<i>Inga</i> sp. 3	NC	Zoo	NC	Árv				X	
<i>Inga</i> sp. 4								X	
<i>Leptolobium cf. tenuifolium</i> Vogel	NC	NC	NC	Árv		EN			X
<i>Lonchocarpus cf. cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	SI	Aut	D	Árv					X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Lonchocarpus cf. cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	SI	Aut	D	Árv					X
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima	SI	Aut	D	Árv				X	X
<i>Machaerium fulvovenosum</i> H.C. Lima	ST	Ane	D	Árv	EN				X
<i>Machaerium</i> sp. 1								X	X
<i>Moldenhawera papillanthera</i> L.P. Queiroz et al.	SI	NC	D	Árv	EN		VU		X
<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	SI	Aut	P	Árv		LC			X
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	Pi	Aut	P	Árv		LC			X
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pi	Aut	P	Árv		LC			X
<i>Platymiscium floribundum</i> Vogel	SI	Ane	D	Árv		LC			X
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	SI	Ane	D	Árv				X	X
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	SI	Ane	P	Árv				X	X
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Pi	Zoo	P	Árv					X
<i>Swartzia apetala</i> Raddi var. <i>apetala</i>	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Tachigali rugosa</i> (Mart. ex Benth.) Zarucchi & Pipoly	Pi	Aut	D	Árv	EN				X
<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	SI	Hidrocorica	NC	Arb				X	X
<b>Lamiaceae</b>									
<i>Aegiphila</i> sp.1								X	
<b>Lauraceae</b>									
<i>Aniba intermedia</i> (Meissn.) Mez	ST	Zoo	NC	Árv		VU			X
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	NC	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Pi	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Ocotea cf. prolifera</i> (Nees & Mart.) Mez	NC	Zoo	NC	Árv		LC			X
<i>Ocotea</i> sp. 1								X	X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Ocotea</i> sp. 2								X	X
<i>Ocotea</i> sp. 3									X
<i>Ocotea argentea</i> Mez	SI	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Ocotea</i> cf. <i>glauca</i> Mez ex Urb.	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Ocotea lancifolia</i> Chodat	ST	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez	SI	NC	D	Árv				X	X
<b>Lecythidaceae</b>									
<i>Cariniana</i> cf. <i>estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	ST	Ane	D	Árv					X
<i>Eschweilera</i> cf. <i>ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	ST	Zoo	D	Árv		LC		X	
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Eschweilera</i> sp. 1								X	
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	ST	Zoo	D	Árv				X	X
<b>Loganiaceae</b>									
<i>Strychnos hirsuta</i> Spruce ex Benth.	ST	Zoo	NC	Arb				X	
<b>Malpighiaceae</b>									
<i>Byrsonima</i> sp.1								X	
Malpighiaceae sp.1								X	
<b>Malvaceae</b>									
<i>Eriotheca</i> sp. 1								X	
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum) A. Robyns	SI	NC	D	Árv		LC			X
<i>Hydrogaster trinervis</i> Kuhlm.	ST	Zoo	NC	Árv					X
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Pi	Ane	P	Árv		LC			X
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	SI	Ane	D	Árv				X	
<i>Pterygota brasiliensis</i> Allemão	ST	Aut	D	Árv		LC			X
<i>Quararibea penduliflora</i> K. Schum.	ST	Zoo	D	Árv				X	
<b>Melastomataceae</b>									

