

EFEITO DE BORDA SOBRE A DINÂMICA DA BIOMASSA ARBÓREA  
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DA MATA ATLÂNTICA

**BIANCA NUNES DOS REIS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO 2019



EFEITO DE BORDA SOBRE A DINÂMICA DA BIOMASSA ARBÓREA  
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DA MATA ATLÂNTICA

**BIANCA NUNES DOS REIS**

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Dora Maria Villela

Co-orientador: Dr. Pablo José Francisco Pena Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

MARÇO 2019

**FICHA CATALOGRÁFICA**

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

R375

Reis, Bianca Nunes dos.

Efeito de borda sobre a dinâmica da biomassa arbórea em fragmento de floresta ombrófila na Mata Atlântica / Bianca Nunes dos Reis. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2019.

117 f. : il.

Bibliografia: 53 - 74.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2019.

Orientadora: Dora Maria Villela Jose.

1. Biomassa. 2. Estoque de Carbono. 3. Florestas Tropicais. 4. Fragmentação. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577



EFEITO DE BORDA SOBRE A DINÂMICA DA BIOMASSA ARBÓREA  
EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DA MATA ATLÂNTICA

**BIANCA NUNES DOS REIS**

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

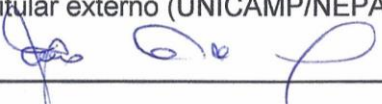
Aprovada em 26 de Março de 2019.

Comissão examinadora:

  
\_\_\_\_\_

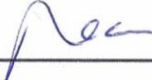
Dr<sup>a</sup>. Simone Aparecida Vieira

Titular externo (UNICAMP/NEPAM)

  
\_\_\_\_\_

Dr. Haroldo Cavalcante de Lima

Titular externo (IPJB/JBRJ)

  
\_\_\_\_\_

Dr. Maura da Cunha

Titular interna (LBCT/ CBB/UENF)

  
\_\_\_\_\_

Dr. Pablo José Francisco Pena Rodrigues

Coorientador (IPJB/JBRJ)

  
\_\_\_\_\_

Dr<sup>a</sup>. Dora Maria Villela

Orientadora (LCA/CBB/UENF)

*Dedido a Maria Auxiliadora Nunes dos Reis e Jadir Dutra dos Reis a  
todo suporte necessário para realização deste sonho  
e ao meu irmão Bruno Reis por todo apoio.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus pensamentos me dando forças durante as dificuldades da pós-graduação.

Aos meus pais, pela compreensão nos períodos de ausências, principalmente pelo apoio e incentivo para realização deste sonho. Obrigado por sempre acreditarem em mim.

A minha orientadora Dora Maria Villela, por ter acreditado em mim, me permitindo trabalhar com um novo tema, me incentivando e compartilhando seus conhecimentos nesse amplo assunto da Biomassa. Agradeço pela sua paciência, disponibilidade e principalmente por não ter desistido no período que o mestrado ainda era apenas um plano, me dando todo o suporte necessário para alcançar esse objetivo e para que eu chegasse até aqui.

Ao meu co-orientador Pablo José Francisco Pena Rodrigues, por ter aceitado contribuir com todo seu conhecimento sobre a comunidade vegetal, além de contribuir com a base de dados de suas pesquisas, mesmo distante sempre estava disposto a ajuda na realização deste trabalho.

Ao Dr. Marcelo Trindade Nascimento, por ter me dado a oportunidade de vir para UENF e ser bolsista dos projetos sob sua coordenação. Por todo o aprendizado proporcionado, e principalmente pelas contribuições no desenvolvimento destas pesquisas. Muito obrigado.

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do Projeto Universal coordenado por Dr<sup>a</sup>. Dora Villela.

Aos Membros da comissão examinadora Dr<sup>a</sup>. Simone Aparecida Vieira, Dr. Haroldo Cavalcante de Lima, Dr<sup>a</sup> Maura da Cunha pela disponibilidade na participação.

Ao Laboratório de Ciências Ambientais, pela estrutura e logística necessária para realização deste trabalho, em especial ao técnico Gerson da Rocha da Purificação que sempre estava disposto a se aventurar nas atividades de campo da Rebio União e a funcionária Joana responsável pela comida do campo ambos foram fundamentais nas atividades de campos da RBU. E também a Gilda que sempre auxiliava com as burocracias da secretaria.

Ao técnico de campo Adilson Pintor Antônio Tavares por todo o suporte e auxílio nas atividades de campo, que tornaram a execução deste trabalho mais fácil com toda sua experiência na área de estudo e colaborador de todos os anos de apoio nos trabalhos realizados na RBU. Muito Obrigada, sua ajuda foi extremamente imprescindível para execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN/UENF) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pelo apoio para realização deste trabalho. Em especial, a Elizabete Costa que sempre auxiliou em todas as etapas necessárias durante a pós-graduação.

À toda a equipe do Herbário do Centro de Biociência de Biotecnologia da UENF (HUENF) e ao grupo Ecologia Vegetal compartilharam muitos momentos durante toda o período como bolsista e aluna de mestrado, em especial, a Izabela Ferreira, Nilson Berriel, Aline Alves por auxiliarem nos processos finais deste documento.

Aos companheiros de pós-graduação, Marcelita Marques (Sempre prestativa), a Mariana Faitanin, Igor Broggio, Diego Lacerda, Pedro Gatts, Inácio Pestana e Luísa Maria pelos momentos de Desabafo, descontração e concentração compartilhados durante o período final desta dissertação, em especial a Mariana Faitanin, Igor Broggio, Diego Lacerda, Dani Awabdi por todo o apoio necessário.

A Mariana Alves Faitanin pela amizade, companheirismo e principalmente pela paciência. Por ter compartilhado todos as etapas, desde os estudos para as provas, disciplinas, republica, diversão e principalmente os inúmeros auxílios no desenvolvimento desta dissertação o meu muito obrigada por toda sua ajuda.

A Mariana Andrade Iguatemy, Fernanda Negreiros sempre dispostas a ajuda e apoiar nas visitas ao Jardim Botânico e por tantas outras contribuições para realização deste trabalho.

Aos taxonomistas que contribuíram na identificação do material botânico da Reserva Biológica União, em especial ao Haroldo Cavalvante Lima, Marcelo Souza, Adriana Lobão, João Marcelo Braga.

Ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBIO) e a Reserva Biológica União (RBU), pela licença concedida para a realização deste estudo. Em especial ao Whitson José da Costa Junior chefe da unidade de conservação.

A todos que contribuíram de alguma maneira para a conclusão deste Mestrado, gostaria de deixar aqui meus agradecimentos por fazerem parte desta história.

## LISTA DE TABELA

**Tabela 1** – Caracterização estrutural arbórea, dinâmica e os aspectos nutricionais do solo e da serapilheira, nas bordas de Rede Elétrica (RE), Gasoduto (GA) e no interior (IN). Dados obtidos por estudos anteriores no fragmento de floresta ombrófila densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. ....17

**Tabela 2** - Parâmetros fitossociológicos utilizados na avaliação estrutural da comunidade arborea (DAP> 10 cm) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....19

**Tabela 3** - Estrutura arbórea da comunidade nas bordas da Rede Elétrica (RE), Gasoduto (GA) e no Interior (IN) de fragmento de floresta ombrófila da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão ( $\pm$ ) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha<sup>-1</sup>), área basal (Ab, m<sup>2</sup>.ha<sup>1</sup>), diversidade shannon (H'), equidade (J'). \* Letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos, colunas (anos) não apresentaram diferença estatísticas (*Anova repeted*, p<0,05. N<sub>tratamento</sub> = 4 parcelas (0,1 ha)) .....24

**Tabela 4** - Variação temporal média do estoque de carbono e biomassa arbórea acima do solo em bordas de gasoduto (GA) e Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.\* Letras diferentes indicam diferença estatística entre tratamentos. Colunas (anos) não apresentam diferença estatísticas (*Anova repeted*). N<sub>tratamento</sub> = 4 parcelas (0,1 ha). ....29

**Tabela 5** - Biomassa acima do solo (BAS), mudança de biomassa acima do solo ( $\Delta$  BAS) e % Mudança de BAS em relação as de 15 espécies de maior IVC (cinco anos selecionados) em bordas de gasoduto (GA) e Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. N<sub>tratamento</sub> = 4 parcelas (0,1 ha). ....34

**Tabela 6** - Aspectos florísticos e estruturais dos fragmentos estudados na Região de Imbaú, Silva Jardim, RJ, e comparação com outros trechos de floresta atlântica no Estado do Rio e Janeiro. Método de parcelas adotado em todos os estudos. DAP – limite de inclusão diamétrica, NI – número de indivíduos, AB – área basal, S – número de espécies, H' – índice de diversidade de Shannon, J – índice de equabilidade. Fonte: Adaptado de Carvalho, 2005. ....40

**Tabela 7** - Estoque de Biomassa Acima do Solo em Florestas Tropicais. Formação Florestal, Local, Unidade de Conservação (UC), Diâmetro Altura do Peito (DAP, tamanho das árvores inclusas no estudo), Biomassa. Nesta tabela a metodologia não foi padronizada, portanto podem variar de acordo com o estudo. .44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização do fragmento de floresta ombrófila estudado. Os pontos amarelos indicam as parcelas nas bordas do gasoduto (---) (GA1-4) e bordas da Rede Elétrica (---) (RE1-4) e interior florestal do fragmento (EC, RERIO, GLG, GPT). Fonte: Bianca Reis .....	9
<b>Figura 2</b> - Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União (2001 - 2018) Fonte: Associação Mico Leão Dourado (AMLD); Instituto Nacional Metereológico (INMET). .....	10
<b>Figura 3</b> - Pluviosidade anual total e temperatura, máxima e mínima nos anos de 2001 a 2018 para área da Rebio União (A linha verde indica a média da pluviosidade entre os anos). Fonte: Associação Mico Leão Dourado (AMLD); Instituto Nacional Metereológico (INMET). .....	11
<b>Figura 4</b> - Visão dos corredores desmatados, bordas de gasoduto (GA) e rede elétrica implementados na Reserva Biológica União, RJ. Fonte: Google earth (A- 2004; B- 2018). .....	12
<b>Figura 5</b> - Visualização da área florestal onde encontra-se localizada uma das parcelas de interior florestal. Fonte: A - B – Reis, B.N. (2018). .....	14
<b>Figura 6</b> - Foto de um trecho do tratamento borda do gasoduto (GA) na REBIO União, RJ. Fonte: A – B; Reis, B.N (2018). .....	15
<b>Figura 7</b> - Vista de uma das torres da rede elétrica e um trecho da vegetação que compõe o as parcelas permanentes no tratamento localizado na borda da rede elétrica (RE). Fonte: A- Nascimento, M.T. (2004); B- Prieto, P. (2008) ; C – D Reis, B.N. (2018). .....	16
<b>Figura 8</b> - Curva de rarefação de número de indivíduos em relação a riqueza de espécies em bordas de gasoduto(GA) e rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. ....	25

**Figura 9** - Número de indivíduos arbóreos por classes diamétrica (DAP $\geq$ 10 cm) nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. Letras diferentes representam diferenças significativas entre classes diamétricas e tratamentos. (*Anova repeted*,  $p < 0,05$ .  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha)).....26

**Figura 10** - Boxplot de distribuição de biomassa acima do solo (BAS) de árvores (dap  $\geq$  10 cm) no período de 18 anos (2001, 2002, 2003,2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2018), nas bordas de Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feita através da *Anova repeted nested*, teste tukey  $p < 0,05$ .  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha).....27

**Figura 11** - Estoque de biomassa arbórea acima do solo por classe diamétrica (cm) de árvores no período de 18 anos nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão.  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha). .....30

**Figura 12** - Biomassa arbórea acima do solo por grupo ecológico no período de 18 anos, na Rede elétrica (RE), Gasoduto (GA), Interior (IN) na Floresta Ombrófila, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. P= Pioneira, SI= Secundária Inicial, ST= Secundária Tardia, NC= Não Classificadas.  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha).....31

**Figura 13** - Taxas de Dinâmica da comunidade de árvores ( $\geq$  10 cm DAP) entre os anos de 2001 a 2018: taxa de mortalidade, taxa de recrutamento (% ano-1), nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. ....37

**Figura 14** - Taxas de Dinâmica da comunidade de árvores ( $\geq$  10 cm DAP): taxa de rotatividade e mudança no número de indivíduo (Mudança) e Mudança de BAS (% ano-1) nas bordas de Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE), e no Interior (IN) de um fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....38

## LISTA DE APÊNDICE

**Apêndice A** - Lista de espécies de uma Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: GE = Grupo Ecológico, NC= Não Classificado, P= Pioneira, SI= Secundária Inicial, ST= Secundária Tardia, DM= Densidade da Madeira, RE = Rede Eletrica, GA= gasoduto, IN= Interior. ....75

**Apêndice B** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2001 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.....84

**Apêndice C** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2004 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.....87

**Apêndice D** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2008 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.....90

**Apêndice E** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2012 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR =



Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.....93

**Apêndice F** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2018 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.....96

**Apêndice G** - Estrutura arbórea da comunidade nas bordas da Rede Elétrica (RE), Gasoduto (GA) e no Interior (IN) de fragmento de floresta ombrófila da Reserva Biológica União , Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão ( $\pm$ ) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha<sup>-1</sup>) (esquerda), área basal (Ab, m<sup>2</sup>.ha<sup>1</sup>) (direita). .....99

**Apêndice H** - Variação de biomassa observada ( $\Delta$  **BAS**), após o período 18 anos em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Siglas representadas: GA – gasoduto; RE – rede elétrica; IN – interior; preenchimento: preto – ganho de biomassa , branco – perda de biomassa. ....100

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELA .....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE APÊNDICE .....	x
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Biomassa Arbórea e Estoque de Carbono em Florestas Tropicais .....	1
1.2 Fragmentação Florestal e os Efeitos de Borda .....	4
1.3 Dinâmica da Comunidade Arbórea .....	5
1.4 Mata Atlântica .....	5
2. OBJETIVOS.....	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3.1. Área de Estudo .....	9
3.1.1. Desenho Amostral .....	13
3.2. Estrutura Arbórea e Composição Florística.....	18
3.3. Estimativa de Biomassa e Carbono .....	20
3.4. Dinâmica da comunidade arbórea.....	21
3.5. Análises dos Dados .....	22
4. RESULTADOS.....	23
4.1. Estrutura e Composição Florística .....	23
4.2. Biomassa e Carbono Arbóreo Acima do solo .....	27
4.3. Dinâmica da Comunidade Arbórea .....	37
5. DISCUSSÃO .....	39
5.1. Estrutura Florestal e Composição Florística.....	39
5.2 Biomassa Arbórea Acima Do Solo: Efeito De Borda.....	43

5.3. Efeito De Borda sobre a Dinâmica da Comunidade Arbórea na Reserva Biológica União.....	48
6. CONCLUSÃO .....	51
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
9. APÊNDICE.....	75

## RESUMO

As florestas tropicais são suscetíveis a processos de distúrbios naturais, impactos antrópicos e aos efeitos de borda, afetando a capacidade de armazenamento de carbono destes ambientes. A Mata Atlântica com seu elevado grau de fragmentação é mais vulnerável as alterações na estrutura da comunidade e na biomassa com pequenas flutuações ao longo do tempo, podendo se tornar fonte de carbono ao invés de sumidouro. Este trabalho tem como objetivo quantificar a variação temporal (2000-2018) na biomassa arbórea acima do solo (BAS) de um fragmento de floresta ombrófila da Mata Atlântica na Rebio União, RJ e relacionar esta com o efeito de borda; testando as hipóteses de que (1) A comunidade do interior apresenta um equilíbrio dinâmico nos parâmetros estruturais ao longo do tempo, enquanto que as bordas são mais dinâmicas; (2) a BAS é maior no interior florestal do que nas bordas do fragmento; (3) a BAS está concentrada nas grandes árvores, grupos ecológicos das secundárias e distribuídos em diferentes espécies; (4) a dinâmica da BAS é mais acelerada em borda com matriz graminóide (Gasoduto, GA), do que a com matriz em regeneração (Rede Elétrica, RE). Os dados foram obtidos a partir de cinco parcelas amostrais (20mx50m) em cada um dos 3 tratamentos: (1) interior florestal (IN); (2) bordas de Gasoduto (GA); (3) borda da Rede Elétrica (RE). Foram utilizadas as medidas de todas as espécies de árvores (DAP  $\geq$  10cm), nos anos de 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2018, e feitas as estimativas de estrutura, diversidade, BAS e de dinâmica da comunidade dos tratamentos. Os resultados deste estudo demonstraram que a estrutura da comunidade é alterada por efeito de bordas. A hipótese 1 foi parcialmente aceita, com diminuição da área basal e aumento da densidade arbórea nos tratamentos de borda em relação ao interior. A hipótese 2 foi corroborada, já que a BAS foi significativamente maior no interior do que nas bordas, sendo esta menor nas bordas do GA. Tal como previsto na hipótese 3, o estoque de biomassa foi maior nas grandes árvores (>40 cm), exceto no GA aonde esta foi concentrada em árvores pequenas, e no grupo ecológico das secundárias, estando 48 % (bordas) a 62 % (Interior) distribuídas nas 15 principais espécies. A hipótese 4 também foi corroborada, já que a dinâmica da comunidade arbórea foi mais acelerada na GA que na RE, com maiores taxas de mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudança. Ao final, foi observado que houve efeito negativo da borda sobre a biomassa arbórea no fragmento de floresta ombrófila da Rebio União, principalmente considerando-se bordas lineares com matriz graminóide (GA), sendo evidenciando a importância das características da borda e não apenas a idade desta, sobre o estoque de BAS.

**Palavra Chave:** Biomassa, Estoque de Carbono, Florestas Tropicais, Fragmentação

## ABSTRACT

Tropical forests are susceptible to natural disturbance process, anthropic impacts and edge effects, affecting the carbon storage capacity of these environments. The Atlantic Rainforest with its high degree of fragmentation is more vulnerable to changes in community structure and biomass with small fluctuations over time and may become a carbon source rather than a sink. This work aims to quantify the temporal variation (2000-2018) in the above ground tree biomass (BAS) of an ombrophilous Atlantic Forest fragment in Reserva Biológica União (Biological Reserve União), RJ and to relate it to the edge effect; testing the hypotheses that (1) The community of the interior has a dynamic balance in structural parameters over time, while the edges are more dynamic; (2) BAS is larger in the forest interior than at the edges of the fragment; (3) BAS is concentrated in large trees, ecological groups of secondary and distributed in different species; (4) BAS dynamics are more accelerated in graminoid matrix edge (Gas Pipeline, GA) than in regenerating matrix edge (Power line, RE). Data were obtained from five sample plots (20mx50m) in each of the 3 treatments: (1) Forest interior (IN); (2) Gas Pipeline (GA); (3) Power line (RE). Measurements of all tree species (DBH  $\geq$  10cm), where used 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2018, and estimates of structure, diversity, BAS and dynamics of the treatment community. The results of this study demonstrated that the community structure is altered by the edges effect. Hypothesis 1 was partially accepted, with a decrease in the basal area and an increase in tree density in the edges treatments in relation to the interior. Hypothesis 2 was corroborated, since the BAS was significantly higher in the interior than at the edges, being lower at the GA edges. As predicted in hypothesis 3, biomass stock was higher in large trees (> 40 cm), except in GA where it was concentrated in small trees, and in the ecological group of secondary trees, with 48% (edges) to 62% (Interior) distributed in the 15 main species. Hypothesis 4 was also corroborated, since the tree community dynamics were faster in GA than in RE, with higher mortality, recruitment, turnover and change rates. At the end, it was observed that there was a negative effect of the edge on the tree biomass in the Rebio União ombrophilous forest fragment, specially considering linear edges with graminoid matrix (GA), evidencing the importance of the edge characteristics and not just the age of this, on the stock of BAS.

**Keyword:** Biomass, Carbon Stock, Tropical Forests, Fragmentation

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Biomassa Arbórea e Estoque de Carbono em Florestas Tropicais

As Florestas tropicais contêm cerca de 44% do estoque total de carbono armazenado em biomassa acima do solo (DIXON *et al.*, 1994; LIU *et al.*, 2015) e desempenham um importante papel no ciclo de carbono (MALHI *et al.*, 2013), no qual representam 34% da produtividade primária global (BEER *et al.*, 2010). Essas possuem capacidade de manter reservatórios de carbono acima e abaixo do solo (VILLELA *et al.*, 2012). O estoque de carbono tem forte variabilidade geográfica, dependendo da quantidade de nutrientes do solo, precipitação pluviométrica e disponibilidade de radiação solar (IPCC, 2013).

O conhecimento sobre o carbono fixado nos ecossistemas naturais é de grande relevância uma vez que a vegetação exerce papel fundamental no ciclo do carbono, contribuindo para estabilidade ambiental (MALHI & GRACE 2000; FEARNESIDE, 2008). Há um consenso de que o sequestro do carbono nas florestas é vulnerável a impactos antrópicos (MALHI *et al.*, 2009), como fragmentação (LAURANCE *et al.*, 1997; LIMA *et al.*, 2008), estradas (bordas lineares) (ALAMGIR *et al.*, 2017), corte de árvores (MARTINELLI *et al.*, 2000; VILLELA *et al.*, 2006), aumento da temperatura (VILLELA *et al.*, 2012) e intensificação de períodos de seca (NASCIMENTO *et al.*, 2007, 2014; DOUGHTY *et al.*, 2015; VILLELA *et al.*, (em preparação)).

Quando as florestas tropicais deixam de estocar e passam a emitir carbono, são consideradas sumidouros de carbono. O desmatamento e o efeito de borda, respondem a perda de  $0,2 \text{ PgCy}^{-1}$ , que corresponde a aproximadamente 9% a 24% de emissão de carbono pelo desmatamento (PUTZ *et al.*, 2014). As Florestas na Amazônia podem até mesmo assumir o papel de fontes ao invés de sumidouros de carbono para a atmosfera, dependendo da situação do clima (NASCIMENTO *et al.*, 2007; NASCIMENTO *et al.*, 2014). Secas severas, apresentam uma tendência em diminuir o estoque de carbono da comunidade arbórea, ocasionado por decréscimo na produtividade e aumento na mortalidade de árvores (BRANDO *et al.*, 2008). Tal fato, diminui a capacidade da floresta em sequestrar carbono, e conseqüentemente em seus serviços ambientais (FEARNESIDE *et al.*, 1997; MALHI & GRACE, 2000).