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Miconia calvescens</i> DC.	Pi	Zoo	NC	Arb		LC		X	
<i>Mouriri arborea</i> Gardner	ST	Zoo	NC	Árv		LC			X
<b>Meliaceae</b>									
<i>Cedrela</i> sp. 1									X
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	ST	Zoo	D	Árv				X	
<i>Trichilia hirta</i> L.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	ST	Zoo	S	Árv		LC		X	X
<i>Trichilia lepidota</i> subsp. <i>Schumanniana</i> (Harms) T.D. Penn.	ST	Zoo	S	Árv		VU			X
<b>Monimiaceae</b>									
<i>Mollinedia</i> cf. <i>lamprophylla</i> Perkins	NC	Zoo	D	Arb					X
<b>Moraceae</b>									
<i>Brosimum</i> sp. 1								X	
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	ST	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	X
<i>Morus</i> sp. 1									X
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	
<i>Soroceae</i> sp. 1								X	
<i>Soroceae</i> sp. 2								X	
<b>Myristicaceae</b>									
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	ST	Zoo	D	Árv		LC		X	X
<b>Myrtaceae</b>									
<i>Campomanesia</i> sp. 1								X	
<i>Eugenia</i> sp. 1									X
<i>Eugenia</i> sp. 2								X	X
<i>Eugenia</i> sp. 4								X	X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Eugenia</i> sp. 5								X	
<i>Eugenia</i> sp. 6								X	
<i>Eugenia bahiensis</i> DC.	ST	Zoo	D	Árv					X
<i>Eugenia cf. bahiensis</i> DC.	ST	Zoo	D	Árv					X
<i>Eugenia cf. prasina</i> O. Berg	SI	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Eugenia ilhensis</i> O. Berg	SI	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	NC	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Myrcia cf. aurea</i> NicLugh	NC	Zoo	NC	Árv					X
<i>Myrcia</i> sp. 2								X	X
<i>Myrcia cf. riodocensis</i> G.M. Barroso & Peixoto	SI	Zoo	NC	Árv				X	
<i>Myrcia eumecephylla</i> (O. Berg) Nied.	NC	Zoo	D	Árv		VU		X	
<i>Myrcia neoblanchetiana</i> E. Lucas & Sobral	NC	Zoo	D	Árv					X
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	
<i>Myrcia tetraphylla</i> Sobral	NC	Zoo	D	Árv		VU		X	X
<i>Myrciaria strigipes</i> O. Berg	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	
Myrtaceae sp. 3									X
Myrtaceae sp. 4									X
Myrtaceae sp. 5								X	
<i>Neomitranthes cf. langsdorffii</i> (O. Berg) Mattos	NC	Zoo	NC	Árv		VU	EN	X	X
<i>Plinia</i> sp. 1								X	
<i>Plinia</i> sp. 2								X	
<i>Plinia involucrata</i> (O. Berg) McVaugh	ST	Zoo	D	Árv					X
<i>Psidium cf. guineense</i> Sw.	ST	Zoo	D	Arb					X
<i>Psidium</i> sp. 1								X	
<b>Nyctaginaceae</b>									
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	SI	Ane	NC	Árv		LC			X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Guapira</i> sp. 1									X
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	SI	Zoo	D	Árv					X
<b>Olacaceae</b>									
<i>Heisteria</i> cf. <i>ovata</i> Benth.	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Heisteria</i> sp.1									X
<i>Schoepfia</i> sp.1								X	
<b>Phytolaccaceae</b>									
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	SI	Ane	D	Árv		LC			X
<i>Gallesia</i> cf. <i>integrifolia</i> (Spreng.) Harms	SI	Ane	D	Árv		LC			X
<b>Polygonaceae</b>									
<i>Coccoloba</i> sp. 1								X	X
<i>Coccoloba</i> cf. <i>declinata</i> (Vell.) Mart.	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<b>Primulaceae</b>									
<i>Clavija</i> cf. <i>caloneura</i> Mart.	NC	Zoo	NC	Arb				X	
<b>Rhamnaceae</b>									
<i>Ziziphus glaziovii</i> Warm.	ST	Zoo	NC	Árv		EN			X
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Alseis involuta</i> K. Schum.	SI	Ane	NC				VU		X
<i>Alseis floribunda</i> Schott	ST	Aut	D	Árv		LC		X	
<i>Amaioua</i> sp. 1									X
<i>Faramea atlântica</i> J.G. Jardim & Zappi	NC	Zoo	D	Árv		VU			X
<i>Faramea pachyantha</i> Mull. Arg.	SI	Zoo	NC	Árv		LC		X	
<i>Genipa americana</i> L.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	X
<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	SI	Zoo	S	Árv					X
<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	SI	Zoo	S	Árv					X
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	SI	Zoo	D	Árv		LC			

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	ST	Zoo	NC	Árv				X	
<i>Rudgea coronata</i> (Vell.) Müll.Arg.	ST	NC	NC	Arb		LC		X	
<b>Rutaceae</b>									
<i>Zanthoxylum acuminatum</i> subsp. <i>juniperinum</i>	Pi	Zoo	D	Árv		LC			X
<b>Salicaceae</b>									
<i>Casearia oblongifolia</i> Cambess.	NC	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Casearia</i> sp. 1									X
<i>Casearia</i> sp. 2							X		X
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.) Urb.	SI	Zoo	D	Árv			X		X
<b>Sapindaceae</b>									
<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.	SI	Zoo	D	Árv					X
<i>Cupania</i> sp. 1									X
<i>Cupania</i> cf. <i>racemosa</i> (Vell.) Radlk.	SI	Zoo	S	Árv		LC			X
<i>Cupania</i> cf. <i>vernalis</i> Cambess	SI	Zoo	D	Árv		LC	X		
<i>Cupania rugosa</i> Radlk.	ST	Zoo	D	Árv		LC	X		
Sapindaceae sp.1									X
Sapindaceae sp.2							X		
<i>Talisia cupularis</i> Radlk.	NC	Zoo	NC	Arb		LC			X
<b>Sapotaceae</b>									
<i>Chrysophyllum</i> sp. 1									X
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	ST	Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Pouteria procera</i> (Mart.) T.D. Pennington									X
<i>Pouteria</i> sp. 2									X
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.	SI	Zoo	D	Árv			LC	X	X
Sapotaceae sp. 1									
Sapotaceae sp. 2						LC	X		X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	SI	Zoo	D	Árv					
<b>Simaroubaceae</b>									
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	
<b>Vochysiaceae</b>									
<i>Vochysia cf. angelica</i> M.C. Vianna & Fontella	SI	Ane	D	Árv					
<b>Indeterminada</b>									
Indet. 1									X
Indet. 2									X
Indet. 3									X
Indet. 4									X
Indet. 5									X
Indet. 6									X
Indet. 7									X
Indet. 8									X
Indet. 9									X
Indet. 10									X
Indet. 11									X
Indet. 12									X
Indet. 13									X
Indet. 14									X
Indet. 15									X
Indet. 16									X
Indet. 17									X
Indet. 18									X
Indet. 19									X
Indet. 20									X





**APÊNDICE B.** Lista das espécies amostradas no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil, reunidas por família, categorizadas quanto ao grupo ecológico (GE) (Pi = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia; NC = não classificada), quanto à síndrome de dispersão (SD) (Ane. = anemocórica; Aut. = autocórica; Zoo. = zoocórica), quanto ao grupo funcional (GF) (D = diversidade e P = preenchimento), quanto à forma de vida (Arb. = arbusto; Árv. = árvore e Sub = subarbusto), quanto à categoria de ameaça de extinção (EN = Em perigo; VU = Vulnerável; LC = Menos preocupante), segundo a lista de Espécies da flora ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo (ES), o *The IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN) e o Livro Vermelho da Flora do Brasil (LV), e quanto a ocorrência nos estratos regenerante (REG) e arbóreo (ARB).