O estoque total de biomassa arbórea também varia de acordo com fitofisionomias, grau de preservação da vegetação (SIERRA *et al.*, 2012) e composição de espécies arbórea (PHILLIPS *et al.*, 2019). Portanto, áreas preservadas

(ausência de perturbação antrópica) (CAREY *et al.* 1994; KORNING & BALSLEV, 1994) tem maior estoque nas maiores classe de diametro. Estes resultados também são esperados para o tipo florestal, no qual Florestas Ombrófilas (FOD) estocam mais BAS em relação as Florestas Estacionais Semidecidual (FES) (MEIR & PENNINGTON, 2011)

A estimativa do estoque de carbono da vegetação pode ser obtida pela biomassa florestal e a concentração de carbono na biomassa (HIGUCHI *et al.*, 2004). A estimativa de biomassa aérea pelo método indireto consiste em correlacioná-la com alguma variável de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal. As estimativas podem ser feitas por meio de relações quantitativas ou matemáticas (BROWN *et al.*, 1989; HOUGHTON *et al.* 2001; CHAVE *et al.* 2001; CHAVE *et al.*, 2005), através da utilização dos modelos alométricos. Alguns trabalhos que utilizam modelos alométricos para o cálculo da biomassa arbórea, demonstram que a aquisição de carbono ocorre de maneira diferenciada entre as espécies, grupos ecológicos ( pioneira, secundárias ) e classe de diâmetro das árvores (NASCIMENTO, *et al.*, 2007; LIMA 2009). Modelos que levam em consideração o diâmetro (DAP) como variável independente apresentaram resultados mais consistentes em relação aos modelos que utilizaram altura (HIGUCHI *et al.*, 1998). Esta é a variável mais importante em estudos de biomassa, além desta destaca-se outras variáveis como densidade da madeira, altura e tipo florestal (CHAVE *et al.*, 2005).

Em relação a variável densidade da madeira, podemos perceber que existe uma influencia em relação as espécies arbóreas (HENRY *et al.*, 2010), com seus valores ligados ao tipo de crescimento rápido, com menores densidade da madeira (CHAZDON *et al.*, 2010). Enquanto que as espécies de crescimento lento apresentam a densidade da madeira maior (CHAMBERS *et al.*, 2000). Portanto, devemos levar em consideração o maior nível de identificação em relação aos valores encontrados na literatura. No entanto, já foi demonstrado que a densidade da madeira identificada a nível de gênero, captura uma boa variabilidade de madeira (SLIK, 2010).

Alguns modelos climáticos preveem um aumento na temperatura do ar para florestas tropicais (GALBRAITH *et al.*, 2010). Atualmente, existe um consenso mundial, que visa compreender as mudanças climáticas e os efeitos do aquecimento global decorrente da emissão elevada de dióxido de carbono para atmosfera (MALHI *et al.*, 2009). As atividades antrópicas provocam um cenário de intensificação dos processos de emissão de gases do efeito estufa na atmosfera terrestre (ARAGÃO *et*

*al.*, 2007; MALHI *et al.*, 2009; KARDOL *et al.*, 2010). Neste contexto, de mudanças climáticas globais, a cobertura florestal tem importância na capacidade dos vegetais em sequestrar o CO<sub>2</sub> da atmosfera e fixá-lo na forma de biomassa aérea e no solo.

Com o aumento na temperatura do ar e mudança na distribuição das chuvas (MARENGO *et al.*, 2009; MARENGO *et al.*, 2010; IPCC, 2013), mudanças climáticas globais podem afetar a dinâmica do carbono e nitrogênio em florestas tropicais, aumentando os processos de decomposição dos elementos e conseqüentemente as florestas podem passar a ter seu papel de sumidouro de carbono invertido, passando a ser fonte de carbono para a atmosfera (VILLELA *et al.*, 2012; MARTINELLI *et al.*, 2014). A compreensão da mudança climática global e regional, está relacionada a fatores associados as atividades humanas (e.g. queima de combustível fóssil, queimada, desmatamento (BUCKERIDGE, 2008).

Determinadas mudanças no clima são respostas a fenômenos naturais tais como El Niño e La Niña, caracterizados respectivamente pelo aquecimento e resfriamento das águas do Pacífico Tropical Equatorial. Na Floresta Amazônica determinadas secas foram relacionadas aos eventos de El Niño, que alteraram os padrões de dinâmica e biomassa podendo causar também mudanças na estrutura e funcionamento das florestas, nos episódios associados a estas mudanças climáticas (PHILLIPSA *et al.*, 2009; PHILLIPS *et al.*, 2010; ARAGÃO *et al.*, 2014; BENNETT *et al.*, 2015; ROWLAND *et al.*, 2015; MEAKEM *et al.*, 2017).

Estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas na vegetação são ainda incipientes para o bioma mata atlântica (VIEIRA *et al.*, 2008; VILLELA *et al.*, 2012; IPCC, 2013; LEITE *et al.*, 2017; VILLELA *et al.* (em preparação)). A Combinação de variáveis ambientais e características estruturais dos sítios estudados são importantes fatores a serem considerados, afim de entender a relação das flutuações ambientais com as comunidades (HARPER *et al.*, 2005), uma vez que esses fatores podem agir de forma diferenciada na dinâmica da comunidade, conseqüentemente seus efeitos podem ser distintos em diferentes fitofisionomias.



## 1.2 Fragmentação Florestal e os Efeitos de Borda

A fragmentação florestal são processos onde um habitat natural é dividido em manchas ou fragmentos, onde áreas de vegetação são interrompidas por barreiras geográficas. Existe a fragmentação natural, que está associada as flutuações climáticas que indicam a existência de processos de expansão e retração do habitat. O outro tipo é denominado fragmentação antropogênica, causada principalmente pelo impacto humano sobre as florestas, este levam a extinção de habitats e espécies. Esse tipo de fragmentação é responsável pela criação de vários tipos de limites artificiais que podem ser denominados “borda” e as consequências sobre os remanescentes são usualmente denominadas de “efeitos de borda” (RODRIGUES & NASCIMENTO, 2005). A natureza do dossel e largura são importantes fatores na determinação da gravidade do efeitos de bordas em florestas (POHLMAN *et al.*, 2007). Nestes ambientes de borda, existem processos que tornam os habitats expostos a condições extremas, causando mudanças no microclima dos fragmentos (temperatura, luminosidade, umidade do ar, solo), que mudam a dinâmica da floresta (mortalidade, recrutamento), (LAURANCE *et al.*, 2002; LAURANCE *et al.*, 2004).

A fragmentação altera os padrões nas florestas tropicais (LAURANCE *et al.*, 2000), podendo mudar comunidades de árvores, causando perda da biomassa, reduzindo a capacidade das florestas para o estoque de carbono (LAURANCE *et al.*, 1997; LAURANCE *et al.*, 2002). Os efeitos de borda podem influenciar a composição, florística e a dinâmica das comunidades (CARVALHO *et al.*, 2016) e quantidade de biomassa em florestas tropicais. Estas também sofrem influência do gradiente altitudinal, tempo de criação da borda, grau de abandono, tipo de manejo utilizado, tipo de borda, matriz florestal adjacentes a borda, entre outros fatores (POHLMAN, *et al.*, 2007; LIMA 2009; PRIETO *et al.*, 2013; HADDAD, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2014; RAZAFINDRATSIMA *et al.*, 2017; D'ALBERTAS *et al.*, 2018).

Em trabalhos realizados em florestas tropicais úmida indicam que os efeitos de borda tem uma relação negativa com a vegetação (LAURANCE, 1991; MURCIA, 1995; KAPOS, 1997) e na fauna (PFEIFER *et al.*, 2017). No estudo na baixada litorânea fluminense do Rio de Janeiro, observou-se que existe um efeito do tamanho do fragmento sobre o estoque de biomassa arbórea no qual, pequenos fragmentos apresentaram menores quantidades de biomassa quando comparadas com grandes fragmentos estudados na APA Rio São João (LIMA, 2009). Outros estudos tem sido

realizados sobre estimativas de biomassa e fragmentação, com efeito de borda (RAZAFINDRATSIMA *et al.*, 2017; D'ALBERTAS *et al.*, 2018).

### **1.3 Dinâmica da Comunidade Arbórea**

A estrutura da comunidade arbórea de uma floresta, pode ser alterada pelas taxas de mortalidade, recrutamento e crescimento das arbóreas. Estes fatores alteram a biomassa aérea em florestas tropicais (APPOLINÁRIO *et al.*, 2005). O balanço entre mortalidade; recrutamento e crescimento são responsável pelo equilíbrio do ciclo do carbono florestal, criando áreas de liberação e áreas de sumidouro nas florestas tropicais (PHILLIPS *et al.*, 2010; MALHI *et al.*, 2013; GATTI *et al.*, 2014).

Em uma floresta tropical madura, é esperado um equilíbrio entre a perda e ganho em biomassa (LIEBERMAN *et al.*, 1985; SWAINE, LIEBERMAN & PUTZ, 1987; RANKIN-DE-MERONA, *et al.*, 1990). No entanto ao contrário, em ambiente que sofreram impactos antrópicos ocorre uma redução no estoque de carbono (PHILLIPS *et al.*, 1998).

A fragmentação em geral altera a dinâmica em florestas tropicais, aumentando taxas de mortalidade de árvores, clareiras, alterações microclimáticas (LAURANCE *et al.*, 2009), declínio de biomassa (LAURANCE, 1997). Quantificar estas flutuações e as estimativas de biomassas são necessárias para um melhor entendimento das alterações dos impactos antrópicos em áreas fragmentadas.

### **1.4 Mata Atlântica**

A Mata Atlântica, possuía uma cobertura original de 1.309.736 km<sup>2</sup>. Por apresentar um elevado número de espécies endêmicas, é tido como um dos mais importantes e ameaçados biomas do mundo (MYERS *et al.*, 2000). Atualmente a mata atlântica apresenta somente 12 % de sua cobertura florestal original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2017). No Estado do Rio de Janeiro, a paisagem encontra-se fragmentada e desconectada em quase sua totalidade composta por pequenas manchas florestais, isoladas e impactadas circundadas por extensas matrizes antrópicas.

A significativa redução da cobertura vegetal da Mata Atlântica, a fragmentação e o conseqüente efeito de borda têm causado, o decréscimo da biodiversidade e da biomassa arbórea (CARVALHO, 2005; EWERS, 2006; PROCÓPIO-OLIVEIRA *et al.*,

2008; LIMA *et al.*, 2008; VILLELA *et al.*, 2012; BARLOW *et al.*, 2016), afetando diretamente os processos de regeneração natural (RODRIGUES & NASCIMENTO, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2014). Em uma comunidade arbórea de um fragmento de Floresta Ombrófila de Baixada no Rio de Janeiro, foi observado uma alta diversidade da flora arbórea em nível regional (CARVALHO *et al.*, 2008), enquanto em áreas de Florestas Estacionais Semidecíduais de tabuleiro no Espírito Santo foram observados que os interiores de pequenos fragmentos podem conter importante biodiversidade (MAGNAGO *et al.*, 2014). Em ambos os trabalhos, os autores ressaltam que são necessárias estratégias de conservação para preservar a biodiversidade destes remanescentes dentro do bioma floresta atlântica, que se encontra altamente ameaçado (PROCÓPIO-OLIVEIRA *et al.*, 2008).

As unidades de conservação de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) apresentam um importante papel na conservação e preservação da biodiversidade (CAMPOS & FILHO, 2005; PRIMARK & RODRIGUES, 2001). Entretanto, esses ambientes estão sujeitos a diversos fatores, alguns deles estabelecidos anteriormente a sua criação (i.e. rodovias, linhas de transmissão, gasodutos). Estabelecer o comportamento destes fatores na comunidade vegetal e animal podem auxiliar aos órgãos na tomada de decisão afim de minimizar e mitigar seus efeitos.

Segundo VILLELA *et al.* (2012) o conhecimento sobre o funcionamento da Mata Atlântica é limitado (LIMA *et al.*, 2008; VIEIRA *et al.*, 2008; VIEIRA *et al.*, 2011; VILLELA *et al.*, 2012), levando em consideração outros biomas o conhecimento da comunidade de vegetal é mais amplo e robusto. Como consequência disto, temos a capacidade limitada para prever potenciais impactos antrópicos sobre o carbono e ciclos de nitrogênio deste bioma. Portanto, se faz necessário um número maior de estudos para a estimativa de carbono na Mata Atlântica.

Estudos realizados na Mata Atlântica da Rebio União no estado do Rio de Janeiro já verificaram efeitos negativos da borda do gasoduto na comunidade arbórea na floresta, alguns destes sintetizados na tabela 1, tais quais: (1) baixa densidade de plântulas (RODRIGUES, *et al.*, 2014); (2) mudanças na composição de espécies do sub-bosque (PRIETO *et al.*, 2013); (3) taxas de mortalidade, recrutamento, rotatividade e as flutuações anuais da estrutura maior nas bordas, traduzindo uma dinâmica mais acelerada nos tratamentos quando comparadas ao interior florestal preservado (IGUATEMY, 2008); (4) composição florística, presença exclusiva de

algumas espécies iniciais de sucessão e suas abundâncias nas bordas demonstram uma composição florística alterada em relação a ambientes preservados (GABRIEL, 2009); (5) menor produção foliar de serrapilheira, efeito positivo sobre a concentração e aporte de nutrientes através da serrapilheira nas áreas de borda em relação ao interior (NASCIMENTO, 2005); (6) menor taxa de decomposição foliar em bordas florestais na Rebio (GAMA, 2005); (7) Apesar de não ter havido diferença significativa nos valores totais de respiração heterotrófica, umidade e densidade para necromassa grossa entre áreas de borda e interior florestal (CISNEIRO, 2016).

Diante do exposto, podemos perceber que se faz necessário o aprofundamento do conhecimento científico na temática, afim de compreender melhor as alterações antrópicas neste bioma, que se encontra cada vez mais fragmentado e ameaçado. É importante ressaltar que trabalhos que apresentem dados com séries temporais são fundamentais, pois esses apresentam dados mais coesos para avaliação de biomassa e estoque de carbono uma vez que esses fluxos podem apresentar flutuações no tempo e espaço. Afim de ampliar o conhecimento sobre a biomassa arbórea e o fluxo de carbono em florestais tropicais, mais especificamente sobre os padrões relativos a Mata Atlântica, o presente estudo verificou os padrões de variações temporais e espaciais na biomassa arbórea, considerando mudanças relacionadas a fragmentação, efeito de borda.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo quantificar a variação temporal na biomassa arbórea acima do solo (BAS) na Floresta Ombrófila Densa da Rebio União ao longo de 18 anos (2000-2018) e relacionar os padrões encontrados aos efeitos de borda ocasionada pela fragmentação. Diante disso, foram propostas seguintes as hipóteses:

**H1:** A comunidade de interior do fragmento de floresta ombrófila da Rebio União apresenta um equilíbrio dinâmico nos parâmetros estruturais ao longo do tempo, enquanto que bordas são mais dinâmicas, com maior variabilidade nas bordas do que no interior;

**H2:** Os estoques de carbono na biomassa arbórea, são maiores no interior florestal do que nas bordas do floresta ombrófila densa na Rebio União;

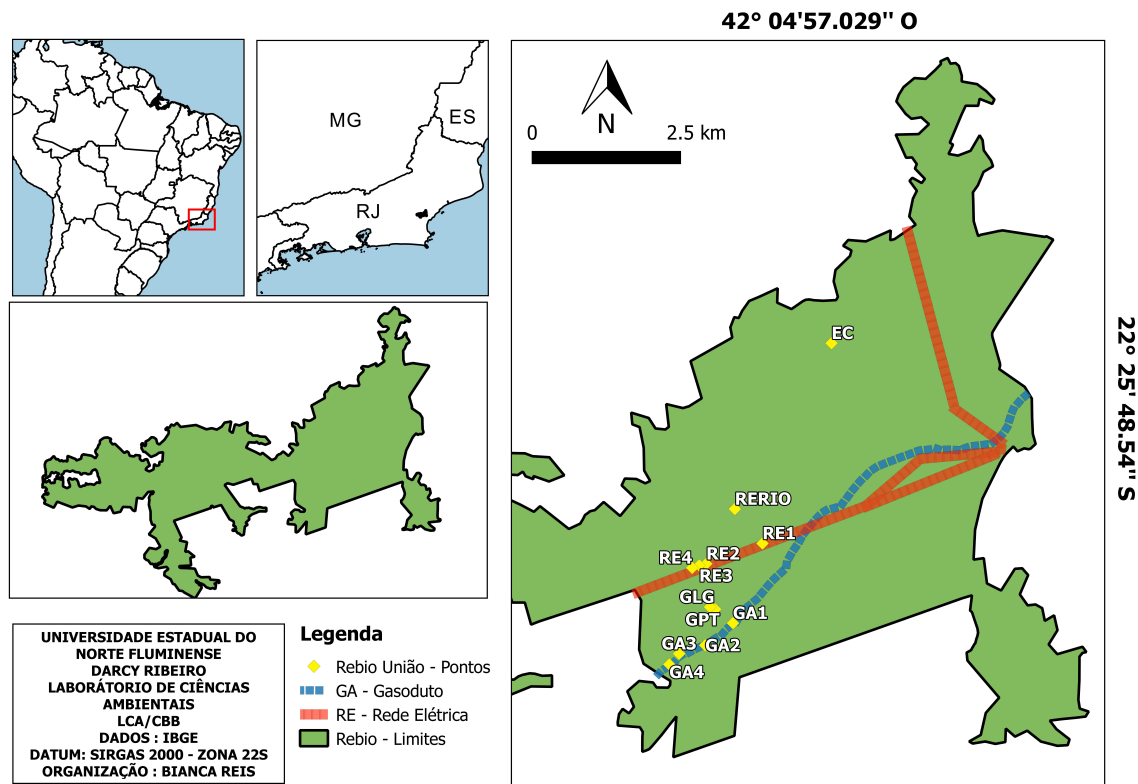
**H3:** A biomassa e aquisição de carbono no fragmento de floresta da Rebio União são concentradas nas grandes árvores, grupos ecológicos das secundárias e distribuídas em diferentes espécies;

**H4:** A dinâmica da biomassa ao longo de 18 anos é mais acelerada em borda de abertura linear de dossel com matriz graminóide (Gasoduto, GA), quando comparada a borda em abertura linear e com matriz em regeneração (i.e mais tamponadas; Rede Elétrica – RE).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Área de Estudo

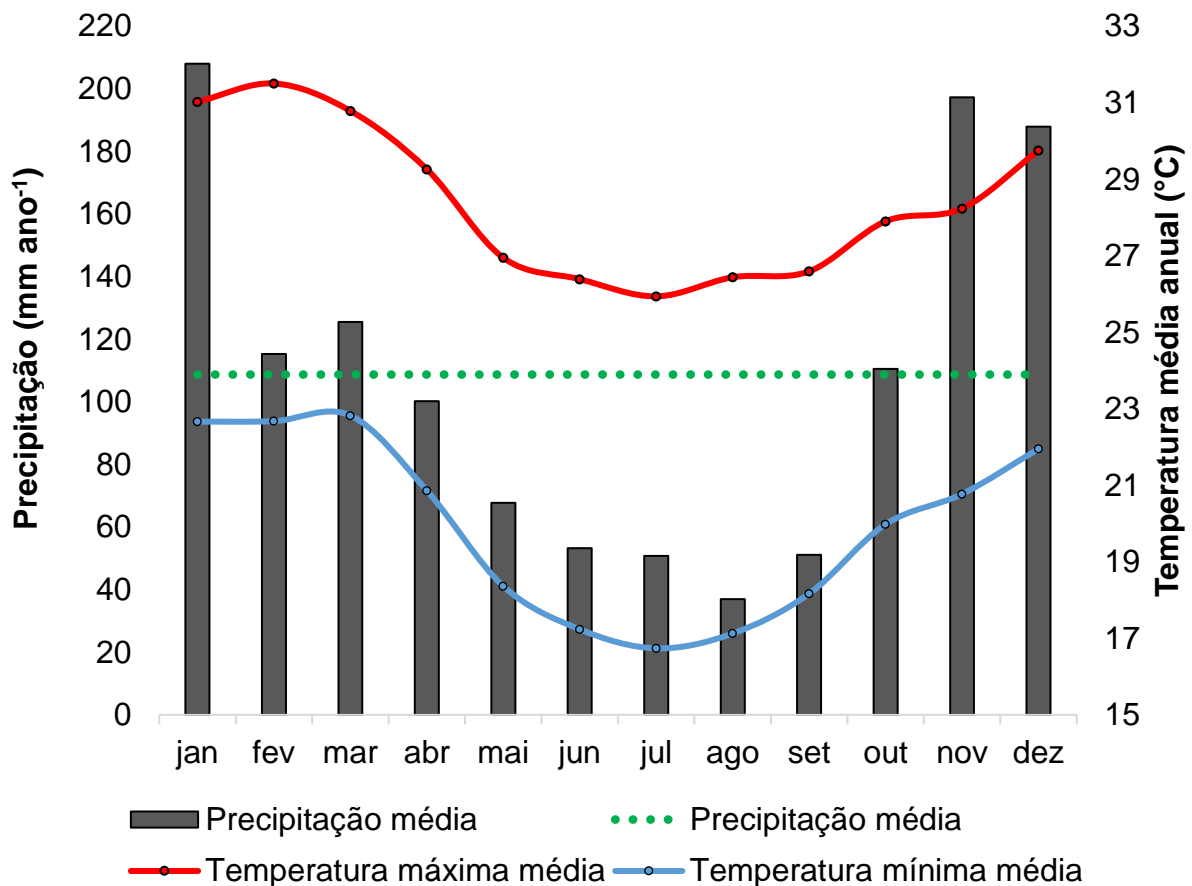
O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Rebio União (RBU) (Figura 1). sendo este o maior fragmento da Mata Atlântica ( $22^{\circ}27'30''S$  e  $42^{\circ}02'14''W$ ) no Estado do Rio de Janeiro, localizado na região da APA do Rio São João. Esta Unidade de conservação foi criada em 1998 e ampliada no ano de 2017, com área de 7769 ha (ICMBIO, 2016), abrange 3 municípios : Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé.