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ARB
<b>Achariaceae</b>									
<i>Carpotroche</i> sp. 1								X	X
<b>Anacardiaceae</b>									
Anacardiaceae sp. 2								X	
<i>Astronium concinnum</i> Schott	SI	Ane	D	Árv					X
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	SI	Ane	D	Árv				X	X
<i>Mangifera indica</i> L.	NC	Zoo	NC	Árv					X
<b>Annonaceae</b>									
<i>Unonopsis</i> cf. <i>aurantiaca</i> Maas & Westra				Árv		EN		X	X
<b>Areceaceae</b>									
<i>Syagrus picrophylla</i> Barb.Rodr.	SI	Zoo	NC	Pal					X
<b>Bignoniaceae</b>									
<i>Handroanthus</i> cf. <i>impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	SI	Ane	D	Árv					X
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex A. DC.) Mattos	ST	Ane	NC	Árv					X
<i>Handroanthus</i> sp. 1		Ane	NC	Árv				X	
<i>Handroanthus</i> sp. 2		Ane	NC	Árv				X	X
<b>Bixaceae</b>									
<i>Bixa arborea</i>	Pi	Zoo	P	Árv				X	
<b>Cannabaceae</b>									
<i>Celtis</i> sp. 1									X

Continua...

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Celtis</i> sp. 2								X	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Pi	Zoo	P	Árv				X	X
<b>Euphorbiaceae</b>									
<i>Cnidosculus pubescens</i> Pohl	Pi	Zoo	NC	Árv				X	
Euphorbiaceae sp. 1				Árv					X
<i>Gymnanthes multiramea</i> (Klotzsch) Müll.Arg.	NC	Aut	NC	Árv				X	
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Pi	Zoo	P	Árv		VU			X
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	Pi	Aut/Zoo	D	Árv		LC			X
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	Pi	Zoo	D	Árv					X
<b>Fabaceae</b>									
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip								X	
<i>Anadenanthera cf. macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Pi	Ane	D	Árv				X	X
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Pi	Ane	D	Árv					X
<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg.	Pi	Aut	D	Árv				X	X
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	SI	Ane	D	Árv					X
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	SI	Aut	D	Árv		VU	VU	X	X
<i>Euterolobium</i> sp. 1								X	X
Fabaceae sp. 4				Árv					X
Fabaceae sp. 5				Árv					X
Fabaceae sp. 6				Árv					X
Fabaceae sp. 9				Árv				X	
<i>Inga</i> sp. 1				Árv				X	
<i>Leptolobium bijugum</i> (Spreng.) Vogel				Árv					X
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Ex	Bar	NC	Árv					X
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld				Árv				X	
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.									X

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pi	Aut	P	Árv		LC		X	X
<i>Senna affinis</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby								X	
<i>Sweetia fruticosa</i> Spreng.	ST	Ane	D	Árv				X	
<b>Lauraceae</b>									
<i>Nectandra</i> sp. 1								X	
<i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez	SI	NC	D	Árv				X	
<b>Malvaceae</b>									
<i>Luehea</i> cf. <i>grandiflora</i> Mart.	SI	Ane	D	Árv				X	X
Malvaceae sp. 1								X	
<b>Meliaceae</b>									
Meliaceae sp. 1									X
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	ST	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Trichilia hirta</i> L.	SI	Zoo	D	Árv		LC		X	X
<i>Trichilia</i> sp.1									X
<i>Trichilia</i> sp.2									X
<b>Moraceae</b>									
<i>Brosimum glaucum</i> Taub.	ST	Zoo	D	Árv				X	
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	NC	Zoo	D	Árv				X	X
<b>Myrtaceae</b>									
<i>Myrcia</i> sp.1								X	
<i>Myrcia</i> sp.2								X	
<i>Psidium</i> sp.1								X	
<b>Nyctaginaceae</b>									
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	SI	Ane	NC	Árv		LC		X	X
<i>Bougainvillea</i> cf. <i>fasciculata</i> Brandão		Ane	NC	Árv					X
<b>Phytolaccaceae</b>									

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	SI	Ane	D	Árv		LC			X
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	Pi	Ane	D	Árv					X
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	Pi	Ane	D	Árv				X	X
<b>Piperaceae</b>									
<i>Piper amalago</i> L.	SI	Zoo	D	Arb		LC		X	
<i>Piper aduncum</i> L.	ST	Zoo	NC	Arb		LC		X	
<b>Poaceae</b>									
Poaceae sp. 1								X	
<b>Rubiaceae</b>									
<i>Coffea arabica</i> L.	Ex	Zoo	NC	Arb				X	
<i>Randia armata</i> var. <i>polyantha</i> (Schum.) Steyerem.	SI	Zoo	D	Árv				X	
<i>Randia calycina</i> Cham.	NC	Zoo	NC	Arb				X	
<b>Rutaceae</b>									
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Ex	Zoo	NC	Arb				X	
<b>Salicaceae</b>									
<i>Casearia</i> sp. 1									X
<i>Casearia</i> sp. 2								X	
<i>Casearia</i> cf. <i>arborea</i> (Rich.) Urb.	SI	Zoo	D	Árv				X	X
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Pi	Zoo	D	Árv				X	X
<b>Sapindaceae</b>									
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	SI	Zoo	D	Árv				X	X
<b>Solanaceae</b>									
<i>Solanum</i> cf. <i>scuticum</i> M. Nee	SI	Zoo	NC	Árv				X	
<i>Solanum</i> sp.1								X	
<i>Solanum</i> sp.3								X	
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Pi	Zoo	P	Árv				X	

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	GE	SD	GF	FV	CATEGORIA DE AMEAÇA			OCORRÊNCIA	
					ES	IUCN	LV	REG	ADUL
<b>Verbenaceae</b>									
<i>Lantana camara</i> L.	Pi	Zoo	P	Arb				X	
<b>Vitaceae</b>									
<i>Cissus</i> sp.1								X	
<b>Indeterminada</b>									
Indet. 1									X
Indet. 2									X
Indet. 3									X
Indet. 4									X
Indet. 5									X
Indet. 6									X
Indet. 7									X
Indet. 8									X
Indet. 9									X
Indet. 10									X
Indet. 11									X
Indet. 12									X
Indet. 13									X
Indet. 14									X
Indet. 15									X
Indet. 16									X
Indet. 17									X
Indet. 18								X	
Indet. 19								X	
Indet. 20								X	
Indet. 21								X	



**APÊNDICE C.** Caracterização das variáveis ambientais das 25 unidades amostrais da Floresta Nacional de Goytacazes, Linhares, ES, Brasil. Par.: parcelas, AD: abertura de dossel, P: fósforo, K: potássio, S: enxofre, Ca: cálcio, Mg: magnésio, Al: alumínio, Zn: zinco, Fe: ferro, Cu: cobre, Mn: Molibdênio, P-rem: fosforo remanescente, MO: matéria orgânica, SB: soma de bases, t: CTC efetiva, T: capacidade de troca catiônica a pH 7, V: porcentagem por saturação de bases, m: porcentagem por saturação de alumínio e  $\bar{Y}$ : média.