**Figura 1** - Localização do fragmento de floresta ombrófila estudado. Os pontos amarelos indicam as parcelas nas bordas do gasoduto (---) (GA1-4) e bordas da Rede Elétrica (---) (RE1-4) e interior florestal do fragmento (EC, RERIO, GLG, GPT). Fonte: Bianca Reis

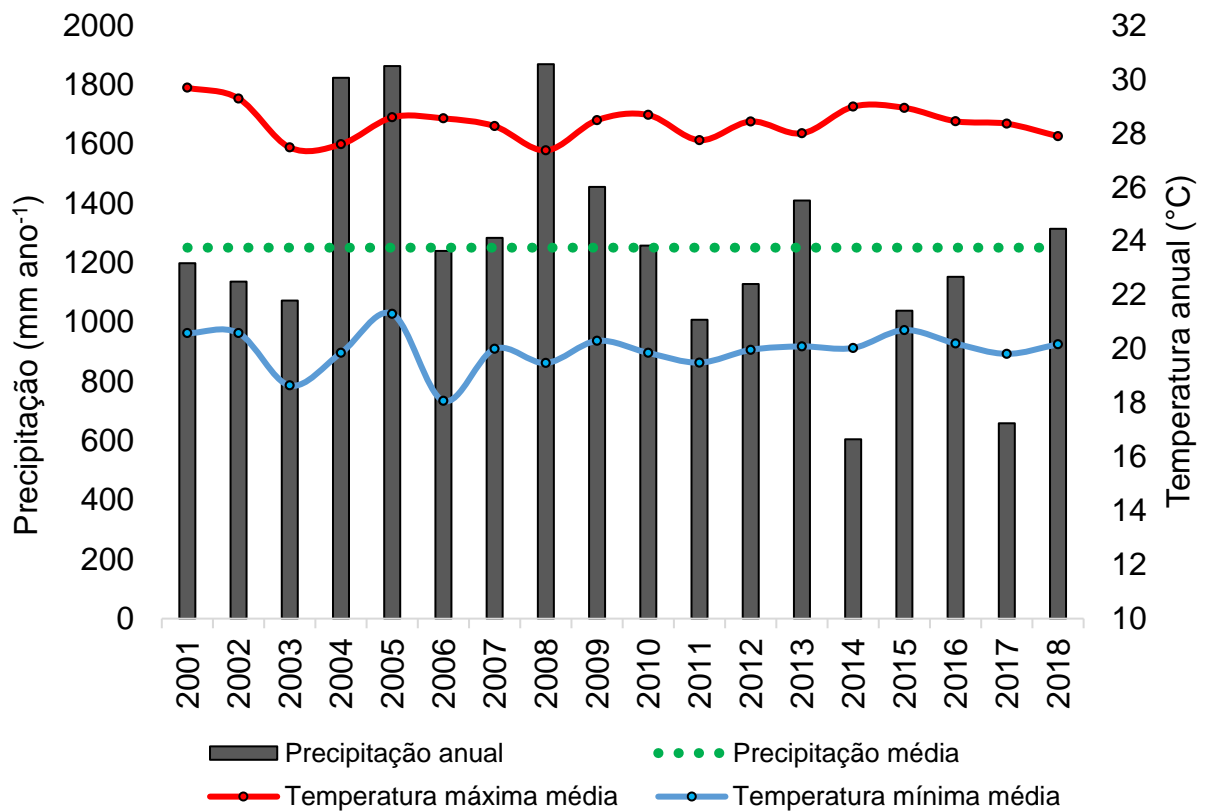
O clima da região é predominantemente tropical úmido (NIMER & VALVERDE, 1972). Foram obtidos os dados macroclimáticos de temperatura e precipitação da estação meteorológica localizadas na Reserva Biológica União (2001-2005). Esses são dados coletados e cedidos pelo Programa de Translocação da Associação Mico-Leão-Dourado. Afim de complementar as informações da série temporal, foram utilizados também o banco de dados da estação meteorológica de Macaé, localizadas

a 27 km da área de estudo (INMET). A região da Rebio União apresenta uma precipitação pluviométrica anual média de 1253 mm e temperatura média anual de 23 °C, com sazonalidade demarcada definida em estação seca entre maio e setembro, com precipitação variando de 70 mm (Maio) a 35 mm (Ago), e estação chuvosa entre Outubro e Março, apresentando valor médios de precipitação com 106 mm (Out) a 214 mm (Jan) (Associação Mico Leão Dourado (AMLD); Instituto Nacional Meteorológico (INMET) (Figura 2).



**Figura 2** - Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União (2001 - 2018) Fonte: Associação Mico Leão Dourado (AMLD); Instituto Nacional Meteorológico (INMET).

A seguir é possível observar a caracterização macroclimáticas relacionado a pluviosidade e temperatura, levando em consideração informações da série histórica para área da Rebio União (2001 – 2018). Destaque para os anos 2004, 2005, 2008, 2009 e 2013 que apresentaram resultados superiores a média de pluviosidade. Observamos também que os anos de 2014 e 2017 foram os únicos a apresentarem uma pluviosidade abaixo de 1000 mm (606 mm - 769 mm) (Figura 3).



**Figura 3** - Pluviosidade anual total e temperatura, máxima e mínima nos anos de 2001 a 2018 para área da Rebio União (A linha verde indica a média da pluviosidade entre os anos). Fonte: Associação Mico Leão Dourado (AMLD); Instituto Nacional Meteorológico (INMET).

Destaca-se também que no período de estudo, houve eventos de variações climáticas em decorrência do fenômeno El Niño (2004-2005, 2006-2007, 2009-2010, 2015-2016). Durante esses períodos, na região do Rio de Janeiro podem ocorrer mudanças nas precipitações (SILVA & MENDES, 2012).

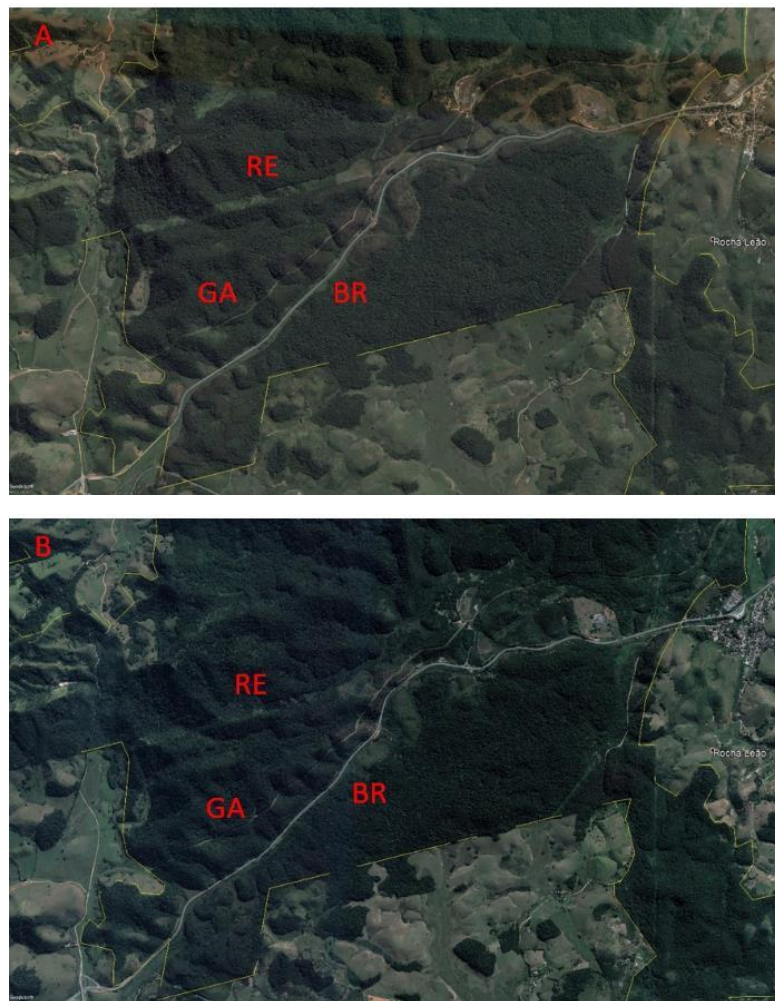
O solo da Rebio União é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS *et al.*, 2006). A topografia é caracterizada pelos mares de morros, com elevação máxima de 376m. A vegetação da Rebio União é classificada como Floresta Ombrófila Densa (VELOSO, FILHO & LIMA, 1991), localmente apresenta predomínio de Mata Atlântica *stricto sensu* de baixada, sendo as áreas de maiores altitudes classificadas como Floresta Ombrófila Densa Submontana (ICMBIO, 2016).

Segundo Rodrigues (2004) levando-se em consideração o componente arbóreo, a Reserva Biológica União é o fragmento que possui maior diversidade vegetal ( $H' = 4,9$  nits) e riqueza de espécies (250 espécies), quando comparado com outros no Estado do Rio de Janeiro (GUEDES-BRUNI, 1998; KURTZ & ARAÚJO, 2000; SILVA & NASCIMENTO, 2001; MORENO *et al.*, 2003). Este demonstrou em



seu estudo a alta heterogeneidade florística da RBU, foram encontrado 110 gêneros e 44 famílias botânicas, sendo essas as famílias com maior abundância (Euphorbiaceae, Sapotaceae, Lauraceae, Moraceae, Fabaceae, Myrtaceae) (RODRIGUES,2004).

A área da Rebio União sofreu com impactos antrópicos anteriores a sua criação (i.e exploração de madeira, plantio de eucalipto). Foi estabelecido um grande corredor desmatado para passagem de uma rede de transmissão de alta tensão estabelecidas pela companhia Furnas (Rede Elétrica- RE), na década de 1960, e um duto subterrâneo para transporte de combustíveis (Gasoduto-GA), implementada pela PETROBRAS na década de 1980. Portanto, atualmente no fragmento de floresta ombrófila dessa unidade há três tipos diferentes de bordas, 2 destes foram alvo do presente estudo (Figura 4).



**Figura 4** - Visão dos corredores desmatados, bordas de gasoduto (GA) e rede elétrica implementados na Reserva Biológica União, RJ. Fonte: Google earth (A- 2004; B- 2018).

### 3.1.1.Desenho Amostral

O delineamento experimental teve como base três áreas que aqui foram caracterizadas como tratamentos. As amostragens neste estudo foram feitas a partir de doze parcelas permanentes (20mx50m), estabelecidas de forma aleatória estratificada em cada um dos tratamentos (IN, GA, RE). As parcelas seguem o seguinte desenho amostral: (1) 4 parcelas no interior florestal (IN) a mais de 400 metros de qualquer borda, sem evidência de perturbação natural ou humana; (2) 4 parcelas em borda linear de gasoduto (GA), criada na década de 80, com manejo constante afim de evitar o crescimento da vegetação; (3) 4 parcelas na borda da Rede Elétrica (RE), criada em 1960, que apresenta-se tamponada (RODRIGUES, 2004) (Figura 1 e 4). Os sítios amostrais foram escolhidos evitando áreas em topos de morro, fundos de vale e clareiras (RODRIGUES, 2004).

As parcelas foram alocadas em campo no ano 2000 por RODRIGUES, P. e foram os mesmos sítios amostrais para outros estudos (RODRIGUES, 2004; GAMA 2005; NASCIMENTO, 2005; IGUATEMY, 2008; GABRIEL, 2009; PRIETO *et al.*, 2013). Nestes estudos foram abordadas diferentes áreas de conhecimento dentro da ecologia vegetal, como por exemplo: florística, estrutura populacional e ciclagem de nutrientes.

Desde a implantação das parcelas, vem sendo feitas remedições da comunidade arbórea nos sítios amostrais. A série temporal é composta por um período amostral (2000-2018), com ciclo anuais de 2001 a 2008, um censo 2012 e novas remedições feitas no presente estudo no ano de 2018 (RODRIGUES, 2004; GABRIEL, 2009; PRIETO *et al.*, 2013).

As parcelas do Interior florestal, foram denominadas de acordo com a forma de acesso: gasoduto longe, gasoduto perto, estrada cardoso, rede elétrica passando pelo rio (GLG, GPT, EC, RERIO) (Figura 5). Esse tratamento, consistem de uma vegetação densa e arbórea e descrita como sendo um ambiente maduro por RODRIGUES (2004). Portanto como esperado em literatura é que apresente um equilíbrio dos parâmetros estruturais. Entretanto trabalhos anteriores realizados nas área, demonstraram menor densidade de indivíduos, maior valores de área basal e em relação a diversidade foi possível notar que esse tratamento possui uma composição de espécies diferente das encontradas nas bordas (Tabela 1).



**Figura 5** - Visualização da área florestal onde encontra-se localizada uma das parcelas de interior florestal. Fonte: A - B – Reis, B.N. (2018).

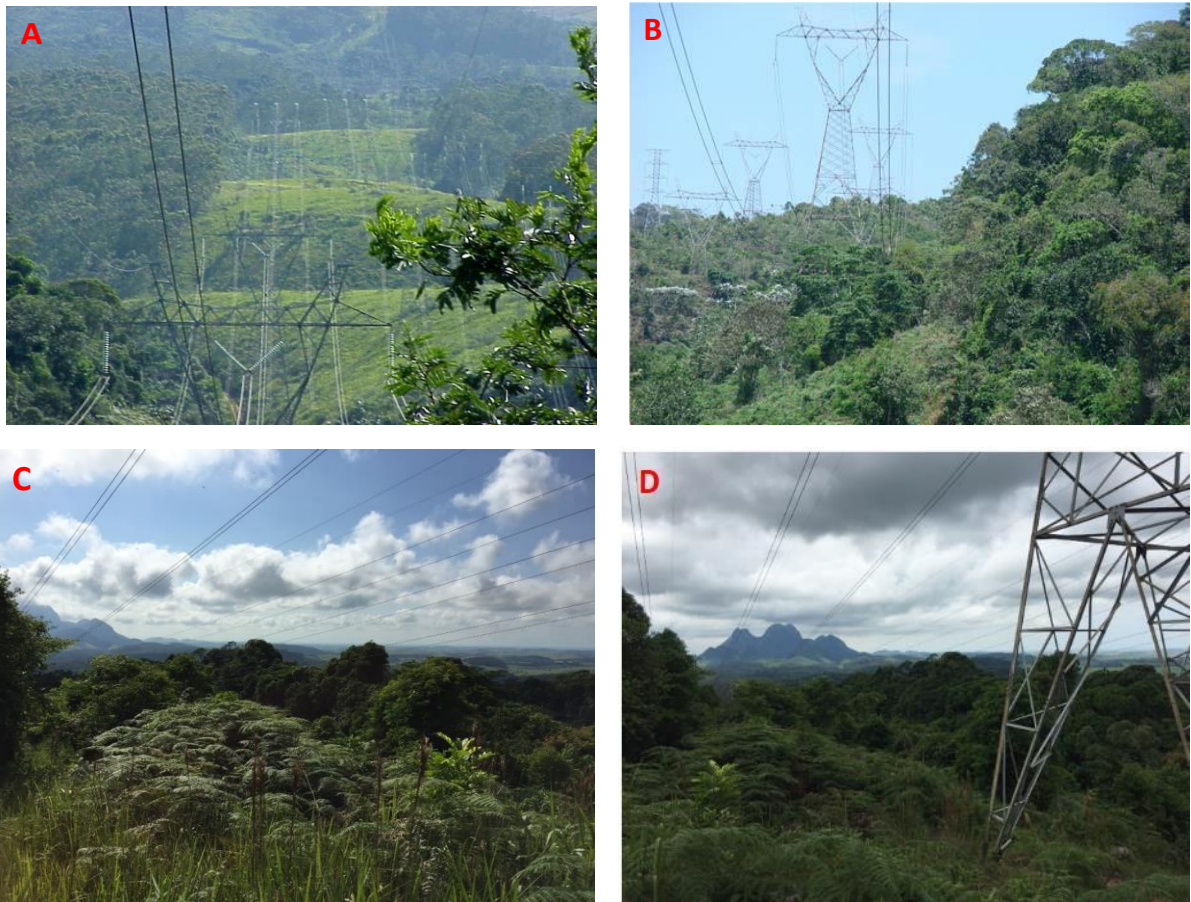
Já as parcelas na borda de Gasoduto (GA1, GA2, GA3, GA4), foram denominadas desta forma pois a Petrobras implementou um duto subterrâneo para transporte de combustíveis. Este tratamento possui uma abertura linear de um grande corredor desmatado, criado na década de 1980 com aproximadamente 50 m de largura, uma vegetação com hábitos herbáceos devido ao manejo de espécies arbóreas (ICMBIO,2008). A mata adjacente as bordas possuem sub-bosque bem desenvolvido, fisionomia homogêneas semelhantes ao interior florestal. Estudos anteriores demonstram maior dinâmica, maior densidade de indivíduos em relação ao interior e um pequeno porte arbóreo da comunidade ( $DAP \geq 10$ ) devido ao efeito de borda constante no limite abrupto que existe entre a borda e a matriz adjacente (Figura 6).





**Figura 6** - Foto de um trecho do tratamento borda do gasoduto (GA) na REBIO União, RJ. Fonte: A – B; Reis, B.N (2018).

As parcelas do outro tratamento na borda do fragmento, foi denominada borda de Rede Elétrica (RE1, RE2, RE3, RE4) possuem aproximadamente 100 m de largura (Figura 1), este tratamento é a área onde está instalada a rede de transmissão implantada por Furnas na década de 1960. Neste tratamento a vegetação apresenta uma heterogeneidade, hábito herbáceo arbustivo e a presença de lianas próximas as bordas (RODRIGUES, 2004) (Figura 7). Nesta área não ocorre manejo da vegetação desde o ano 2000, onde foi verificado que as torres tem altura suficiente para que sejam estabelecida a regeneração da vegetação nestas áreas sem que ocorra risco para o sistema de transmissão (PEIXOTO, G. L. & COSTA JUNIOR, W. J., 2004; ICMBIO 2008).



**Figura 7** - Vista de uma das torres da rede elétrica e um trecho da vegetação que compõe o as parcelas permanentes no tratamento localizado na borda da rede elétrica (RE). Fonte: A- Nascimento, M.T. (2004); B- Prieto, P. (2008) ; C – D Reis, B.N. (2018).

Conforme citado anteriormente, outras pesquisas utilizaram os mesmos sítios amostrais. Abaixo estão sintetizado alguns dos resultados obtidos nos tratamentos (GA, RE, IN) para a caracterização da floresta ombrófila da Reserva Biológica União (Tabela 1).

**Tabela 1** – Caracterização estrutural arbórea, dinâmica e os aspectos nutricionais do solo e da serrapilheira, nas bordas de Rede Elétrica (RE), Gasoduto (GA) e no interior (IN). Dados obtidos por estudos anteriores no fragmento de floresta ombrófila densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

<b>Parâmetros Fitossociológicos</b>	<b>ANO</b>	<b>GA</b>	<b>RE</b>	<b>IN</b>	<b>Referência</b>
<b>Diâmetro Altura Peito (DAP)</b>	-	≥10	≥10	≥10	Rodrigues,2004
<b>Número de Indivíduos (NI)</b>	<b>2001</b>	319	330	240	Rodrigues,2004
	<b>2008</b>	338	302	234	Gabriel, 2009
<b>Shannon H' – Média</b>	<b>2001</b>	3,40	3,17	3,55	Rodrigues,2004
	<b>2008</b>	3,19	3,54	3,55	Gabriel, 2009
<b>Riqueza de espécies S' - Média</b>	<b>2001</b>	44,70	42,20	42,70	Rodrigues,2004
	<b>2008</b>	41,00	45,75	39,75	Gabriel, 2009
<b>Densidade vivos (indiv.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>2001</b>	820	838	610	Rodrigues,2004
	<b>2008</b>	760	853	590	Gabriel, 2009
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>.ha)</b>	<b>2001</b>	25,88	31,90	40,58	Rodrigues,2004
	<b>2008</b>	25,43	34,75	40,70	Gabriel, 2009
<b>Dinâmica da Comunidade</b>					
<b>Taxa anuais de Mortalidade (%)</b>	<b>2001-2002</b>	4,3+4,8	1,7+1,7	1,6+1,5	Rodrigues,2004
	<b>2007-2008</b>	0.4+0.7	0.3+0.6	0+0	Gabriel, 2009
<b>Taxa Recrutamento (%)</b>	<b>2001-2002</b>	1,8+1,2	0,9+0,6	0,5+0,9	Rodrigues,2004
	<b>2007-2008</b>	3,1+4,0	3,3+1,0	0,4+0,9	Gabriel, 2009
<b>Taxas anuais de Rotatividade (turnover) (%)</b>	<b>2001-2002</b>	3,1+2,1	1,3+0,9	1,1+1,2	Rodrigues,2005
	<b>2007-2008</b>	1.7+2.4	1.8+0.7	0.2+0.4	Gabriel, 2009
<b>Solo Superficial ( 0-10 cm) e Serrapilheira</b>					
<b>C (%)</b>	<b>2001</b>	3,89 - 4,93	3,29 - 4,77	3,04 - 3,90	Gama,2005
<b>N (%)</b>	<b>2001</b>	0,18 - 0,27	0,25 - 0,30	0,29 - 0,37	Gama,2005
<b>Ca (meq.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>2001</b>	2,12 - 2,51	2,22 - 2,79	2,01 - 2,88	Gama,2005
<b>K (meq.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>2001</b>	1,51 - 1,63	1,31 - 1,65	1,65 - 1,79	Gama,2005
<b>Mg (meq.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>2001</b>	3,47 - 3,98	3,67 - 3,77	2,64 - 3,31	Gama,2005
<b>Camada Total de Serrapilheira (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>2002</b>		8,67	7,49	Gama,2005
<b>Frações (Folha) (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>2002</b>		1,99	2,47	Gama,2005
<b>Produção de Serrapilheira ( t.ha<sup>-1</sup> 360<sup>d</sup> )</b>	<b>2002</b>		9,16 ± 1,57	9,38 ± 0,79	Nascimento,2005

### 3.2. Estrutura Arbórea e Composição Florística

Foram avaliados neste estudo, os dados de estrutura e dinâmica da comunidade arbórea. Esses são dados de remedições que foram realizadas nos meses de Março de 2001, 2004, 2005, 2008 e 2012 obtidos através da parceria entre as instituições UENF e JBRJ.