Par	AD (%)	Areia	Silte	Argila	pH H <sub>2</sub> O	Macronutrientes						Micronutrientes										
						mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>				mg/l	dag/kg	cmol/dm <sup>3</sup>			%	
						P	K	S	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Cu	Mn	P-rem	MO	SB	t	T	V	m
P1	10,79	0,01	0,24	0,74	4,4	8,7	248	13,9	3,75	1,98	0,49	3,01	159,8	2,11	53	32,1	7,45	6,37	6,86	14,47	44	7,1
P2	10,97	0,02	0,14	0,83	4,25	8,3	184	19,9	3,27	2	0,79	3,21	171,2	2,92	50,6	29,2	7,45	5,74	6,53	13,84	41,5	12,1
P3	7,24	0,04	0,14	0,66	4,19	9,1	174	5,6	2,43	1,68	0,79	2,25	161,9	2,86	47,3	32,3	5,32	4,56	5,35	11,76	38,8	14,8
P4	10,95	0,01	0,20	0,79	4,5	10	240	12,2	3,58	2,55	0,49	2,65	105,6	2,06	50,9	32,4	6,92	6,75	7,24	13,75	49,1	6,8
P5	8,01	0,04	0,22	0,72	4,67	4,2	191	1	3,73	2,98	0,2	3,31	104,6	1,42	229,2	32,5	6,65	7,2	7,4	13,4	53,7	2,7
P6	5,91	0,21	0,14	0,57	4,52	4,2	168	1,9	4,21	2,42	0,2	3,08	115,9	1,14	86,4	33	6,92	7,06	7,26	15,06	46,9	2,8
P7	8,64	0,04	0,22	0,73	4,84	3	264	0,8	5	3,54	0	3,7	106,2	1,03	225,1	33,3	8,11	9,22	9,22	15,72	58,7	0
P8	8,44	0,01	0,25	0,72	4,71	4,1	172	7,6	3,9	3,13	0,2	3,08	120,1	1,1	119,9	29,4	6,12	7,47	7,67	14,27	52,3	2,6
P9	7,42	0,01	0,22	0,76	4,85	4,6	180	3,1	4,31	2,85	0,2	2,38	125	1,5	68,1	30,8	6,12	7,62	7,82	13,32	57,2	2,6
P10	9,20	0,02	0,21	0,75	4,84	4,7	156	2,5	4,36	2,82	0,2	4,28	161,8	1,85	179,4	34,8	5,85	7,58	7,78	13,88	54,6	2,6
P11	6,41	0,06	0,19	0,39	4,92	3	118	5,3	3,49	2,34	0	2,04	128,6	1,03	106,5	38,1	3,86	6,13	6,13	10,73	57,1	0
P12	9,83	0,02	0,26	0,69	4,87	4,4	248	2,1	3,69	2,98	0,2	4,45	153,2	1,44	178,9	33	5,85	7,31	7,51	13,61	53,7	2,7
P13	10,87	0,02	0,20	0,72	4,74	5,3	178	2,4	3,92	3,35	0,2	3,41	147,6	1,24	198,1	36,9	5,99	7,73	7,93	14,73	52,5	2,5
P14	12,06	0,07	0,19	0,64	4,96	4,2	186	1,4	3,92	3,78	0	3,88	118,3	1,3	273,7	36	6,38	8,18	8,18	13,88	58,9	0
P15	5,98	0,10	0,21	0,60	4,87	4,9	98	1,9	4,08	3	0	4,22	112,9	1,77	208,5	38,3	5,45	7,33	7,33	12,83	57,1	0
P16	7,10	0,06	0,23	0,63	4,71	2,7	88	29,4	3,23	3,25	0,2	3,49	108,5	1,02	162,5	32,3	3,06	6,71	6,91	12,61	53,2	2,9
P17	7,93	0,11	0,10	0,36	5,47	3,4	116	0,2	4,24	3,09	0	3,18	79,8	0,84	126,6	42,2	3,86	7,63	7,63	10,73	71,1	0
P18	5,71	0,14	0,18	0,54	4,6	3,5	132	3,1	2,85	3,29	0,2	3,88	113,6	1,03	286	32,6	4,92	6,48	6,68	12,78	50,7	3
P19	6,42	0,08	0,30	0,58	5,06	2,8	256	1,1	4	3,44	0	5,02	41,7	1,09	46	36,1	5,45	8,1	8,1	13,5	60	0
P20	8,13	0,11	0,23	0,57	4,69	2,2	172	3,1	2,53	2,51	0,2	3,6	100,8	1,12	290,7	30,2	5,19	5,48	5,68	11,98	45,7	3,5
P21	11,68	0,09	0,21	0,43	6,76	5,8	168	5,8	8,81	2,41	0	6,66	28,8	0,34	299,2	31,7	5,85	11,65	11,65	13,15	88,6	0
P22	12,70	0,20	0,22	0,41	5,86	2,3	178	1,4	6,86	2,38	0	7,19	10,2	0,28	217,7	38,8	5,45	9,7	9,7	13,3	72,9	0
P23	9,31	0,16	0,15	0,36	6,45	6,1	152	2,7	7,17	2,03	0	6,87	13,9	0,44	202,9	35	5,19	9,59	9,59	11,59	82,7	0

Continua...