As árvores medidas em tais censos, foram remedidas em Março 2018 e os recrutas adicionados a base de dados. Foram obtidas a medida do diâmetro altura do peito (DAP) através de fita diamétrica. A altura dos indivíduos arbóreos foi feita pelo método de estimativa visual.

O material botânico para identificação suplementar foi coletado e sua florística feita através de indentificação de acordo com sistema *Angiosperm Phylogeny Group* IV (APG IV 2016) e através de consulta bibliográficas e consulta a especialistas. Os espécimes testemunhos depositados no herbário do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (HUENF) com duplicatas enviadas ao herbário do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

A avaliação da variação temporal da estrutura e composição florística (APÊNDICE A) das parcelas foi feito no anos de 2001, 2004, 2008, 2012, 2018). As métricas utilizadas para avaliar a dinâmica da comunidade foram feita através da análise dos parâmetros fitossociológicos: número de indivíduos (N), número de espécies (N<sup>o</sup>Sp), porcentagem de espécies (%Sp), densidade (D), frequência (F), área basal (AB), dominância (Do), Índice valor de importância (IVI), Índice valor de cobertura (IVC) (MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG 1974). Além destes parâmetros, também foram calculados os Índices de diversidade de Shannon-WIENER (H') e equidade de Pileou (J'). Os cálculos foram realizados utilizando o Programa Fitopac (SHEPHERD, 2010).

Os parâmetros N, NS foram utilizados para espécies, pois representam medidas simples, diretas e altamente informativas. Entretanto, para os outros parâmetros fitossociológicos são utilizadas cálculos citados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Parâmetros fitossociológicos utilizados na avaliação estrutural da comunidade arborea (DAP > 10 cm) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

<b>Parâmetros fitossociológico</b>	<b>Fórmulas</b>
Abundância (n)	NºInd por espécie ou comunidade
Densidade (D) (ind.ha <sup>-1</sup> )	NºInd por unidade de área
Densidade absoluta (DA) (ind.ha <sup>-1</sup> )	DA = n/A
Densidade relativa (DR) (%)	DR = (n/N) x 100
Frequência (F)	Nº de parcelas que ocorre a espécie
Frequência absoluta (FA) (%)	FA = (Pi / P) x 100
Frequência relativa (FR) (%)	FR = (FAi / ∑ FA) x 100
Área Basal (AB)	AB = DAP <sup>2</sup> /4π
Dominância (Do)	AB = π / 4 x d <sup>2</sup>
Dôminância Absoluta (DoA)	DoA= AB/A
Dôminância Relativa (DoR)	DoR= (AB/∑ AB) x 100
Índice de Valor de Importância (IVI)	IVI = DR + DoR + FR
Índice de Valor de Cobertura (IVC)	IVC = DR + DoR

\* n, número de indivíduos da i-ésima espécie; N, número total de indivíduos amostrados; A, área; Pi, nº de parcelas que a espécie ocorre; P, nºtotal de parcelas amostradas; FAi, Frequência absoluta de uma espécie; DAP, diâmetro altura do peito; π, pi; d, diâmetro de cada indivíduo.

A diversidade é o conjunto de espécies e com o seu número de representantes, esse parâmetro foi calculado através da fórmula:

**Equação (1)**

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

A equabilidade de pielou (J') representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes, esse é calculado através da fórmula:

**Equação (2)**

$$J' = \frac{H'}{H \text{ máx}}$$

\* H' índice de diversidade de Shannon-Weaver; ni, número total de indivíduos amostrado da i-ésima espécie; N, número total de indivíduos amostrados; S, número total de espécies amostradas; ln, logaritmo de base neperiana; J, Equalibilidade de Pielou; H máx= ln(S).



A distribuição diamétrica dos dados foi feita utilizando-se o número de indivíduos e biomassa em relação ao tamanho do diâmetro a altura do peito (DAP  $\geq$  10). Para isso, utilizamos 4 classes de distribuição (10-20 / 20-30 / 30-40 / > 40 cm). Seguindo a mesma lógica de distribuição para grupo ecológico, foi distribuído em pioneira (P), secundária inicial (SI) e secundária tardia (ST), segundo a classificação GANDOLFI (1995).

A avaliação da riqueza entre os anos foram feitas através de curva de rarefação nas áreas entre os anos considerado os ano de 2001, 2004, 2008, 2012, 2018 (GOTELLI & GRAVES, 1996).

### 3.3. Estimativa de Biomassa e Carbono

A estimativa da biomassa acima do solo (BAS) foi feita para árvores com diâmetro a altura do peito (DAP)  $\geq$ 10 cm, através da equação alométrica amplamente utilizada em estudos de florestas úmidas incluindo a Mata Atlântica, elaborada por (CHAVE *et al.*, 2005):

#### Equação (3)

$$BAS = \rho X \exp(-1.499 + 2.148 \ln(DAP) + 0.207(\ln(DAP))^2 - 0.0281 \ln(DAP))^3$$

A equação a baixo foi utilizada para a estimativa de carbono das palmeiras, segundo Hughes *et al.* (1999):

#### Equação (4)

$$BAS_p = \exp(((5,7236 + 0,9285 \ln(DAP^2)) \times 1,05001)/10^3$$

Onde BAS (Árvores e Palmeiras) é biomassa acima do solo,  $\rho$  é a densidade específica da madeira (g/cm<sup>3</sup>) e DAP é Diâmetro a altura do peito (cm). Os valores de  $\rho$  utilizados foram de base de dados da Global Wood Density (GWD), Lima (2008); Nogueira *et al.*, (2007); Chave (2005); Fearnside (1997). Quando não houver disponibilidade do dados na literatura foi feita uma média de espécies do gênero.

Para avaliar as variações temporais na biomassa, foram utilizados todos os os censos existentes no período (2001,2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2018), para cada uma das parcelas permanentes estabelecidas. Os dados de estimativa de carbono foram calculados através da conversão de biomassa em carbono (C). Assumiremos que a biomassa seca é 47,3% de C (MALHI *et al.*, 2013).

### 3.4. Dinâmica da comunidade arbórea

Em relação a dinâmica de biomassa nas espécies, foram selecionadas a partir do primeiro censo (2001) as 15 principais espécies em relação ao Índice de Valor de Cobertura (Apêndice B - F) e acompanhado as mudanças no Rank nos outros censos realizados.

Os ganhos e/ou perdas dos últimos 18 anos, foram feitos utilizando-se todos os censos existentes em cada uma das parcelas permanentes. As remedições foram feitas na estação chuvosa (Março). As alterações na estrutura e dinâmica da comunidade de árvores foram avaliados através dos censos com medição DAP  $\geq 10$ cm.

As taxas de dinâmica da comunidade arbórea foram analisadas através do número de indivíduos arbóreos, recrutados, mortos e mudança na biomassa baseados nos trabalhos de dinâmica (SHEIL *et al.*, 1995; SHEIL & MAY, 1996; LEWIS *et al.*, 2004).

As taxas anuais médias de mortalidade (**M**), recrutamento (**R**), mudança no número de árvores (**MN**) e rotatividade de árvores (**RN**) foram calculadas por meio das expressões exponenciais (Equações 5). Sendo  $t$ , a variação de tempo entre os inventários; **N<sub>0</sub>** e **N<sub>t</sub>**, respectivamente, as contagens inicial e final de árvores individuais; **m** e **r** são, árvores mortas e recrutadas. A seguir são demonstrada as fórmulas para cálculo dos parâmetros acima citados:

**Equações (5)**

$$M = \{1 - [(N_0 - m)/N_0]^{1/t}\} \times 100$$

$$R = [1 - (1 - r/N_t)^{1/t}] \times 100$$

$$MN = [(N_t/N_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

$$RN = (r + m)/2$$

Em relação a dinâmica da biomassa, foram feitas as avaliações de Mudança de biomassa (**MBAS**) e variação de biomassa ( **$\Delta$  BAS**) através das fórmulas (Equações 6), sendo a variação biomassa, **BAS<sub>0</sub>** e **BAS<sub>t1</sub>**, respectivamente, as biomassa inicial e final de árvores individuais; **t<sub>1</sub>** e **t<sub>2</sub>** representando tempo inicial e final. A seguir são demonstrada as fórmulas para cálculos dos parâmetros acima citados:

**Equações (6)**

$$MBAS = [(BAS_t/BAS_0)^{1/t} - 1] \times 100$$

$$\Delta BAS = BAS_{t2} - BAS_{t1}$$

### 3.5. Análises dos Dados

Para verificar a normalidade das distribuições dos dados através de análise, foi realizado o teste de Shapiro-Wilks ( $p < 0,05$ ), além da verificação visual dos gráficos dos quartis normais (QQ/Plot). Quando necessário, foram feitas transformações (quadráticas) nos dados afim de atender a premissa de normalidade em dados que não seguiam a distribuição normal, utilizando a função de máxima verossimilhança (*boxcox*, pacote *MASS*; Venables & Ripley, 2002). Essas foram realizadas com objetivo de garantir a homocedasticidade dos dados.

A comparação dos parâmetros estruturais entre os anos, tratamentos, classe diamétrica (indivíduo), densidade e área basal foram avaliadas através de Análise de variância repetida (*Anova repeted*), para todo o período considerado cada etapa do estudo (2001-2018). A riqueza de espécies entre os anos foi avaliada através de curvas de rarefação (Bootstrap 1000 com Intervalo de 95 % confiança) para cada área deste estudo.

A comparação da BAS entre os tratamentos de borda (GA, RE) e interior florestal (IN) e entre tempo foram avaliadas através de Anova de medidas repetidas aninhada (*Anova repeted nested*) para todo o período (2001-2018). Quando houve diferença estatística, foram feitos a posteriori o teste de Tukey HSD ( $p < 0,05$ ) (*TukeyHSD*, pacote *base*, R Core Team, 2019), para verificar a diferença entre os tratamentos amostrados com a identificação das letras (pacote *Agricolae*; Mandiburu, 2019). A mesma anova foi utilizada para a comparação entre as classes diamétricas, estágios sucessionais.

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico R for Windows 3.6.0 (R CORE TEAM, 2019).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estrutura e Composição Florística

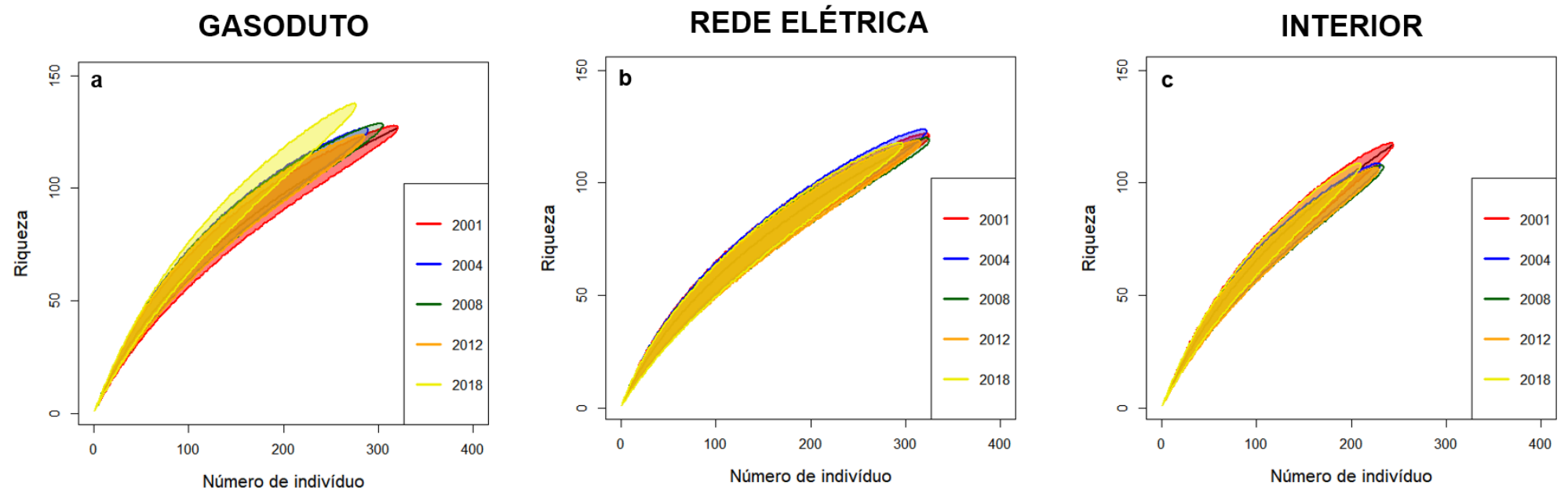
O parâmetro estrutural densidade arbórea, apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. O interior florestal (IN) teve densidade menor que nas bordas (GA,  $p = 0,00130$ , RE,  $p = 0,00002$ ), (Tabela 3). Entretanto, não foram encontradas diferenças estatísticas entre as bordas ( $p = 0,40023$ ), entre os anos ( $p = 0,602$ ), ou na interação ano x tratamentos ( $p = 1,000$  *Anova repetida*) na densidade arbórea ao longo dos 18 anos de estudo (Tabela 3, Apêndice G).

A área basal total, apresentou diferença entre os tratamentos. O Interior teve uma área basal significativamente maior que o GA ( $p = 0,0000001$ ) e semelhante a RE ( $p = 0,1098814$ ); também houve diferença entre bordas (RE-GA,  $p = 0,0001863$ ) (Tabela 3, Apêndice G). Não foi encontrada diferença entre os anos ( $p = 0,943$ ) ou entre a interação anos x tratamento ( $p = 0,926$ ; *Anova repetida*).

Quanto aos índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equidade de Pileou ( $j'$ ) não foram observadas diferenças entre as áreas ou anos (Tabela 3). Entretanto, GA foi o único tratamento a apresentar uma mudança na riqueza de espécies após 18 anos de monitoramento (Figura 8).



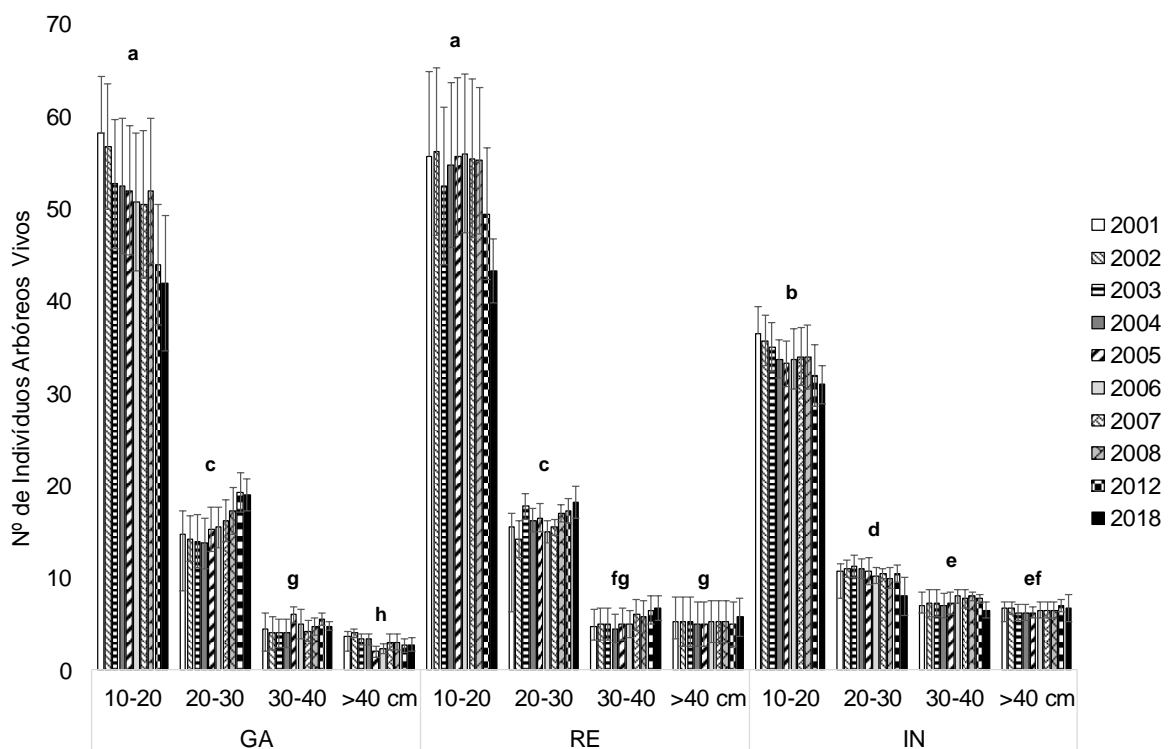
De uma maneira geral, as curvas de rarefação das três tratamentos (GA, RE, IN) indicaram que as riquezas de espécies arbóreas não atingiram assíntotas em nenhum dos anos estudados (2001, 2004, 2008, 2012 e 2018) (Figura 8) . No GA foi possível observar um aumento na riqueza para o ano de 2018 (Figura 8a). A sobreposição dos intervalos de confiança tanto no RE quanto no IN, demonstram que não existe diferença nas riqueza de espécies entre os anos (Figura 8b e 8c).



**Figura 8** - Curva de rarefação de número de indivíduos em relação a riqueza de espécies em bordas de gasoduto(GA) e rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

O padrão de distribuição de número de indivíduos por classe diamétrica das árvores para os três tratamentos foi o formato de J-reverso, com maior concentração de indivíduos nas primeiras classes (Figura 9).

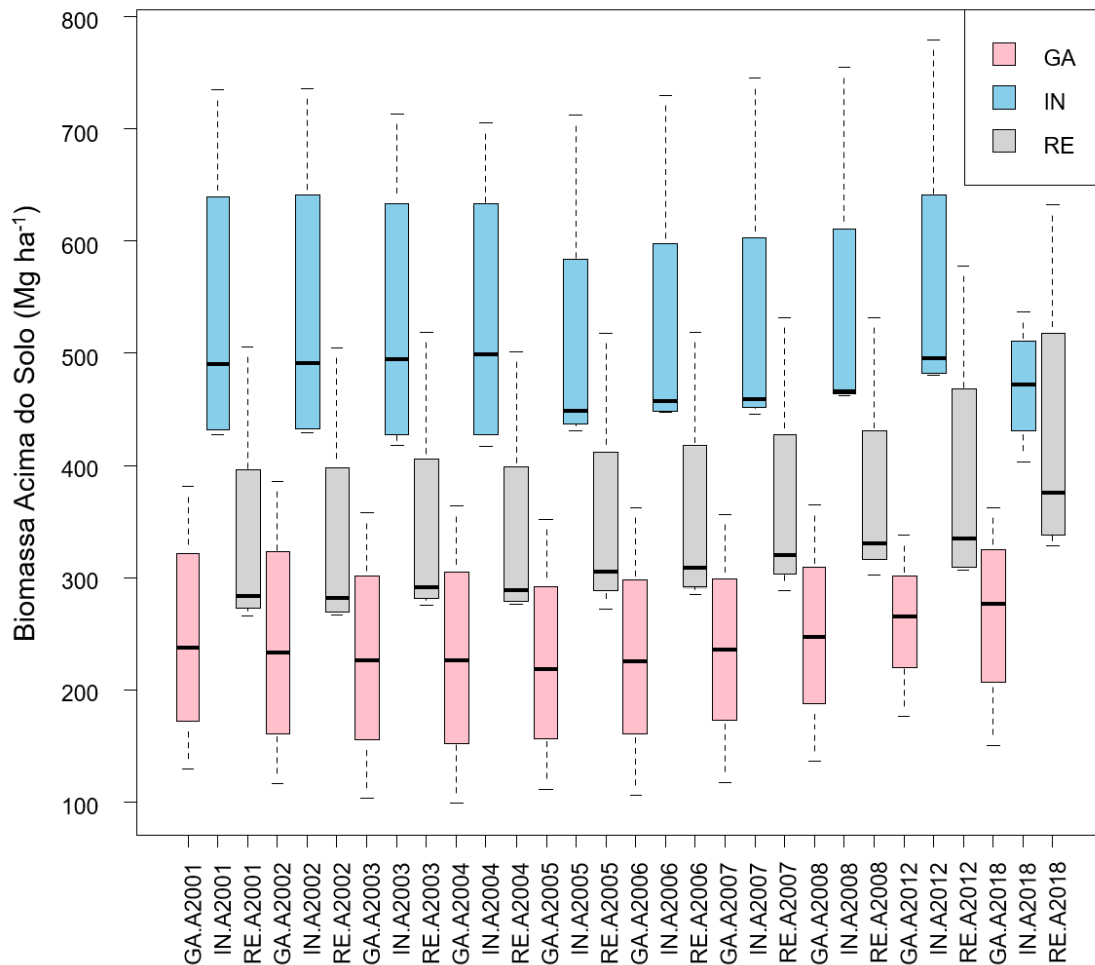
Quanto a distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos com DAP  $\geq 10$  cm na Reserva Biológica União, observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos amostrados. Entretanto, não foi possível observar diferença entre os anos avaliados. Os tratamentos das bordas (RE e GA) apresentaram maior número de indivíduos nas primeiras classes diamétricas (10-20 cm e 20-30 cm) em relação as demais classes de diâmetro ( $p < 0,05$ ), sendo estes significativamente maiores que no interior. As bordas possuem 70% de indivíduos distribuídos na classe inferior (10-20 cm), seguido pela classe de 20-30 cm (20%) e classe  $>40$ cm, com baixa quantidade de indivíduos (10%). Já o interior apresentou 60 % das árvores nas menores classes (10-20 cm) e 40% distribuído de forma similar nas demais classes de tamanho (Figura 9).



**Figura 9** - Número de indivíduos arbóreos por classes diamétrica (DAP  $\geq 10$  cm) nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. Letras diferentes representam diferenças significativas entre classes diamétricas e tratamentos. (*Anova repeted*,  $p < 0,05$ .  $N_{tratamento} = 4$  parcelas (0,1 ha)).

## 4.2. Biomassa e Carbono Arbóreo Acima do solo

Considerando a variação temporal média de BAS para todo o período (2001 a 2018), o interior (535,16 a 470,87) teve estoque de biomassa significativamente maior em relação as bordas ( $p < 0,05$ ). Contudo, não foram verificadas diferenças entre as bordas (RE= 360 Mg/ha, GA= 240 Mg/ha) (Figura 10).



**Figura 10** - Boxplot de distribuição de biomassa acima do solo (BAS) de árvores ( $dap \geq 10$  cm) no período de 18 anos (2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2012, 2018), nas bordas de Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras horizontais negras representam valor mediano, caixas representam primeiro e terceiro quartis e barras pontilhadas indicam o whiskers. As comparações estatísticas foram feitas através da *Anova repeted nested*, teste tukey  $p < 0,05$ .  $N_{tratamento} = 4$  parcelas (0,1 ha).



Portanto, na comparação de BAS entre tratamentos, foi observado uma diferença significativa entre os tratamentos de borda e interior ( $p= 0,0169^*$ , *Anova Repeted nested*), assim como para cada ano amostrado separadamente (Figura 10).

Após 18 anos, foi observado que não houve diferença significativa entre os valores de BAS entre os censos ( $p=0,297$ , *Anova Repeted nested*). Entretanto, a variação de BAS nos tratamentos nas bordas entre os períodos de 2001 a 2018 na RE foi de 334,36 a 427,63 Mgha<sup>-1</sup> e no GA foi de 245,92 a 266,03 Mgha<sup>-1</sup>.

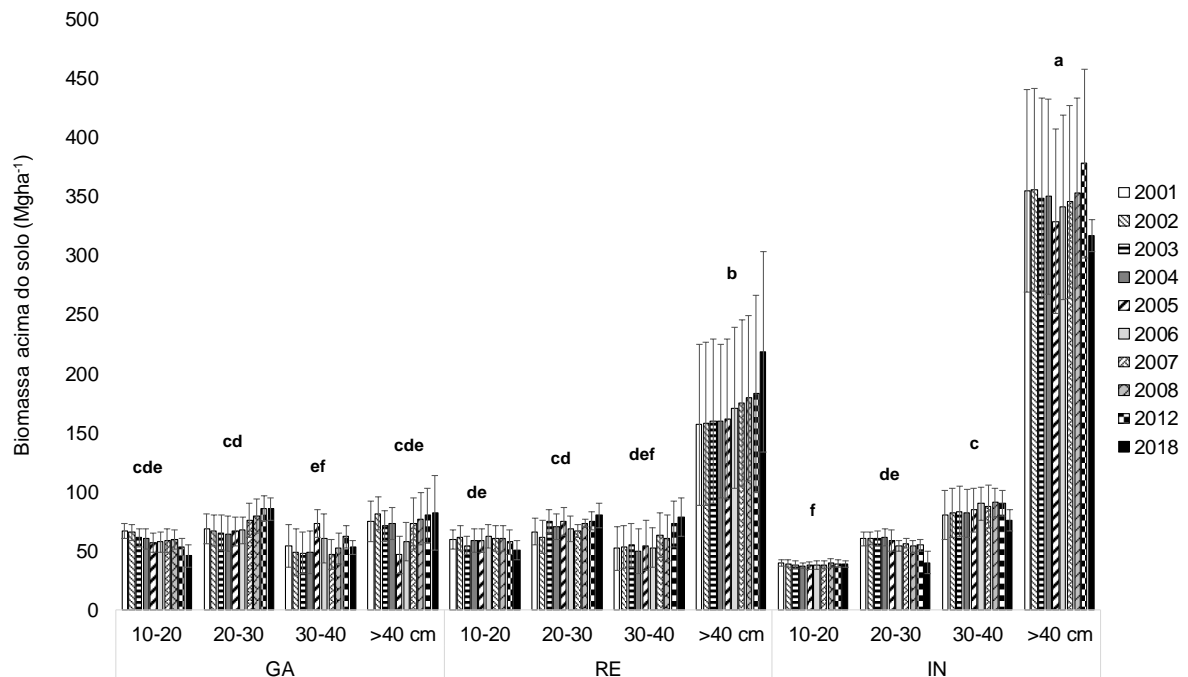
Já no interior foi observado que no último intervalo (2012-2018), houve um decréscimo de biomassa (IN= 535,16 a 470,87 Mg C ha<sup>-1</sup>), embora não significativo (Figura 10).

O estoque de carbono total arbóreo no período de 2001 a 2018, apresentou menores valores nos tratamentos de borda (GA=116,32 a 125,83 Mg C ha<sup>-1</sup>; RE= 158,15 a 202,27 Mg C ha<sup>-1</sup>) e maiores no interior (IN= 253,13 a 222,72 Mg C ha<sup>-1</sup>), seguindo o mesmo padrão observado nos dados de biomassa (Tabela 4).

**Tabela 4** - Variação temporal média do estoque de carbono e biomassa arbórea acima do solo em bordas de gasoduto (GA) e Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.\* Letras diferentes indicam diferença estatística entre tratamentos. Colunas (anos) não apresentam diferença estatísticas (*Anova repeted*).  $N_{tratamento} = 4$  parcelas (0,1 ha).

TRATAMENTOS	*	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2012	2018	
GA	BIOMASSA (Mgha <sup>-1</sup> )	b	245,92 ±52,56	241,91 ±56,39	227,77 ± 52,48	228,14 ± 54,79	224,09 ± 49,62	229,26 ± 52,44	236,27 ± 48,95	248,67 ± 46,83	260,70 ± 32,83	266,03 ± 43,86
	ESTOQUE DE CARBONO (MgCha <sup>-1</sup> )	b	116,32 ±24,86	114,42 ±26,67	107,73 ± 24,82	107,91 ± 25,92	105,99 ± 23,47	108,44 ± 24,81	111,76 ± 23,15	117,62 ± 22,15	123,31 ± 15,53	125,83 ± 20,75
RE	BIOMASSA (Mgha <sup>-1</sup> )	b	334,36 ±57,52	333,28 57,48	343,58 ± 58,50	338,76 ± 54,41	349,58 ± 56,57	354,64 ± 55,01	365,22 ± 56,09	373,44 ± 53,05	388,27 ± 64,29	427,63 ± 70,10
	ESTOQUE DE CARBONO (MgCha <sup>-1</sup> )	b	158,15 ±27,20	157,64 ±27,19	162,51 ± 27,67	160,23 ± 25,73	165,35 ± 26,76	167,74 ± 26,02	172,75 ± 26,53	176,64 ± 25,09	183,65 ± 30,41	202,27 ± 33,16
IN	BIOMASSA (Mgha <sup>-1</sup> )	a	535,16 ±71,60	536,93 ±71,56	530,02 ±68,05	530,13 ±66,59	509,81 ±67,74	522,55 ±69,13	527,28 ±72,76	537,21 ±72,42	562,16 ±72,37	470,87 ±27,74
	ESTOQUE DE CARBONO (MgCha <sup>-1</sup> )	a	253,13 ±33,86	253,97 ±33,85	250,70 ±32,19	250,75 ±31,50	241,14 ±32,04	247,17 ±32,70	249,40 ±34,42	254,10 ±34,25	265,90 ±34,23	222,72 ±13,12

Quanto a distribuição de biomassa acima do solo em classes diamétricas na floresta da Rebio União, foram observadas distribuições assimétricas, tendendo para a direita no interior e na borda do RE, com maior concentração de biomassa nas classes > 40 cm (Figura 11).

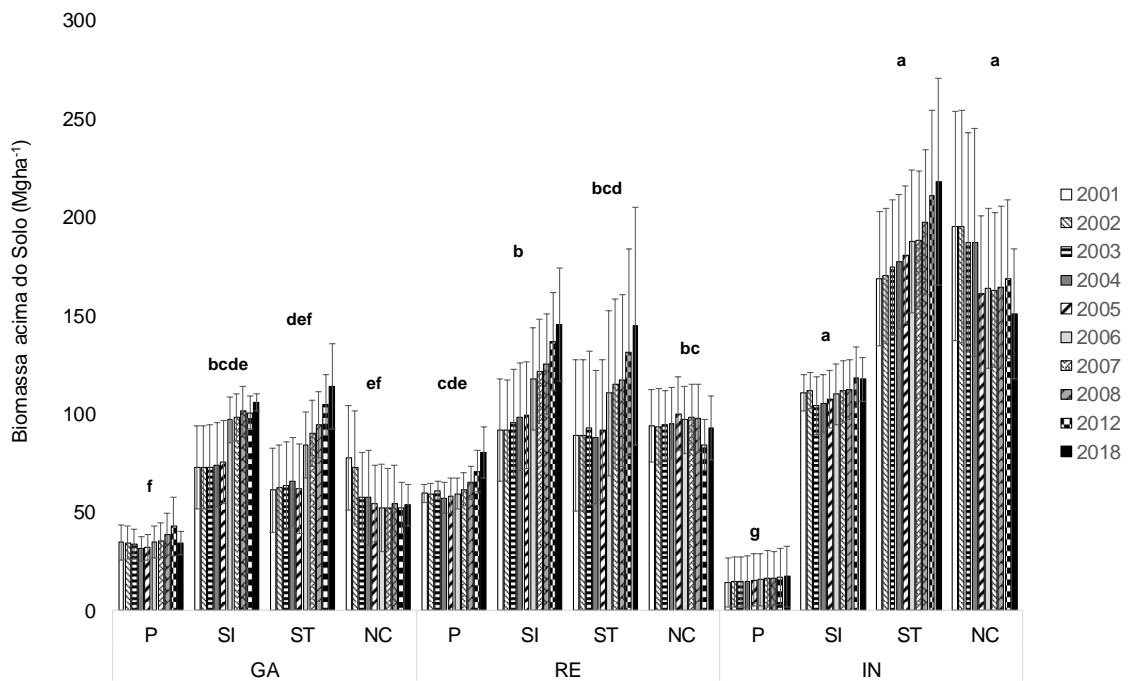


**Figura 11** - Estoque de biomassa arbórea acima do solo por classe diamétrica (cm) de árvores no período de 18 anos nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) na Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão.  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha).

No interior a maior quantidade de biomassa foi estocada nas grandes árvores (> 40 cm, 65 %), sendo menos representada nas árvores intermediárias (20-40cm, 26%) e pouco nas árvores pequenas (10-20cm), com apenas 7% de biomassa. A borda da RE apresentou um equilíbrio na distribuição da biomassa nas árvores das classes inferiores (10-20, 20-30, 30-40), sendo esta de 15 % a 20% do total da biomassa de cada classe e 47 % estocada na classe > 40 cm. Já o gasoduto teve um padrão de distribuição da biomassa uniforme entre as classes diamétricas, com aproximadamente de 20 % a 30 % de BAS em cada classe (Figura 11).

Considerando o estoque de biomassa em grupos ecológicos como um todo, na floresta ombrófila da Rebio União, o grupo das pioneiras (P) apresentou menor quantidade de biomassa (15 % do total), seguida das secundárias inicial (SI) (30 %) e tardia (ST) (30%) (Figura 12). As árvores não classificadas (NC) representaram 25% das árvores no geral (Figura 12), não sendo consideradas em termos de análises de

dados. Essa classe representa a ausência de informação a respeito da classificação das espécies, dificultada pela alta diversidade da área de estudo. Nas áreas de borda a BAS está distribuída entre os grupos SI (30%) e ST (30%), enquanto que as pioneiras apresentaram menor acúmulo de biomassa (13-16%). Já no interior foi observado ainda uma menor contribuição da biomassa de árvores pioneiras (3%), e maior participação das secundárias iniciais (22 %) e tardias (38 %) na biomassa estocada nesse tratamento (Figura 12).



**Figura 12** - Biomassa arbórea acima do solo por grupo ecológico no período de 18 anos, na Rede elétrica (RE), Gasoduto (GA), Interior (IN) na Floresta Ombrófila, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Barras representadas no gráfico indicam o desvio padrão. P= Pioneira, SI= Secundária Inicial, ST= Secundária Tardia, NC= Não Classificadas.  $N_{tratamento} = 4$  parcelas (0,1 ha).

Para uma avaliação da BAS por espécie, consideramos cinco períodos amostrais por tratamento (2001, 2004, 2008, 2012, 2018) (Tabela 5), já que não houve uma variação de BAS entre os períodos avaliados. Podemos observar que as quinze principais espécies mais importantes no fragmento florestal estudado em relação ao IVC (APÊNDICE B -F), representaram 48% da biomassa arbórea total nas bordas e 62% no interior. Indicando que essas representam as espécies com maior estoque de carbono para a Reserva Biológica União (Tabela 5).

Entre as espécies que tem mais biomassa, podemos observar que no GA as espécies mais representativas foram *Ecclinusa ramiflora* Mart., *Lecythis lanceolata* Poir. e *Rinorea guianensis* Aubl. Diferentemente do anterior, a borda RE foi melhor representada pelas espécies *Lecythis pisonis* Cambess, *Cupania racemosa* (Vell.) Radlk. e *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Maçar. No IN os maiores estoques de biomassa foram representados pelas espécies *Ficus gomelleira* Kunth, *Pradosia kuhlmannii* Toledo e *Micropholis crassipedicellata* (Mart. & Eichler) Pierre (Tabela 5).

Algumas espécies estão presentes exclusivamente em um tratamento e em outros casos existe uma semelhança entre as espécie de maior biomassa nos tratamentos. As especeis *Senefeldera verticillata*, *Rinorea guianensis* foram representativas em biomassa para todos os tratamentos estudados. Ao contrário, foram observados que as espécies *Miconia cinnamomifolia*, *Miconia lepidota* e *Cupania racemosa* ocorreram com grande biomassa, porém restritas aos tratamentos de borda (RE ou GA). Enquanto que *Ficus gomelleira* e *Pradosia kuhlmannii* foram importantes para tratamento de interior. Observa-se que uma espécie exótica *Artocarpus heterophyllus* Lam (Jaqueira) esta estocando uma grande biomassa na rede elétrica (Tabela 5).

Quanto a variação de biomassa observada ( $\Delta$  BAS), após o período 18 anos constatamos que os tratamentos de bordas tiveram ganho de biomassa no período com maiores valores nas bordas RE (93,28 Mg/ha<sup>-1</sup>) seguido de GA (20,11 Mg/ha<sup>-1</sup>). o tratamento IN sofreu perda de biomassa (-64,30 Mg/ha<sup>-1</sup>) (APÊNDICE - H). Em relação as espécies que ganharam mais biomassa no gasoduto foram as espécies *Lecythis lanceolata* e *Pseudopiptadenia contorta* e *Senefeldera verticillata*; na rede elétrica as espécies *Lecythis pisonis*, *Eriotheca pentaphylla* e *Miconia cinnamomifolia* e no interior *Tachigali denudata*, *Virola bicuhyba*, *Micropholis crassipedicellata* (Tabela 5).

Em relação a perda de biomassa pelas espécies mais representativas nos tratamentos após 18 anos, podemos ver maior perda no interior (115,83 Mg/ha<sup>-1</sup>) seguida de gasoduto (42,17 Mg/ha<sup>-1</sup>,) e a menor rede elétrica (3,15 Mg/ha<sup>-1</sup>) (Tabela 5). No que diz respeito a perda nos períodos amostrados, podemos verificar que não foi possível observar um padrão nas variações dos dados. Entretanto foi constatado que no período de 2001-2004 o gasoduto (28,92 Mg/ha<sup>-1</sup>), sofreu uma perda superior a interior (13,19 Mg/ha<sup>-1</sup>) e rede elétrica (3,94 Mg/ha<sup>-1</sup>). Na rede elétrica a maior perda está relacionada ao período (2008-2012). Enquanto que no interior a maior perda foi no período de 2012 a 2018, esse está ligado a morte da grande árvore da espécie *Ficus gomelleira* que resultou na perda de 65 Mg/ha no interior (Tabela 5).

As espécies que sofreram maior perda de biomassa no GA foram *Miconia lepidota* (-100%), *Ocotea insignis* (-100%), *Myrcia splendens* (-100%), *Indeterminada* (-100%), seguido das espécies *Rinorea guianensis* (-95%) e *Ecclinusa ramiflora* (-32%); No Interior as espécies *Beilschmiedia fluminensis*, *Oreopanax capitatus*, *Ficus gomelleira* com 100% de perda de biomassa, assim como no GA a espécie *Ecclinusa ramiflora* (-57%) também apresentou perda, além destas, também foram observadas as espécies *Guapira opposita* (37%), *Helicostylis tomentosa* (18%), *Rinorea guianensis* (-11 %) entre as espécies que apresentaram perda de biomassa. Na borda da rede elétrica foram observadas perdas nas espécies *Euterpe edulis* e *Cecropia hololeuca* (100%), *Astrocaryum aculeatissimum* (8%) após o final do período.

Em relação aos dados de mudança de biomassa não foram observado padrões no estoque de biomassa das espécies. Entretanto, o tratamento GA teve uma maior mudança nas espécies *Senefeldera verticillata* (56%), *Lecythis lanceolata* (49%), *Vochysia angelica* (48%), *Pseudopiptadenia contorta* (44%); na RE as espécies são *Miconia cinnamomifolia* (120%), *Cabrlea canjerana* (58%), *Mabea fistulifera* (55%) e *Senefeldera verticillata* (42%) e no interior as espécies *Tachigali denudata* (38%), *Chrysophyllum splendens* (35%), *Micropholis crassipedicellata* (32%) e *Virola bicuhyba* (29%) (Tabela 5).

**Tabela 5** - Biomassa acima do solo (BAS), mudança de biomassa acima do solo ( $\Delta$  BAS) e % Mudança de BAS em relação as de 15 espécies de maior IVC (cinco anos selecionados) em bordas de gasoduto (GA) e Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.  $N_{\text{tratamento}} = 4$  parcelas (0,1 ha).

Tratamento	Espécies	N° Ind	BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					$\Delta$ BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					% Mudança de Biomassa				
			2001	2004	2008	2012	2018	2001- 2004	2004- 2008	2008- 2012	2012- 2018	2001- 2018	2001- 2004	2004- 2008	2008- 2012	2012- 2018	2001- 2018
GA	<i>Senefeldera verticillata</i>	9	4,34	4,57	5,67	6,33	7,55	0,24	1,10	0,66	1,22	3,22	5,41	22,05	11,18	17,93	56,44
	<i>Vochysia angelica</i>	8	4,34	3,41	4,13	5,48	6,99	-0,93	0,72	1,35	1,51	2,65	-23,14	19,64	29,31	24,77	48,31
	<i>Brosimum guianense</i>	8	5,01	5,46	6,09	6,68	6,35	0,46	0,63	0,59	-0,34	1,34	8,85	11,03	9,43	-5,17	23,89
	<i>Guapira opposita</i>	7	6,17	6,38	6,68	7,48	7,84	0,21	0,30	0,80	0,36	1,67	3,35	4,63	11,48	4,67	24,07
	<i>Miconia lepidota</i>	13	6,38	0,00	2,00	3,26	0,00	-6,38	2,00	1,26	-3,26	-6,38	-100,00	0,00	52,10	-100,00	-100,00
	<i>Mabea fistulifera</i>	7	7,30	7,46	7,65	8,45	9,82	0,16	0,19	0,80	1,37	2,52	2,17	2,52	10,10	15,23	29,95
	<i>Ocotea insignis</i>	3	7,86	0,00	0,00	0,00	0,00	-7,86	0,00	0,00	0,00	-7,86	-100,00	0,00	4,00	6,00	-100,00
	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	20	8,03	6,76	11,81	14,73	6,69	-1,27	5,05	2,92	-8,05	-1,35	-16,70	59,80	22,75	-74,03	-18,25
	<i>Indeterminada</i>	7	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	-8,06	0,00	0,00	0,00	-8,06	-100,00	4,00	4,00	6,00	-100,00
	<i>Myrcia splendens</i>	10	8,82	7,33	7,67	5,40	0,00	-1,50	0,35	-2,27	-5,40	-8,82	-18,02	4,64	-33,58	-100,00	-100,00
	<i>Heisteria ovata</i>	3	9,69	10,23	10,29	10,51	11,42	0,55	0,06	0,22	0,90	1,73	5,56	0,54	2,16	8,28	16,51
	<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	2	9,86	10,38	11,90	12,89	15,24	0,52	1,53	0,98	2,35	5,37	5,16	13,96	8,00	16,99	44,07
	<i>Rinorea guianensis</i>	7	10,42	7,49	0,00	0,00	3,91	-2,93	-7,49	0,00	3,91	-6,51	-31,26	-100,00	4,00	6,00	-95,29
	<i>Lecythis lanceolata</i>	4	10,86	11,71	13,59	15,15	17,64	0,85	1,87	1,56	2,49	6,78	7,64	15,12	10,99	15,44	49,17
	<i>Ecclinusa ramiflora</i>	10	11,50	11,63	12,05	8,08	8,31	0,13	0,41	-3,97	0,23	-3,19	1,17	3,52	-38,05	2,80	-32,21
	<b>Outras espécies</b>	203	127,28	135,31	149,13	156,24	164,29	8,03	13,82	7,11	8,05	37,01	6,18	9,84	4,68	5,05	25,72
<b>Total</b>	<b>Biomassa (BAS)</b>	321	245,92	228,14	248,67	260,70	266,03	-17,78	20,53	12,03	5,34	20,11					

\* Valores Negativos representados na tabela fazem referência a perda de biomassa e valores positivo representam ganho de biomassa.