P24	15,54	0,09	0,11	0,35	5,55	2	144	9,5	4,6	1,76	0	2,99	13,3	0,6	115,2	43,7	3,86	6,73	6,73	10,43	64,5	0
P25	6,95	0,14	0,05	0,18	6,12	5	170	0,3	6,43	2,05	0	4,01	7,4	0,19	115,1	49,1	3,33	8,92	8,92	13,02	68,5	0
<b>Ȳ</b>	<b>8,97</b>	<b>0,07</b>	<b>0,19</b>	<b>0,59</b>	<b>5,02</b>	<b>4,74</b>	<b>175,2</b>	<b>5,53</b>	<b>4,33</b>	<b>2,70</b>	<b>0,18</b>	<b>3,83</b>	<b>100,4</b>	<b>1,27</b>	<b>157,5</b>	<b>34,95</b>	<b>5,62</b>	<b>7,49</b>	<b>7,67</b>	<b>13,13</b>	<b>57,36</b>	<b>2,75</b>

**APÊNDICE D.** Caracterização das variáveis ambientais das 25 unidades amostrais do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, Colatina, ES, Brasil. Par.: parcelas, AD: abertura de dossel, P: fósforo, K: potássio, S: enxofre, Ca: cálcio, Mg: magnésio, Al: alumínio, Zn: zinco, Fe: ferro, Cu: cobre, Mn: Molibdênio, P-rem: fosforo remanescente, MO: matéria orgânica, SB: soma de bases, t: CTC efetiva, T: capacidade de troca catiônica a pH 7, V: porcentagem por saturação de bases, m: porcentagem por saturação de alumínio e Ȳ: média.

Par.	AD (%)	Areia	Silte	Argila	pH H <sub>2</sub> O	Macronutrientes						Micronutrientes										
						mg/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>			cmol/dm <sup>3</sup>				mg/l	dag/kg	cmol/dm <sup>3</sup>			%	
						P	K	S	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Cu	Mn	P-rem	MO	SB	t	T	V	m
P1	10,88	0,27	0,27	0,39	5,98	3,4	182	0	6,08	2,95	0	7,8	19,7	0,74	236,2	40,6	5,99	9,5	9,5	12	79,2	0
P2	11,23	0,20	0,28	0,44	5,75	3,6	109	0	5,22	2,82	0	4,25	34,9	1,09	141,1	42,8	4,12	8,32	8,32	11,12	74,8	0
P3	10,38	0,22	0,21	0,34	6,13	14,3	148	0	7,42	4,92	0	7,02	27,5	1,16	201,2	40,3	5,99	12,72	12,72	15,22	83,6	0
P4	13,07	0,20	0,24	0,46	5,79	7,4	117	14,8	3,43	1,42	0	5,1	66,1	1,94	107,9	37,1	1,6	5,15	5,15	7,15	72	0
P5	19,26	0,30	0,22	0,40	5,16	3,6	97	1,5	4,57	2,05	0	5,76	64	1,8	110	35,4	3,06	6,87	6,87	10,97	62,6	0
P6	21,08	0,38	0,17	0,27	5,43	2,7	154	2,1	3,64	2,78	0	7,21	52,5	1,94	133,4	37,7	3,06	6,81	6,81	9,91	68,7	0
P7	13,93	0,32	0,18	0,27	5,32	0,7	63	11,2	2,49	2,07	0	2,75	57,5	0,79	86,8	42,5	2,39	4,72	4,72	7,22	65,4	0
P8	10,66	0,32	0,11	0,22	5,75	1,8	67	2,1	3,54	2,16	0	2,76	22,2	0,7	72,1	46,9	1,73	5,87	5,87	7,87	74,6	0
P9	9,97	0,30	0,15	0,28	5,66	1,9	77	3,9	3,21	1,95	0	2,57	17,6	0,23	67,8	48	2,39	5,36	5,36	7,46	71,8	0
P10	9,43	0,37	0,07	0,20	5,31	1,7	71	10	3,55	2,24	0	3,73	20,2	0,23	48,7	40,6	3,19	5,97	5,97	9,37	63,7	0
P11	8,61	0,42	0,11	0,23	5,15	3,7	97	8	4	1,28	0	3,93	19,9	0,26	67,7	47,8	2,39	5,53	5,53	9,13	60,6	0
P12	7,86	0,40	0,10	0,21	5,08	3,9	83	9,1	3,22	1,45	0	4,57	35,4	0,44	58,7	47,7	2,26	4,88	4,88	7,98	61,2	0
P13	11,73	0,36	0,12	0,26	4,87	3,8	73	5,7	4,17	2	0	8,48	48	0,45	98,1	45,1	3,72	6,36	6,36	11,26	56,5	0
P14	7,96	0,41	0,12	0,34	5	1,5	93	12,1	2,56	1,56	0	5,84	45,2	0,72	47,3	36,5	2,39	4,36	4,36	8,26	52,8	0
P15	11,31	0,40	0,16	0,32	4,77	1,5	97	12,7	2,48	1,93	0,2	4,66	38,9	0,52	52,1	38,9	3,06	4,66	4,86	8,96	52	4,1
P16	13,18	0,35	0,12	0,37	5,19	1,8	109	8	2,73	1,88	0	33,66	30	0,32	60,8	37,7	2,79	4,89	4,89	8,49	57,6	0
P17	9,69	0,26	0,14	0,45	5,1	2,1	121	10,5	3,12	1,85	0	5,52	42	0,6	43,7	28,5	4,12	5,28	5,28	9,98	52,9	0

P18	7,56	0,34	0,17	0,38	4,74	1	67	8,9	1,8	1,88	0,2	2,38	159,8	0,7	50,5	35,8	2,79	3,85	4,05	8,25	46,7	4,9
P19	13,42	0,43	0,16	0,32	4,71	1,1	41	6,2	1,27	1,99	0,2	1,91	189	0,79	57,2	35,5	1,86	3,37	3,57	7,27	46,4	5,6
P20	11,75	0,41	0,13	0,33	4,69	0,8	59	10,3	1,69	1,95	0,3	2,39	82,1	0,7	65,2	33,1	2,39	3,79	4,09	8,39	45,2	7,3
P21	11,07	0,40	0,17	0,36	4,67	0,9	51	12,1	1,71	2,19	0,3	2,3	64,7	0,67	50,8	34,4	2,53	4,03	4,33	8,63	46,7	6,9
P22	10,85	0,33	0,20	0,39	4,96	0,6	95	8,7	2	1,84	0,2	1,79	52,9	0,49	54,6	35,6	2,53	4,08	4,28	7,38	55,3	4,7
P23	13,31	0,35	0,11	0,40	4,5	1,5	73	6,2	1,92	2,13	0,2	3,23	123	0,62	58,9	35,9	3,86	4,24	4,44	9,34	45,4	4,5
P24	13,71	0,25	0,08	0,41	4,54	1,2	79	8	2,19	1,42	0,2	2,17	71	0,33	21,4	37,3	3,19	3,81	4,01	8,11	47	5
P25	12,96	0,36	0,17	0,37	4,83	0,6	75	18,1	2,06	1,78	0	1,82	51	0,53	104,6	33,8	2,39	4,03	4,03	7,63	52,8	0
<b>Ȳ</b>	<b>11,79</b>	<b>0,33</b>	<b>0,16</b>	<b>0,34</b>	<b>5,16</b>	<b>2,68</b>	<b>91,92</b>	<b>7,61</b>	<b>3,20</b>	<b>2,10</b>	<b>0,07</b>	<b>5,34</b>	<b>57,40</b>	<b>0,75</b>	<b>83,87</b>	<b>39,02</b>	<b>3,03</b>	<b>5,54</b>	<b>5,61</b>	<b>9,09</b>	<b>59,82</b>	<b>1,72</b>