Tabela 5 – Continuação

Tratamento	Espécies	Nº Ind	BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					Δ BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					% Mudança de Biomassa				
			2001	2004	2008	2012	2018	2001-2004	2004-2008	2008-2012	2012-2018	2001-2018	2001-2004	2004-2008	2008-2012	2012-2018	2001-2018
RE	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i>	12	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,00	0,01	27,74	-6,02	-28,08	-7,98
	<i>Euterpe edulis</i>	11	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	-0,03	0,00	-100,00	0,00	0,00	-100,00
	<i>Cecropia hololeuca</i>	8	3,12	2,85	3,93	4,64	0,00	-0,27	1,08	0,71	-4,64	-3,12	-8,88	33,44	16,97	-100,00	-100,00
	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	10	4,56	5,59	9,50	12,68	14,57	1,03	3,91	3,18	1,89	10,01	21,03	56,75	29,96	14,06	120,25
	<i>Senefeldera verticillata</i>	10	4,58	5,04	6,10	6,32	6,98	0,46	1,05	0,22	0,66	2,40	9,72	19,44	3,56	10,06	42,60
	<i>Cabralea canjerana</i>	6	4,62	4,90	5,55	6,06	8,17	0,29	0,65	0,51	2,11	3,55	6,08	12,59	8,86	30,65	58,04
	<i>Mabea fistulifera</i>	12	6,96	7,52	8,97	11,05	11,97	0,56	1,44	2,08	0,92	5,01	7,90	17,94	21,41	8,09	55,11
	<i>Rinorea guianensis</i>	9	8,97	9,17	9,49	9,43	9,27	0,19	0,33	-0,06	-0,16	0,30	2,16	3,53	-0,63	-1,74	3,30
	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	15	10,23	10,32	11,78	12,98	14,31	0,09	1,45	1,20	1,33	4,08	0,89	13,38	9,86	9,83	33,87
	<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	13,49	13,63	14,60	14,62	15,08	0,14	0,97	0,01	0,46	1,59	1,02	6,93	0,08	3,14	11,15
	<i>Eriotheca pentaphylla</i>	1	15,08	18,11	17,82	19,91	22,94	3,03	-0,29	2,09	3,03	7,86	18,90	-1,62	11,26	14,32	42,49
	<i>Astronium sp1</i>	4	17,26	17,74	19,27	21,11	22,75	0,48	1,52	1,84	1,64	5,48	2,76	8,33	9,24	7,51	27,81
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	3	19,87	20,65	22,36	24,17	25,83	0,78	1,71	1,82	1,65	5,96	3,86	8,05	7,88	6,65	26,42
	<i>Cupania racemosa</i>	37	21,56	21,60	24,57	26,00	26,95	0,04	2,97	1,43	0,95	5,39	0,19	13,08	5,71	3,59	22,45
	<i>Lecythis pisonis</i>	3	30,32	31,57	32,49	35,71	37,15	1,25	0,92	3,22	1,44	6,83	4,07	2,90	9,55	3,97	20,44
	<b>Outras espécies</b>	182	173,68	170,01	186,98	183,56	211,65	-3,67	16,97	-3,42	28,09	37,97	-2,13	9,63	-1,84	14,41	19,89
	<b>Total</b>	<b>Biomassa (BAS)</b>	325	334,36	338,76	373,44	388,27	427,63	4,41	34,67	14,83	39,36	93,28				

\* Valores Negativos representados na tabela fazem referência a perda de biomassa e valores positivo representam ganho de biomassa.



Tabela 5 – Continuação

Tratamento	Espécies	Nº Ind	BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					Δ BAS ( Mg / ha <sup>-1</sup> )					% Mudança de Biomassa				
			2001	2004	2008	2012	2018	2001- 2004	2004- 2008	2008- 2012	2012- 2018	2001- 2018	2001- 2004	2004- 2008	2008- 2012	2012- 2018	2001- 2018
IN	<i>Guapira opposita</i>	5	6,80	7,15	7,79	8,24	4,65	0,34	0,65	0,45	-3,59	-2,16	4,95	8,74	5,60	-54,58	-37,68
	<i>Brosimum glaziovii</i>	5	8,35	8,55	9,05	9,21	9,96	0,20	0,51	0,16	0,74	1,61	2,38	5,78	1,80	7,80	17,75
	<i>Beilschmiedia fluminensis</i>	5	8,43	8,81	10,21	10,21	0,00	0,39	1,40	0,00	-10,21	-8,43	4,55	14,97	-0,04	-100,00	-100,00
	<i>Helicostylis tomentosa</i>	11	9,22	8,77	9,63	9,48	7,66	-0,45	0,86	-0,14	-1,82	-1,56	-4,98	9,43	-1,50	-20,95	-18,43
	<i>Rinorea guianensis</i>	7	9,59	9,58	10,31	11,21	8,55	-0,01	0,73	0,90	-2,66	-1,04	-0,06	7,42	8,41	-26,46	-11,40
	<i>Senefeldera verticillata</i>	13	10,41	11,10	12,53	12,93	11,92	0,69	1,43	0,40	-1,01	1,51	6,47	12,28	3,13	-8,06	13,56
	<i>Chrysophyllum splendens</i>	5	10,56	11,49	10,64	11,66	15,07	0,93	-0,85	1,02	3,42	4,51	8,54	-7,63	9,25	26,27	35,95
	<i>Ecclinusa ramiflora</i>	11	18,25	12,26	12,40	12,12	10,24	-5,99	0,14	-0,28	-1,87	-8,01	-37,25	1,13	-2,31	-16,56	-56,79
	<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	2	19,23	19,79	21,87	21,75	22,38	0,55	2,09	-0,12	0,63	3,15	2,85	10,15	-0,55	2,85	15,23
	<i>Tachigali denudata</i>	1	23,48	25,32	29,76	34,28	34,36	1,84	4,44	4,52	0,08	10,88	7,65	16,50	14,39	0,23	38,51
	<i>Oreopanax capitatus</i>	1	27,73	28,83	0,00	0,00	0,00	1,10	-28,83	0,00	0,00	-27,73	3,93	-100,00	0,00	0,00	-100,00
	<i>Virola bicuhyba</i>	6	29,84	30,26	32,96	34,58	40,04	0,42	2,70	1,62	5,46	10,20	1,40	8,65	4,83	14,84	29,67
	<i>Micropholis crassipedicellata</i>	4	34,99	35,92	39,47	41,38	47,96	0,93	3,55	1,92	6,57	12,97	2,63	9,53	4,77	14,93	31,82
	<i>Pradosia kuhlmannii</i>	3	57,09	57,84	60,46	62,23	63,80	0,76	2,61	1,78	1,56	6,71	1,32	4,44	2,91	2,48	11,15
	<i>Ficus gomelleira</i>	1	59,89	59,89	63,82	69,05	0,00	0,00	3,93	5,23	-69,05	-59,89	0,00	6,41	7,96	-100,00	-100,00
	<b>Outras espécies</b>	164	201,31	194,57	206,31	213,83	194,28	-6,74	11,74	7,52	-19,55	-7,03	-3,39	5,90	3,60	-9,51	-3,55
<b>Total</b>	<b>Biomassa (BAS)</b>	244	535,16	530,13	537,21	562,16	470,87	-5,03	7,08	24,95	-91,29	-64,30					

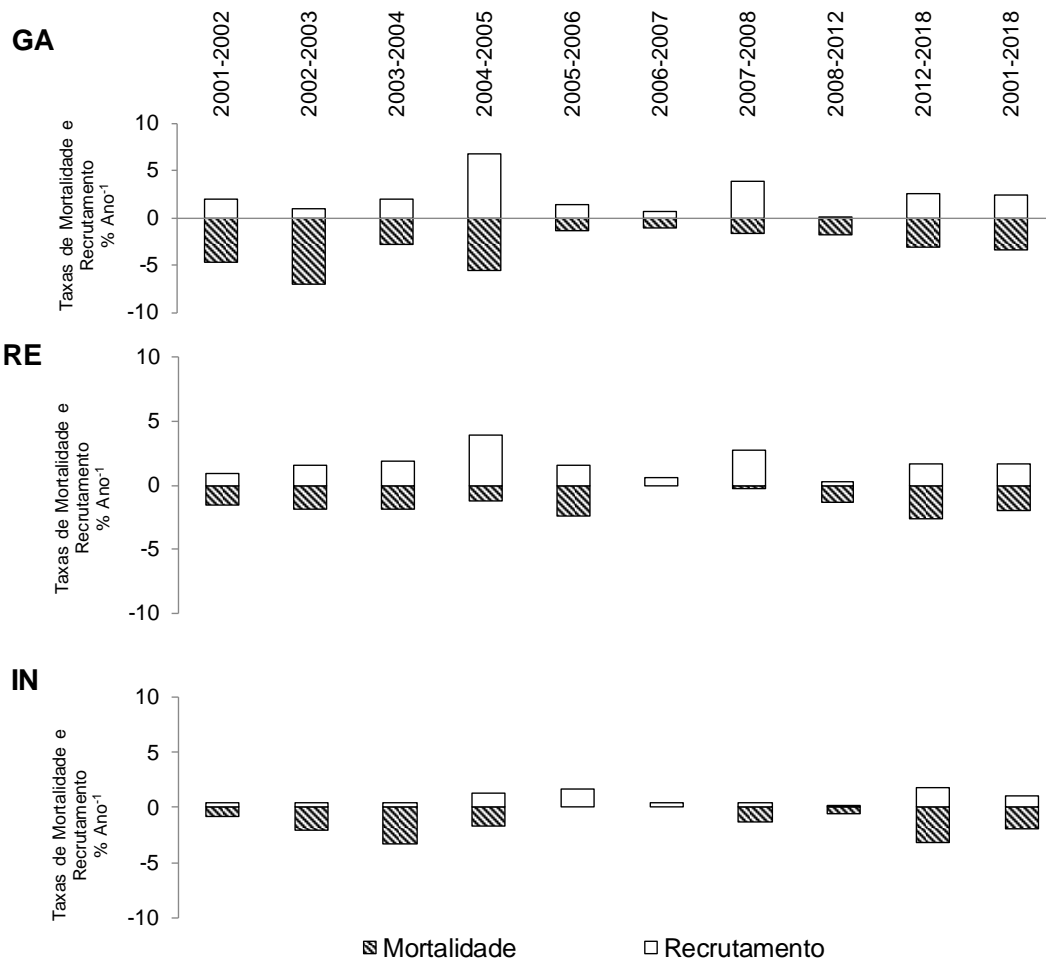
\* Valores Negativos representados na tabela fazem referência a perda de biomassa e valores positivo representam ganho de biomassa.

### 4.3. Dinâmica da Comunidade Arbórea

O número total de recrutas encontrado em 18 anos foram 95 no GA, 74 na RE e 34 no interior com menor quantidade de indivíduos. As taxas de recrutamento foram maiores no GA (0,09- 6,78%), seguido da RE (0,24 - 3,93%) e menor no IN (0,11- 1,73%) (Figura 13).

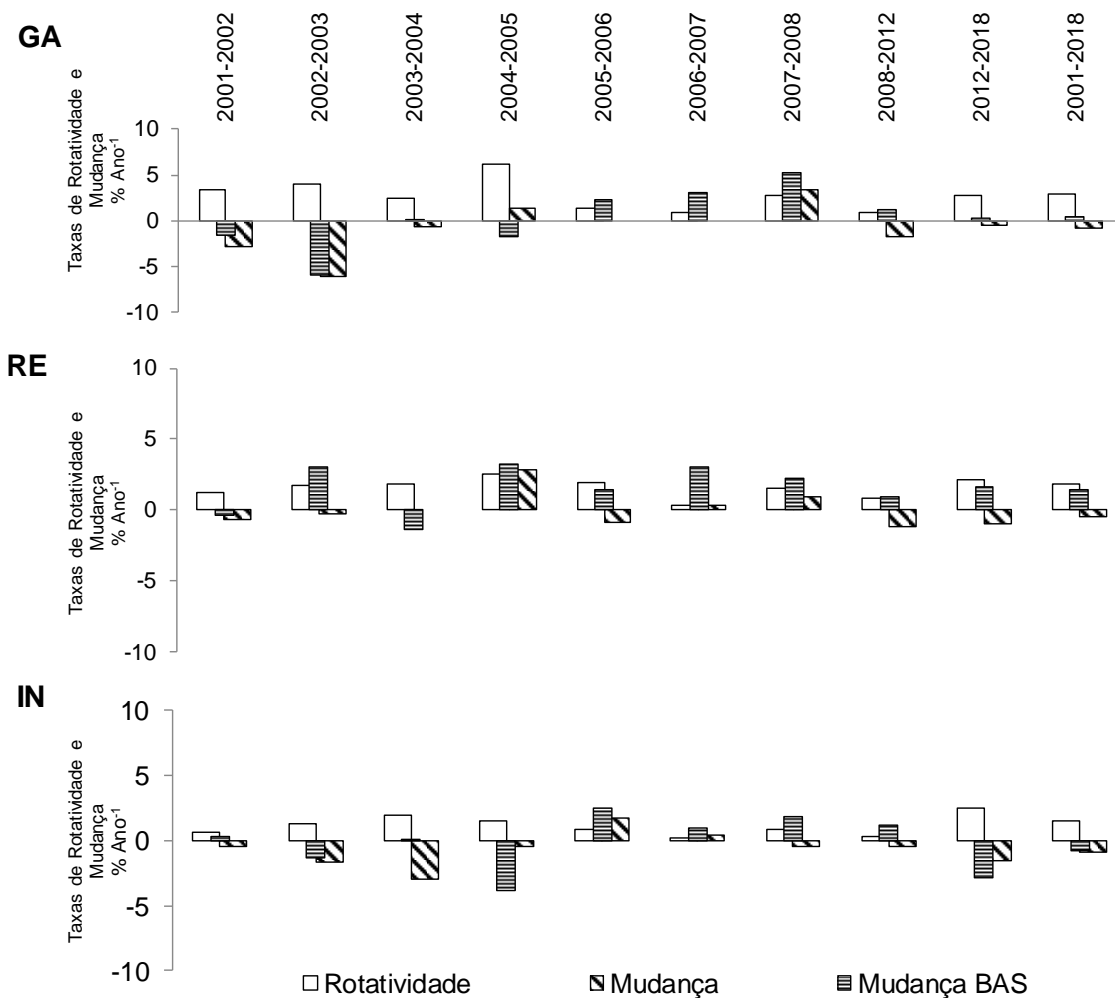
Em relação as taxas de mortalidade em todo período, o gasoduto mostrou ser mais dinâmico, com alta variação (1,36-7,05%) e maior mortalidade para o período. A rede elétrica apresentou maior constância entre seus valores (0,00- 2,42%), assim como o interior (0,00- 3,35%) (Figura 13). Foram observados que nos períodos de 2005-2006 e de 2006-2007, não houve mortalidade no interior, e na rede elétrica foi observado ausência de mortalidade no período 2006-2007.

As maiores taxas anuais de mortalidade do gasoduto ocorreram no período de 2001-2005, após esse período as taxas voltaram a se estabilizar (Figura 13).



**Figura 13** - Taxas de Dinâmica da comunidade de árvores ( $\geq 10$  cm DAP) entre os anos de 2001 a 2018: taxa de mortalidade, taxa de recrutamento (% ano<sup>-1</sup>), nas bordas do Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE) e no Interior (IN) de um fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

Os valores anuais de rotatividade para os tratamentos das bordas, foram maiores no GA (0,85-6,14%), seguido de RE (0,30-2,58%) e no interior (0,21-1,89%). (Figura 14). Em relação a mudança no número dos indivíduos, podemos perceber que as bordas apresentaram maior variação em relação ao interior. A mudança de BAS foi inicialmente negativa no gasoduto e rede elétrica. Após 2005 foram observados valores positivos no gasoduto, rede elétrica e interior. Entretanto, no ano de 2012-2018 o IN novamente voltou a apresentar valores negativos para mudança (Figura 14).



**Figura 14** - Taxas de Dinâmica da comunidade de árvores ( $\geq 10$  cm DAP): taxa de rotatividade e mudança no número de indivíduo (Mudança) e Mudança de BAS (% ano<sup>-1</sup>) nas bordas de Gasoduto (GA), Rede elétrica (RE), e no Interior (IN) de um fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

## 5.DISSCUSSÃO

### 5.1. Estrutura Florestal e Composição Florística

A análise estrutural das comunidade vegetais, demonstra uma variação de densidade arbóreas ao longo do tempo, que ocorre devido a dinâmica de mortalidade e recrutamento de árvores (LAURANCE *et al.* 1997). Nas bordas da Rebio União os valores de densidade arbóreas encontram-se mais alta em relação ao tratamento de interior, uma vez que nestes ambientes ocorre o estabelecimento de mais espécies de vida curta e com menor diâmetro (RODRIGUES, 2004). Em comparação a outros estudos, a densidade de árvores encontra-se dentro do esperado para floresta atlântica no Estado do Rio e Janeiro (Tabela 6)., com maior densidade de indivíduos nas bordas ( $GA_{2001}=820$ ;  $GA_{2008}=760$ ;  $RE_{2001}=838$ ;  $RE_{2008}= 853$ ) em relação ao interior ( $IN_{2001}= 610$ ;  $IN_{2008}=590$ ), assim como observado nos trabalhos anteriores. (RODRIGUES 2004; GABRIEL 2009).

Os valores de área basal podem apontar o estágio de sucessão da comunidade (FIGUEIREDO FILHO, 2010). Neste estudo, os valores encontrados no interior (40  $m^2/ha$ ), estão dentro do esperado para dados de florestas úmidas da Mata Atlântica, sem influência de atividades antropicas (MORENO *et al.*, 2003; RODRIGUES,2004; CARVALHO, 2005; NEVES *et al.*, 2008; CUNHA, 2009) (Tabela 6). Ao contrário deste, em áreas sujeitas a perturbações podemos ver a redução nos valores de área basal (20  $m^2/ha$ ). Esse também foi o padrão observado em ambientes impactados pelas atividades antrópicas em Floresta Estacional Semidecidual (SILVA & NASCIMENTO, 2001; GOMES, 2003; KUNZ,S.H. 2014).

**Tabela 6** - Aspectos florísticos e estruturais dos fragmentos estudados na Região de Imbaú, Silva Jardim, RJ, e comparação com outros trechos de floresta atlântica no Estado do Rio e Janeiro. Método de parcelas adotado em todos os estudos. DAP – limite de inclusão diamétrica, NI – número de indivíduos, AB – área basal, S – número de espécies, H' – índice de diversidade de Shannon, J – índice de equabilidade. Fonte: Adaptado de Carvalho, 2005.

Área (ha)	DAP (cm)	Área (ha)	NI vivos (ha <sup>-1</sup> )	AB (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	H'	J	Referência
Reserva Biológica União (RBU) - GA	10	0,4	277	26,55	4,62	0,94	Reis,2018 (este estudo)
Reserva Biológica União (RBU) - RE	10	0,4	299	37,30	4,15	0,87	Reis,2018 (este estudo)
Reserva Biológica União (RBU) - IN	10	0,4	211	34,65	4,39	0,93	Reis,2018 (este estudo)
Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba*	≥ 5	0,2	376	23,45	3,12	0,74	Broggio,2018
Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba**	≥ 5	0,2	324	18,07	3,14	0,74	Broggio,2018
Fazenda Boa Esperança (BESP)**	≥ 5	0,2	289	24,50	3,72	0,88	Carvalho,2016
Fazenda Vendaval (VEND)**	≥ 5	0,2	322	20,40	3,10	0,78	Carvalho,2016
Reserva Biológica União (RBU)**	≥ 5	0,2	399	39,50	4,10	0,87	Carvalho,2016
Reserva Poço das Antas (RBA)** 20 Anos	10	0,5	118	11,09	-	-	Neves <i>et al.</i> , 2008
Reserva Poço das Antas (RBA)** 40 anos	10	0,5	183	19,24	-	-	Neves <i>et al.</i> , 2008
Afetiva – AFT **	10	0,2	675	20,22	3,33	0,92	Carvalho, 2005
Estreito – EST **	10	0,2	515	21,11	2,11	0,66	Carvalho, 2005
Imbaú – IMB *	10	0,2	805	30,52	3,06	0,81	Carvalho, 2005
Andorinhas – AND **	10	0,2	925	26,49	3,34	0,86	Carvalho, 2005
Sítio do Prof. – STP *	10	0,2	710	46,21	2,85	0,79	Carvalho, 2005
Imbé – 50 m*	10	0,6	767	41,90	4,21	-	Moreno <i>et al.</i> , 2003
Imbé – 250 m*	10	0,6	792	34,80	4,30	-	Moreno <i>et al.</i> , 2003
Paraíso*	10	1,0	438	48,00	4,40	0,91	Guedes-Bruni, 1998
Poço das Antas	10	1,0	564	25,00	4,55	0,89	Guedes-Bruni, 1998

\* Áreas preservadas; \*\* Áreas perturbadas

Em relação a diversidade de Shannon-Wiener, estes indicam que os tratamentos desta pesquisa apresentam valores superiores aos reportados para literatura (1,5-3,5) (MAGURRAN,1988). Além disso, destaca-se que o valor encontrado na Reserva Biológica União está na faixa de 4,5 nats/ind que condiz com dados reportados para ambientes com alta diversidade (NAPPO, 1999), tal como salientado nos primeiros estudos (RODRIGUES, 2004). Os valores encontrados nos tratamentos são superiores aos valores encontrados fragmentos de Mata Atlântica para o Rio de Janeiro (GOMES, *et al.*, 2003; MORENO *et al.*, 2003; CARVALHO, 2005; CARVALHO, 2007; NEVES *et al.*, 2008).

A Floresta Atlântica tem uma alta heterogeneidade ambiental, com poucos indivíduos e alto número de espécies (PAGANO *et al.*, 1995). Portanto, a ausência de mudança nas curvas de rarefação encontra-se dentro do esperado. A Coleta de espécimes botânicos férteis facilita no processo de identificação. Entretanto, não foi possível coletar muitos materiais nestas condições. Através da curva de rarefação foi observado um aumento da riqueza do tratamento GA (Fig.8b), que pode estar relacionada a entrada de novos recrutas ou ao nível de identificação dos novos espécimes. Em floresta tropicais com alta diversidade, esta é uma limitação reportada por outros autores (HIGUCHI *et al.*, 2006; LIMA, 2008).

Uma das formas de representar as características estruturais da comunidade é através da distribuição diamétrica das árvores comportamento das espécies (pela análise do crescimento) (LIMA, 2013). As árvores do fragmento estudado de floresta ombrófila da Reserva União apresenta um padrão J-invertido (SCOLFORO, 1997), com o maior número de indivíduos em classes inferiores (< 20 cm DAP) e menor quantidade de indivíduos em classes superiores (DAP > 40 cm), tal como reportado por Rodrigues (2004). Esse padrão tem comportamento variável em função de fatores ambientais e antrópicos (HARPER, 1990). Normalmente este é evidenciado em florestas heterogêneas (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1997; FELFILI *et al.*, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 2004) e encontrado na maioria dos levantamentos realizados em florestas tropicais (AGUIAR, 2003).

Os resultados estruturais indicaram que não ocorreram diferenças temporais para a estrutura e riqueza dos três tratamentos. Ao final, no fragmento de floresta ombrófila da Reserva União, foi observado que os tratamentos de bordas são mais dinâmicos com alterações e valores mais altos para densidade e baixa área basal em relação ao interior. Estes indicam que o tratamento IN apresenta valores superiores

aos reportados para área preservada da Floresta Amazônia (25 e 30 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>) (NASCIMENTO, *et al.*, 2014) em estudo de dinâmica e florística da Mata Atlântica (RABELO *et al.*, 2015; GOMES *et al.*, 2009).

A Reserva Biológica União apresenta impactos antrópicos, rodovias, rede elétrica, gasoduto. Aqui é importante destacar que a passagem de linhas de transmissão elétrica em unidade de conservação é comum em outras UCs, (RODRIGUES, 2004; CAMPOS, 2010; BLANC, 2016). Rodovias também são reportado em literatura como impacto presente em unidades da conservação (MILLI 2006; MARTINELLI & VOLPI, 2011; GRILO, 2018). Ressalto aqui a atitude da direção da unidade da conservação da Reserva biológica em rever o manejo florestal das áreas sob influência da rede elétrica, afim de minimizar o efeito deste impacto na unidade. A rede elétrica não sofre manejo (roçada) desde 2000, esta foi fundamental para que atualmente seja possível ver a regeneração natural destes ambientes se aproximarem de valores próximo aos encontrados em áreas maduras e seus efeitos de bordas esteja tamponados (RODRIGUES, 2004). A adoção desta medida permitiu que esse tratamento seja colonizada por várias espécies arbustivas e abóreas, além de uma regeneração de 48,6 ha (PEIXOTO, G. L. & COSTA JUNIOR, W. J., 2004). Ao contrário, a borda do gasoduto sofre manejo constante (ICMBIO,2008), afim de evitar o estabelecimento de vegetação. Devido a isso esse tratamento encontra-se sob influência do efeito de borda, constatada na estrutura e florística desse fragmento desde os primeiros estudos na área (RODRIGUES, 2004). O efeito de borda e as alterações microclimáticas presentes em ambientes de borda, podem ser reduzidas quando levada em consideração a matriz do fragmento (LINDENMAYER & FICHER, 2006; EWERS & BANKS-LEITE, 2013). Já o Interior em quase todas as amostragens, apresenta-se mais desenvolvido estruturalmente, com menor densidade arbórea e maior área basal em relação as bordas, demonstrando ser uma comunidade arbórea em equilíbrio.

## 5.2 Biomassa Arbórea Acima Do Solo: Efeito De Borda

Os resultados de BAS obtidos nos tratamentos Interior (IN) e Rede Elétrica (RE) apresentaram valores semelhantes aos encontrados em Floresta Amazônica (95-250 Mg C ha) (PBMC, 2012; MARTINELLI *et al.*, 2014), e mais preservadas da Mata Atlântica (90-130 Mg C ha) (Tabela 3). Já nas bordas do gasoduto, estes estão entre os menores valores para a Mata Atlântica. Em uma comunidade madura esperamos encontrar equilíbrio na dinâmica florestal (NUNES *et al.*, 2003) e maior estoque de BAS (LIDNER, 2010) similar ao observado no tratamento mais preservado da floresta, o interior.

Os resultados demonstram que o tratamento IN apresenta BAS superiores quando comparados com estudo realizado na Estação Ecológica de Maracá e esta dentro da faixa observada para o Parque Nacional da Serra dos Órgãos. O Estoque de BAS no tratamento (GA), está dentro do esperado para estudos formações florestais no Rio de Janeiro, tais como na Reserva ecológica de Guapiaçu, Parque Estadual do Desengano e inferiores ao encontrado no Parque Estadual da Serra dos Órgãos (Tabela 7). No entanto, apesar de GA apresentar impacto antrópicos foram observados valores superiores ao encontrado em estudo de florestas preservadas de São Paulo, no Parque Estadual da Serra do Mar e Serra da Bocaina (Tabela 7). Já os valores da RE seguem superior ao padrão observado para áreas perturbadas e próximo aos ambientes preservados (Tabela. 7).



**Tabela 7** - Estoque de Biomassa Acima do Solo em Florestas Tropicais. Formação Florestal, Local, Unidade de Conservação (UC), Diâmetro Altura do Peito (DAP, tamanho das árvores inclusas no estudo), Biomassa. Nesta tabela a metodologia não foi padronizada, portanto podem variar de acordo com o estudo.

Formação florestal	Local	Unidade da Conservação (UC)	DAP	Biomassa (Mgha <sup>-1</sup> )	Autor
Floresta Ombrófila Densa (Floresta Preservada - IN)	Rio das Ostras, RJ	Reserva Biológica União	> 10 cm	470,8	Reis, 2018 (Presente Trabalho)
Floresta Ombrófila Densa (Borda - RE)	Rio das Ostras, RJ	Reserva Biológica União	> 10 cm	427,6	Reis, 2018 (Presente Trabalho)
Floresta Ombrófila Densa (Borda - GA)	Rio das Ostras, RJ	Reserva Biológica União	> 10 cm	266,0	Reis, 2018 (Presente Trabalho)
Floresta Ombrófila Densa (Floresta Secundária)	Paracambi, RJ	Parque Natural Municipal do Curió	>5,0 cm	212,4	Silva et al. (2018)
Floresta Ombrófila Densa Montana	Rio de Janeiro, RJ	Reserva Ecológica de Guapiaçu	> 10 cm	250,4	Lindner & Satter (2012)
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Rio de Janeiro, RJ	Parque Estadual da Serra dos Órgãos	> 10 cm	313,5	Lindner & Satter (2012)
Floresta Ombrófila Densa Montana (M1)	Santa Maria Madalena, RJ	Parque Estadual do Desengano	> 10 cm	148,4	Cunha et.al. (2009)
Floresta Ombrófila Densa Montana (M2)	Santa Maria Madalena, RJ	Parque Estadual do Desengano	> 10 cm	167,9	Cunha et.al. (2009)
Floresta Ombrófila	São Paulo, SP	Parque Estadual da Cantareira	10-30 cm	202,8	D'Alberts et al. (2018)
Floresta Ombrófila Terras Baixas (Floresta Preservada)			> 10 cm	198,4	Alves et al. (2010)
Floresta Ombrófila Submontana (Floresta Preservada)	Ubatuba, SP	Parque Estadual da Serra do Mar e Serra da Bocaina	> 10 cm	239,3	Alves et al. (2010)
Floresta Ombrófila Montana (Floresta Preservada)			> 10 cm	262,7	Alves et al. (2010)
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Interior)	Linhares, ES	Reserva Natural Vale (RNV)	> 4,8 cm	146,2	Magnago (2013)
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Interior)	Sooretama, ES	Reserva Biologica de Sooretama (REBIO)	> 4,8 cm	149,3	Magnago (2013)
Floresta Amazônica	Amazônia	-	> 10 cm	250-350	Malhi et.al. (2006)
Floresta Densa da Amazônia	Amazônia	-	> 10 cm	319,9	Fearside et al.,(1993)
Floresta Ombrófila Densa (PRF)	Maracá, Roraima	Estação Ecológica de Maracá	> 10 cm	422,9	Nascimento et.al (2014)
Floresta Ombrófila Densa (PPF)	Maracá, Roraima	Estação Ecológica de Maracá	> 10 cm	433,8	Nascimento et.al (2014)
Floresta Ombrófila Densa (FWP)	Maracá, Roraima	Estação Ecológica de Maracá	> 10 cm	363,4	Nascimento et.al (2014)
Floresta Ombrófila Montana Sempre Verde (Borda)	Madagascar, Africa	Parque Nacional Ranomafana	> 10 cm	188,4	Razafindratsima et al. (2017)
Floresta Ombrófila Montana Sempre Verde (Interior)	Madagascar, Africa	Parque Nacional Ranomafana	> 10 cm	242,9	Razafindratsima et al. (2017)
Floresta Estacional Semidecidual	São Francisco do Itabapoana, RJ	Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba	> 5 cm	177,6	Broggio, 2018
Floresta Estacional Semidecidual	São Francisco do Itabapoana, RJ	Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba	> 5 cm	168,0	Broggio, 2018
Floresta Estacional Semidecidual	Linhares, Espírito Santo	Reserva Natural Vale (RNV)	> 10 cm	334,5	Rolim et.al. (2005)
Floresta Estacional Semidecidual	Viçosa, MG	Parque Tecnológico de Viçosa	> 5 cm	116,9	Torres et al. (2013)
Floresta Estacional Semidecidual	Viçosa, MG	Sítio Bom Sucesso	> 5 cm	166,7	Ribeiro (2009)

Os resultados obtidos no presente estudo, indicaram maior estoque de biomassa no IN, e menor quantidade de nas bordas (GA < RE < IN). Em áreas de bordas, ocorrem uma série de alterações microclimáticas que influenciam na dinâmica destes ambientes. Esses locais são mais suscetíveis a mudanças na temperatura, luminosidade, umidade, velocidade do vento, quando comparadas a ambientes de interior (LAURANCE *et al.*, 2002). A presença de borda em fragmentos, podem afetar negativamente o processo de regeneração natural da vegetação. Este fator altera a diversidade funcional e a capacidade da comunidade em estocar biomassa (MAGNAGO *et al.*, 2015).

No cenário atual, a perda de carbono em ambientes tropicais pode estar associada a degradação florestal (PUTZ *et al.*, 2014), efeito de borda (MAGNAGO *et al.*, 2015; RAZAFINDRATSIMA *et al.*, 2017; D'ALBERTAS *et al.*, 2018), mudanças climáticas (MALHI *et al.*, 2009). O estoque de carbono total arbóreo no tratamentos IN encontram-se superior ao encontrado em florestas tropicais (186 Mg C ha<sup>-1</sup>) enquanto que as bordas apresentam valores inferiores (GIBBS, 2007). Os valores encontrados nos tratamentos estão dentro do esperado para Mata Atlântica no Rio de Janeiro (Villela *et al.*, 2012).

Estudos em florestas tropicais tem indicado que o efeito de borda está presente na comunidade por até 100 anos depois da sua criação, entretanto esse efeito é mais forte nos primeiros 30 anos (PUTZ *et al.*, 2014). Diante do exposto, verificamos que a idade das bordas estudadas (GA = 40 anos e RE= 50 anos) poderiam estar mais estáveis em relação ao efeito de borda, pois ambas possuem mais de 30 anos de formação. No entanto, a matriz do fragmento e a manutenção das bordas devem ser levada em conta nesse contexto.

O tratamento gasoduto na Rebio União apresentou menores valores de BAS no fragmento de floresta ombrófila estudado, esta sob influência do efeito de borda devido provavelmente ao manejo constante deste ambiente que inibe o estabelecimento de vegetação, prejudicando a regeneração natural desta área e mantendo a borda linear (MURCIA,1995) com presença de gramíneas. Ao contrário, a RE não apresenta manejo desde de 2000, demonstrando estar com a regeneração mais desenvolvida, efeito de borda tamponado (RODRIGUES, 2004; GABRIEL,2009;) e por isso, apresentou uma maior biomassa arbórea dentro do período amostrado. Estudos indicam que em ambientes com recorrentes perturbações, possuem uma capacidade limitada em estocar carbono (CAREY, 2001).

Os resultados desta pesquisa, não corroboram resultados encontrados por D'ALBERTAS (2018) em uma floresta ombrófila densa sub-montana na região da Cantareira-Mantiqueira, onde o sítio amostral interior não diferiu em estoque de carbono, área basal ou densidade da haste das árvores em comparação com as bordas, com exceção das maiores árvores. Além de não encontrar efeitos significativos da idade da borda ou efeitos de borda aditivos nos estoques de carbono. Outro estudo demonstrou que não houve diferença na biomassa acima do solo entre a borda (188,48 Mg/ha) e os habitats interiores (242,96 Mg/ha), em florestas montanhosas sempre verdes no sudoeste de Madagascar, o autor sugere que os efeitos de borda não influenciam o potencial de armazenamento de carbono (RAZAFINDRATSIMA *et al.*, 2017). Tais resultados, em comparação com os obtidos no presente estudo na Rebio União, podem ser mais um indicativo de que a matriz do fragmento e a manutenção da borda, são importantes fatores no estoque de carbono do que o tempo e a formatação destas.

A distribuição do tamanho das árvores na comunidade, está relacionada às características da comunidade vegetal, como grupo funcional (WATZLAWICK *et al.*, 2011). O reflexo de uma área alterada pode ser a presença de indivíduos de menor porte diamétrico (Classe 10-20 cm). Ao contrário, uma área menos impactada apresenta árvores de grande porte (> 40 cm), essas são responsáveis pela maior quantidade de biomassa (HAUBAU, 2019). Em uma floresta de terra firme na região da Amazônia, os autores encontraram resultados onde a densidade de árvores e a biomassa de estágios sucessionais avançadas não diferiram entre as categorias de tamanho de árvores e entre as distância da borda (NASCIMENTO & LAURANCE, 2006). Entretanto, as árvores da Rebio União estão representadas de forma inversa aos valores de números de indivíduos (Padrão J-invertido). Foi evidenciado menor BAS em menor porte arbóreo (DAP <20 cm) e maior estoque em árvores de maior porte arbóreo (DAP > 40cm). Neste estudo, foi demonstrado que IN e RE possuem estoque de biomassa, respectivamente 65–47% nas grandes árvores (DAP>40cm). A regeneração mais avançada está mais evidenciado na borda (RE) do que em GA, que ao contrário possui 40% estoque BAS nas menores árvores (10-20; 20-30) (Fig 11). As árvores de grande porte são mais suscetíveis aos eventos de mortalidade, efeitos de bordas, alterações climáticas pois tais situações requerem características fisiológicas para sua sobrevivência (PELLEGRINO *et al.*, 2007). A alta contribuição de grandes árvores em estoque de biomassa é relatada por outros trabalhos em floresta

úmida da Mata Atlântica, em ambientes com perturbação (D'ANGELO, 2004; OLVEIRA, *et al.*, 2008; LINDNER & SAITTLER, 2012; BROGGIO, 2018).

A distribuição das espécies por grupo ecológico sucessionais indicou um predomínio do grupo das secundárias tardias e iniciais para o estoque de BAS na Reserva Biológica União, em todos os sítios amostrados (RE, GA, IN) (Figura 12). Esses resultados sugerem que os locais amostrados se encontram em estágio sucessional avançado (CATHARINO 2006; ARZOLLA 2011). No IN tem maior biomassa estocada nas classes secundárias iniciais e tardias e estoque inferior na classe das pioneiras. Assim como observado em fragmentos particulares de Mata Atlântica que relata que a biomassa está relacionada com o tamanho do fragmento e aos grupos sucessionais (Lima, 2008). Segundo Guapyassú (1994) as proporções de pioneiras diminuem com o avanço dos processos sucessionais. Nas bordas o estoque das pioneiras aumenta devido as características locais destes tratamentos (Figura 13), o mesmo não é observado para o interior.

Portanto, no geral, a biomassa está concentrada em algumas espécies secundárias tardias (ST) de crescimento lento e alta densidade da madeira. As espécies ST apresentam maior estoque de biomassa em relação aos outros grupos ecológicos, devido a possuírem maiores densidade da madeira e porte arboreo (grandes árvores com dap > 40 cm) (CHAVE *et al.*, 2009). Essas características confere uma maior sobrevivência a esse grupo (MARTÍNEZ-VILALTA, 2010).

O estoque de biomassa nas espécies, está relacionada a heterogeneidade dos tratamentos (Tabela 5). A floresta ombrófila da Rebio União, não demonstra ter uma dominância aparente em relação ao número de espécies (RODRIGUES, 2004) e ou BAS. Entretanto, para BAS foi possível observar que as principais espécies representaram 48% do total nas bordas e 62% no interior. Alguns autores relatam a dominância de espécies em termos de BAS dentro das comunidades, com maior estoque de biomassa nestas espécies, como o caso de dominância de *Peltogyne gracilipes* Ducke na Floresta Amazônica de Roraima (NASCIMENTO *et al.*, 2014); *Gilbertiodendron dewevrei* na Floresta Mista do Congo (MAKANA, *et al.*, 2011); *Metrodorea nigra* A.St.-Hil. Floresta Estacional Semidecidual no Rio de (BROGGIO, 2018; Villela *et al.* (em preparação)). A espécie exótica *Artocarpus heterophyllus* Lam. ocorre somente em um tratamento (RE) e esta entre as sete espécies que mais acumulam biomassa (14,30 Mgha<sup>-1</sup>), demonstrando que está bem estabelecida na comunidade. Essas informações sobre o sequestro de carbono em espécies exóticas

são pouco estudado (SOUZA, A.A. 2011). Entretanto outros aspectos florísticos das espécies exóticas já foram reportados para a área de estudos (RODRIGUES 2004; GABRIEL 2009; DE ABREU, 2010).

Apesar de não ocorrer dominância de espécies em relação ao número de indivíduos ou BAS, percebemos que o estoque de biomassa nas espécies estão relacionada as características e heterogenidade dos ambientes amostrados, já que nos três tratamentos ocorreram diferentes espécies em relação ao estoque de biomassa.

### **5.3. Efeito De Borda sobre a Dinâmica da Comunidade Arbórea na Reserva Biológica União**

A estrutura da comunidade tem uma forte relação com eventos de distúrbios (i.e exploração de madeira, fogo, clareira) uma vez que esses vão alterar o equilíbrio da comunidade através das mudanças nos processos de dinâmica da comunidade em ecossistemas tropicais (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2005).

A dinâmica da comunidade vegetal deste estudo, demonstrou que as taxas de recrutamento dos tratamentos no IN e na RE ( $1 - 2\% \text{ ano}^{-1}$ ) (Figura 13), estão dentro ou acima dos encontrados para a Mata Atlântica ( $1,95 - 3\% \text{ ano}^{-1}$ ; ROLIM, 1999), para florestas ombrófila da Amazônia ( $0,9 - 2,5\% \text{ ano}^{-1}$ ; LEWIS *et al.*, 2004; DA COSTA *et al.*, 2010), e outras florestas tropicais ( $2\%$ ; PHILLIPS, 1996). O mesmo padrão foi observado em relação as taxas de mortalidade no IN e RE, que também estão dentro do esperado na literatura para florestas tropicais ( $1 - 3\% \text{ ano}$ ) (LEWIS, 2004; ROLIM *et al.*, 2005). O tratamento controle deste estudo (IN) (Figura 13), encontra-se com valores superiores aos trabalhos em áreas preservadas da Floresta Amazônica, que citaram taxas de mortalidade de  $1,0 - 1,5\% \text{ ano}^{-1}$  (D' ANGELO *et al.*, 2010, NASCIMENTO *et al.*, 2014). Apenas na borda do GA foi encontrado o valor de taxa de mortalidade ( $3,38\% \text{ ano}^{-1}$ ), superiores aos observados em outras áreas de Mata Atlântica, tal como na Vale do Rio Doce ( $2,0\% \text{ ano}^{-1}$ ) após um período de 22 anos (ROLIM *et al.*, 2005).

As altas taxas de mortalidade nas bordas do gasoduto, refletem o efeito negativo da borda sobre a dinâmica da comunidade. Em um estudo realizado na Floresta Amazônia (D' ANGELO *et al.*, 2010) aonde foi feita a comparação entre a mortalidade em ambientes de bordas e interior, os resultados encontrados demonstraram

diferença entre ambientes, com valor de 1,05 % ano<sup>-1</sup> interior e bordas com 3,67 % ano<sup>-1</sup>, esses valores são próximos aos encontrados no tratamento GA (3,38 ano<sup>-1</sup>). Flutuações na dinâmica da comunidade arbórea são normais, uma vez que em ambientes de bordas são mais dinâmicos e mais suscetíveis a alterações ambientais (RODRIGUES 2004; GABRIEL, 2009; IGUATEMY 2008). Outros estudos, também verificaram aumento nas taxas de mortalidade de árvores em florestas que sofreram distúrbios, tal como em uma floresta estacional no norte fluminense aonde a mortalidade das árvores foi ampliada na área que sofreu corte seletivo (Villela *et al.* (em preparação)).

Em ambientes perturbados, a taxa de rotatividade é maior em decorrência de alterações na dinâmica da comunidade vegetal (mortalidade, recrutamento) (LAURANCE, 2007), tal como ocorreu no tratamento de borda de gasoduto deste estudo, que apresentou altas taxas de rotatividade e mudança em relação ao interior (Figura 14). Já o IN apresentou um equilíbrio na rotatividade dentro do esperado para ambientes de floresta madura (PHILLIPS *et al.*, 2009bc).

No geral, a biomassa viva acima do solo apresentou maior acúmulo na borda da rede elétrica demonstrado pelo  $\Delta$ BAS (Tab. 5), seguido do IN e GA (Figura 13). No tratamento interior, a taxa de mortalidade e o acúmulo de biomassa foi influenciado por um evento isolado de mortalidade de uma árvore de *Ficus gomelleira* que afetou diretamente no declínio da biomassa no período (2012-2018) (Figura 13). Podemos portanto constatar que está ocorrendo influência de grandes árvores na mudança de BAS no fragmento florestal estudado, em decorrência do grande acúmulo de biomassa nestas, tal como reportado em florestas tropicais (CHAVE *et al.* 2003; CHAVE *et al.* 2004; HUBAU, 2019). A mortalidade destas árvores e conseqüentemente a perda de biomassa pelas maiores árvores (> 40 cm), também foi relatado em outros estudos (ROWLAND *et al.*, 2015; MEAKEN, 2017; MCDOWELL *et al.*, 2018). Neste estudo, constatamos no campo que a morte desta grande árvore influenciou na mortalidade de árvores ao seu redor. De uma maneira geral, esses resultados indicam que alguns eventos pontuais, como a morte de uma grande árvore, alteraram os valores das taxas de dinâmica no espaço e no tempo (RODRIGUES, 2004; GABRIEL, 2009).

O efeito de borda influencia na dinâmica da comunidade, modificando a estrutura das populações em decorrência da intensidade do efeito (ZUDEIMA *et al.*,

1996) e distribuição espacial (RIBEIRO, 2008). A taxa de acumulação de carbono em um plantio e em uma área de regeneração foi encontrada uma relação positiva entre biomassa e tempo (SILVER *et al.*, 2000; BONNER *et al.*, 2013). No entanto para este estudo, não foi encontrado relação com o tempo.

Através do presente estudo pode-se constatar que estabelecer padrões no estoque de biomassa para Mata Atlântica é complexa, pois, tal como mencionado por estudos anteriores, a dinâmica do carbono em florestas é influenciada por vários aspectos, tais como a presença de distúrbios na área, heterogeneidade dos ambientes, local de alocação de carbono, tipos florestais, altitudes, efeito de borda, fragmentação, condições climáticas, diversidade filogenética (VIEIRA *et al.*, 2008; VIEIRA *et al.*, 2011; ALVES, *et al.*, 2012; MAGNAGO *et al.*, 2015; MAGNAGO *et al.*, 2017; D'ALBERTAS *et al.*, 2018; SATDICHANH *et al.*, 2018). Outros autores também relataram a influência do efeito de borda sob a estrutura e composição do estrato arbóreo, dinâmica de plântulas e estrato regenerante (RODRIGUES 2004; IGUATEMY 2008; PRIETO, 2008) na Rebio União.

## 6. CONCLUSÃO

A hipótese 1 de que a estrutura da comunidade é alterada por efeito de bordas foi parcialmente aceita, percebido pela diminuição da área basal e aumento da densidade arbórea nos tratamentos de borda (GA e RE) em relação ao IN. No entanto, o interior após 18 anos teve seu equilíbrio alterado devido a mortalidade de uma grande árvore.

A biomassa arbórea diferiu entre os tratamentos, o interior apresentou maior valor em relação as bordas. No entanto, podemos constatar menores valores nas bordas do GA em relação a borda da RE. Esses resultados, corroboram a hipótese 2 deste estudo.

Em relação a classe diamétrica das árvores, concluímos que o maior estoque de biomassa foi encontrado nas grandes árvores (>40 cm) da floresta ombrófila Reserva Biológica União, com exceção da borda do gasoduto, que tal como esperado, apresentou alta biomassa nas menores árvores. O grupo ecológico que mais estocou biomassa foi o das secundárias, principalmente no interior do fragmento estudado na Rebio União. Não foi observada dominância de biomassa de uma ou poucas espécies em nenhum dos tratamentos na floresta ombrófila da Rebio. Diante disso corroboramos a hipótese 3 deste trabalho.

O tratamento da borda de gasoduto teve uma dinâmica mais acelerada do que rede elétrica, com maiores taxas de mortalidade, recrutamento, rotatividade e mudanças e também em relação ao tratamento interior do fragmento da Rebio União. Portanto, o tratamento do GA demonstrou apresentar maior efeito de borda sobre a biomassa arbórea do que a rede elétrica. Desta forma, a hipótese 4 deste trabalho foi aceita.

Ao final deste estudo conclui-se que houve efeito de borda sobre a biomassa arbórea no fragmento de floresta ombrófila da Rebio União, sendo evidenciando a importância das características da borda e não apenas a idade desta, sobre a comunidade florestal.



## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Reserva Biológica União é um importante remanescente de Mata Atlântica para o estado do Rio de Janeiro. Este encontra-se em avançado estágio de regeneração com características estruturais de floresta madura. Apesar de ser uma área sob influência de atividades antrópicas, tal como o efeito de borda, essa comunidade florestal demonstra apresentar o máximo de desenvolvimento sucessional do ecossistema sob as condições locais.

Destacamos que a Rebio União incentiva a realização de pesquisas científicas em parceria com as instituições de ensino, buscando avaliar os impactos antrópicos presentes na unidade, comunidade vegetal e animal. Esse estudo complementa o conhecimento sobre a comunidade vegetal da Rebio União, com novas informações sobre a dinâmica da biomassa arbórea ao longo de 18 anos.

Os dados encontrados na rede elétrica deste estudo demonstram que a ausência de manejo favoreceu o estabelecimento da vegetação, portanto se faz necessário que as Unidades de Conservação levem em consideração diferentes medidas afim de tentar sempre mitigar esses efeitos antrópicos na comunidade, respeitando as características locais destes ambientes. Além disso, estudos de medição a longo prazo fornecem resultados mais realísticos, pois demonstram as flutuações no comportamento da comunidade arbórea. Portanto, se faz necessário dar continuidade a estas e outras pesquisas correlacionadas, afim de se estabelecer e compreender os padrões da dinâmica da comunidade florestal e uma maior confiabilidade nos resultados observados. Desta forma, será possível fornecer dados importantes para a conservação e manejo desta Unidade de Conservação.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P.; CHIARELLO, A. G.; MENDES, S. L. *et al.* The Central and Serra do Mar corridors in the Brazilian Atlantic Forest. In: Galindo-Leão, C. & Câmara, I.G. (eds.). *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity status, threats and outlook.* Center for Applied Biodiversity Science at Conservation Internacional. **Island Press**, Washington D.C. p. 118-132, 2003.

ALAMGIR, M.; CAMPBELL, M. J.; SLOAN, S. *et al.* Economic, socio-political and environmental risks of road development in the tropics. **Current Biology**, v. 27, n. 20, p. 1130-1140, 2017.

ALVES, L. F.; ASSIS, M. A.; VAN MELIS, J. *et al.* Variation in liana abundance and biomass along an elevational gradient in the tropical Atlantic Forest (Brazil). **Ecological research**, v. 27, n. 2, p. 323-332, 2012.

ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; SCARANELLO, M. A. *et al.* Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). **Forest ecology and management**, v. 260, n. 5, p. 679-691, 2010.

APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. G. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 347–360, 2005.

ARAGÃO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; ROMAN-CUESTA, R. M. *et al.* Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 7, p. L07701, 2007.

ARAGÃO, L. E. O. C.; POULTER, B.; BARLOW, J. B. *et al.* Environmental change and the carbon balance of Amazonian forests. **Biological Reviews**, v. 89, n. 4, p. 913–931, 2014.

ARZOLLA, F. A. R. D. P. Florestas secundárias e a regeneração natural de clareiras antrópicas na Serra da Cantareira, SP. 2011. 141p. Tese (Doutorado Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2011.

BARLOW, J., LENNOX, G. D., FERREIRA, J., et al. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, v. 535, n. 7610, p. 144, 2016.

BEER, C., REICHSTEIN, M., TOMELLERI, E., et al. Terrestrial Gross Carbon Dioxide Uptake: Global Distribution and Covariation with Climate. **Science**, v. 329, n. 5993, p. 834–838, 2010.

BENNETT, A. C., MCDOWELL, N. G., ALLEN, C. D., et al. Larger trees suffer most during drought in forests worldwide. **Nature Plants**, v. 1, n. 10, p. 15139, 2015.

BLANC, G. F. D. C.; SANTOS, J. J. D. S.; FERRONATO, E. C. P. *et al.* O paradigma da existência de linhas de transmissão de energia elétrica em unidades de conservação Estaduais no Estado do Paraná. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 05, p. 112-125, 2016.

BONNER, M.T.L; SCHMIDT, S.; SHOO, L.P. A meta-analytical global comparison of aboveground biomass accumulation between tropical secondary forests and monoculture plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 291, p. 73-86, 2013.

BRANDO, P. M., NEPSTAD, D. C., DAVIDSON, E. A., et al. Drought effects on litterfall, wood production and belowground carbon cycling in an Amazon forest : results of a throughfall reduction experiment. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 363, p. 1839–1848, 2008.

BROGGIO, I. S. **Dinâmica da biomassa arbórea em fragmentos de floresta estacional do norte fluminense**, RJ. 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2018.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest science**, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.

BUCKERIDGE, M. S. **Biologia & mudanças climáticas no Brasil**. Rima ed. São Carlos. 2008.

CAMPOS, J. B.; FILHO, L. V. C. Sistema ou conjunto de Unidades de Conservação? In: **Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade**. IAP, p. 17-24, 2005.

CAMPOS, O. L. Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 231-266, 2010.

CAREY, E. V.; BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. *et al.* Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. **Biotropica**, p. 255-265, 1994.

CAREY, E. V.; SALA, A.; KEANE, R. *et al.* Are old forests underestimated as global carbon sinks?. **Global Change Biology**, v. 7, n. 4, p. 339-344, 2001.

CARVALHO, F. A. **EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA MATA ATLÂNTICA SUBMONTANA DA REGIÃO DE IMBAÚ, MUNICÍPIO DE SILVA JARDIM, RJ**. 2005. 124 p. Tese (Doutorado Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. Tree structure and diversity of lowland Atlantic forest fragments: comparison of disturbed and undisturbed remnants. **Journal of Forestry Research**, v. 27, n. 3, p. 605–609, 2016.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica submontana no município de Rio Bonito, RJ, Brasil (Mata Rio Vermelho). **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, 2007.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. DE. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 929–940, 2008.

CATHARINO, E. L. M. **As florestas montanas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia (São Paulo, Brasil)**. 2006. 230p. Tese (Doutorado Biologia Vegetal), Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; SCHIMEL, J. P. *et al.* Decomposition and carbon cycling of dead wood in tropical forests on the central Amazon. **Oecologia**, n. 122 p. 380-388, 2000.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S. *et al.* Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, n. 1, p. 87–99, 2005.

CHAVE, J.; CONDIT, R.; AGUILAR, S. *et al.* 2004. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. **Philos Trans Royal Soc B**, n. v. 359, p. 409-420, 2004.

CHAVE, J.; CONDIT, R.; LAO, S. *et al.* Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. **Journal of Ecology**, n. 2, v. 91, p. 240-252, 2003.

CHAVE, J.; COOMES, D.; JANSEN, S. *et al.* Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters**, v.12, n.4, p.351-366. 2009.

CHAVE, J.; RIÉRA, B.; DUBOIS, M. A. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 1, p. 79-96, 2001.

CHAZDON, R. L.; FINEGAN, B.; CAPERS, R. S., *et al.* Composition and dynamics of functional groups of trees during tropical forest succession in Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 42, n. 1, p. 31-40, 2010.

CISNEIRO, A. C. **ESTOQUE E RESPIRAÇÃO HETEROTRÓFICA DA NECROMASSA NA BORDA E INTERIOR DE UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NA REBIO UNIÃO/RJ.** 2016. 1-75 p. Monografia (Graduação Ciências Biológicas ). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2016.

CUNHA, G. D.; GAMA-RODRIGUES, A. C., FORESTIERI GAMA-RODRIGUES, E. F. *et al.* Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da mata atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, 2009.

D'ALBERTAS, F.; COSTA, K.; ROMITELLI, I. *et al.* Lack of evidence of edge age and additive edge effects on carbon stocks in a tropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 407, n. 2018, p. 57–65, 2018.

D'ANGELO, S. A.; ANDRADE, A. C.; LAURANCE, S. G. *et al.* Inferred causes of tree mortality in fragmented and intact Amazonian forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 20, n. 2, p. 243-246, 2004.

DA COSTA, C. L., GALBRAITH, D., ALMEIDA, S., *et al.* Effect of seven years of experimental drought on the aboveground biomass storage of an eastern Amazonian rainforest. **New Phytologist**, v. 187, p. 579–591, 2010.

DA CUNHA LIMA, J.P., LEÃO, J.R.A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2018.

DE ABREU, R. C. R.; RODRIGUES, P. J. F. P. Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest. **Rodriguésia**, v. 61, n. 4, p. 677-688, 2010.

DE ABREU, R. C. R.; RODRIGUES, P. J.F. P. Estrutura de populações de jaqueiras, subsídios para manejo e conservação da Mata Atlântica. In: **I Simpósio Brasileiro Sobre Espécies Exóticas Invasoras**. Categoria 1: trabalhos científicos completos. Brasília. 14p. 2005.

DIXON, R. K.; SOLOMON, A. M.; BROWN, S.; *et al.* Carbon pools and flux of global forest ecosystems. **Science**, v. 263, n. 5144, p. 185-190, 1994.

DOUGHTY, C. E.; METCALFE, D. B. B.; GIRARDIN, C. A. J. *et al.* Drought impact on forest carbon dynamics and fluxes in Amazonia. **Nature**, v. 519, n. 7541, p. 78–82, 2015.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological reviews**, v. 81, n. 1, p. 117-142, 2006.

EWERS, R.M., BANKS-LEITE, C. Fragmentation impairs the microclimate buffering effect of tropical forests. **PLOS one**, v. 8, n. 3, p. e58093, 2013.

NOGUEIRA, E. M.; NELSON, B. W.; FEARNESIDE, P. M. Volume and biomass of trees in central Amazonia: influence of irregularly shaped and hollow trunks. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 227, p. 14-21, 2006;

FEARNESIDE, P.M. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. ***Ambio-Journal of Human Environment Research and Management***, v. 22, n. 8, p. 537-545, 1993.

FEARNESIDE, P. M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. ***Climatic Change***, v. 35, n. 3, p. 321-360, 1997.

FEARNESIDE, P. M. Quantificação do serviço ambiental do carbono nas florestas amazônicas brasileiras. ***Oecologia Brasiliensis***, v. 12, n. 4, p. 743–756, 2008.

FELFILI, J. M.; REZENDE, A. V.; JÚNIOR, M. C. D. S. *et al.* Changes in the floristic composition of cerrado sensu stricto in Brazil over a nine-year period. ***Journal of Tropical Ecology***, v. 16, n. 4, p. 579-590, 2000.

FIGUEIREDO FILHO, A., DIAS, A.N., STEPKA, T.F., *et al.* Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. ***Floresta***, v. 40, n. 4, p. 763-776, 2010.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. 2017. **ATLAS DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA PERÍODO 2015-2016**. SOS Mata Atlântica, ed. São Paulo.

GABRIEL, M. M. **Efeitos de borda sobre a comunidade arbórea da Reserva Biológica União, RJ**. 2009. 1-85 p. Dissertação ( Mestrado Botânica ). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2009.

GALBRAITH, D.; LEVY, P. E.; SITCH, S. *et al.* Multiple mechanisms of Amazonian forest biomass losses in three dynamic global vegetation models under climate change. ***New Phytologist***, v. 187, n. 3, p. 647–665, 2010.

GAMA, D. M. **EFEITOS DE BORDA SOBRE O SOLO, CAMADA DE SERRAPILHEIRA E DECOMPOSIÇÃO FOLIAR EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO, RJ.** 2005. 91-200 p. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2005.

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

GATTI, L. V.; GLOOR, M.; MILLER, J. B. *et al.* Drought sensitivity of Amazonian carbon balance revealed by atmospheric measurements. **Nature**, v. 506, n. 7486, p. 76–80, 2014.

GIBBS, H. K.; BROWN, S.; NILES, J. O. *et al.* Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 4, p. 045023, 2007.

GOMES, E. P. C.; MANTOVANI, W.; KAGEYAMA, P. Y. Mortality and recruitment of trees in a secondary montane rain forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 1, p. 47-60, 2003.

GOMES, J. S.; SILVA, A. C. B. L.; RODAL, M. J. N. *et al.* Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v.60, n.2, p. 295-310, 2009.

GOTELLI, N. J.; GRAVES, G. R. **Null Models in Ecology**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 1996.

GRILO, C.; COIMBRA, M. R.; CERQUEIRA, R. C.; *et al.* BRAZIL ROAD-KILL: a data set of wildlife terrestrial vertebrate road-kills. **Ecology**, v. 99, n. 11, p. 2625-2625, 2018.

GUAPYASSU, M.S. **Caracterização fítossociológica de três fases sucessionais de uma floresta ombrófila densa submontana-Morretes-Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 165p. 1994.



GUEDES-BRUNI, R. R. 1998. **Composição florística, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas de Mata Atlântica no Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ecologia), São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 347p.1998.

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HARPER, J. L. Population Biology of Plants. London: **Academic Press**, 1990.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J. *et al.* Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HENRY, M.; BESNARD, A.; ASANTE, W. A. *et al.* Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 8, p. 1375-1388, 2010.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.; DOS SANTOS, J.; *et al.* Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 295–304, 2004.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J. *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 28, p. 153-165, 1998.

HIGUCHI, P.; REIS, M. D. G. F.; REIS, G. D.; *et al.* Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual. Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 6, p. 893-904, 2006.

HOUGHTON, R. A.; LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J. L. *et al.* The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. **Global Change Biology**, v. 7, n. 7, p. 731-746, 2001.

HUBAU, W.; DE MIL, T.; VAN DEN BULCKE, J.; *et al.* The persistence of carbon in the African forest understory. **Nature plants**, p. 1, 2019.

HUGHES, R. F.; KAUFFMAN, J. B.; JARAMILLO, V. J. Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico. **Ecology**, Brooklyn, v. 80, n. 6, p. 1892-1907, 1999.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/mataatlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2144-rebio-uniao>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

ICMBIO. Plano de Manejo da Reserva Biológica da União. **MMA/ICMBio**, v. Encarte 2, p. 170, 2008.

IGUATEMY, M. A. **A dinâmica da estrutura da comunidade de plântulas em ambientes de bordas antrópicas e interior florestal na Mata Atlântica e interior Florestal na Mata Atlântica no centro norte do estado do Rio de Janeiro**. 2008. 1-95 p. Dissertação ( Mestrado Biologia Vegetal ). Universidade Estadual de Campinas., Campinas, 2008.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G. K. *et al.* (Eds.). **Climate Change 2013: As Bases da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas**. Cambridge, Reino Unido , Nova Iorque: Cambridge University Press, 2013.

KAPOS, V.; WANDELLI, E.; CAMARGO, J.L. *et al.* Edge-related changes in environment and plant responses due to forest fragmentation in central Amazonia. p. 33-44 In: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard (eds). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, Chicago. 616p, 1997.

KARDOL, P.; CREGGER, M. A.; CAMPANY, C. E. *et al.* Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects. **Ecology**, v. 91, n. 3, p. 767-781, 2010.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. **Journal of Vegetation Science**, v. 5, n. 1, p. 77–86, 1994.

KUNZ, S. H.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V. *et al.* Fitossociologia do componente arbóreo de dois trechos de Floresta Estacional Perenifólia, Bacia do Rio das Pacas, Querência-MT. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 1-11, 2014.

KURTZ, B. C.; ARAÚJO, D. S. D. Composição florística e estrutura do componente arbóreo de um trecho de Mata Atlântica na Estação Ecológica Estadual do Paraíso, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v.51, n. 78-79, p. 69-111, 2000.

LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. *et al.* Long-term variation in Amazon forest dynamics. **Journal of Vegetation Science**, v. 20, n. 2, p. 323-333, 2009.

LAURANCE, W. F. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 345-352, 2004.

LAURANCE, W. F.; DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, S. G. *et al.* Conservation: rainforest fragmentation kills big trees. **Nature**, v. 404, n. 6780, p. 836, 2000.

LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V. *et al.* Biomass collapse in Amazonian forest fragments. **Science**, v. 278, n. 5340, p. 1117-1118, 1997.

LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L. *et al.* Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LAURANCE, W. F. ; NASCIMENTO, H.; LAURANCE, S. G. *et al.* Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape divergence hypothesis. **PLoS ONE**, v. 2, n. 10 p. e1017, 2007.

LAURANCE, W.F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological conservation**, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LEITE, R. D. S.; IVANOV, M. M. M.; ARAÚJO, B. M. DE. *et al.* Influence of climatic factors on carbon accumulation in the aerial biomass of native vegetation in the south of Piauí, in the Brazilian Northeast. **Journal of Sustainable Forestry**, v. 37, n. 1, 2017.

LEWIS, S. L.; PHILLIPS, O. L.; SHEIL, D. *et al.* Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: Calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 6, p. 929–944, 2004.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S. *et al.* Small-Scale Altitudinal Variation in Lowland Wet Tropical Forest Vegetation. **The Journal of Ecology**, v. 73, n. 2, p. 505–516, 1985.

LIMA, E. P. C. **Florística e estrutura de uma área degradada por garimpo de ouro abandonado e do remanescente florestal de entorno, no município de Alta Floresta-MT.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2008.

LIMA, J. A. DE S.; VILLELA, D. M.; MANZATTO, C. V. **Biomassa Arbórea em Fragmentos da Mata Atlântica Fluminense.** Embrapa Solo ed., Rio de Janeiro, 2008.

LIMA, J. A. S. **BIOMASSA ARBÓREA E ESTOQUES DE NUTRIENTES EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DA APA RIO SÃO JOÃO: O EFEITO DA FRAGMENTAÇÃO SOBRE A MATA ATLÂNTICA DA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE.** 2009. 196 p. Tese (Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

LIMA, J. P.C; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

LINDENMAYER, D. B.; FISCHER, J. **Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis.** Londres: Island Press, 2006.

LINDNER, A. Biomass storage and stand structure in a conservation unit in the Atlantic Rainforest—The role of big trees. **Ecological Engineering**, v. 36, n. 12, p. 1769-1773, 2010.

LINDNER, A.; SATTLER, D. Biomass estimations in forests of different disturbance history in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, Brazil. **New Forests**, v. 43, n. 3, p. 287-301, 2012.

LIU, Y. Y.; VAN DIJK, A. I. J. M.; DE JEU, R. A. M. *et al.* Recent reversal in loss of global terrestrial biomass. **Nature Climate Change**, v. 5, n. May, p. 1-5, 2015.

LU, D.; MAUSEL, P.; BRONDIZIO, E.; MORAN, E. Above-Ground Biomass Estimation of Successional and Mature Forests Using TM Images in the Amazon Basin. **Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications**, p. 183-196, 2002.

MAGNAGO, L. F. S. Forest fragmentation on tree communities, functional diversity and carbon storage in a brazilian atlantic rain forest. 2013. 139p. Tese ( Doutorado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MAGNAGO, L. F. S.; EDWARDS, D. P.; EDWARDS, F. A. *et al.* Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 475-485, 2014.

MAGNAGO, L. F. S.; MAGRACH, A.; BARLOW, J. *et al.* Do fragment size and edge effects predict carbon stocks in trees and lianas in tropical forests?. **Functional Ecology**, v. 31, n. 2, p. 542-552, 2017.

MAGNAGO, L. F. S.; ROCHA, M. F.; MEYER, L. *et al.* Microclimatic conditions at forest edges have significant impacts on vegetation structure in large Atlantic forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2305-2318, 2015.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton university press, 1988.

MAKANA, J. R.; EWANGO, C. N.; MCMAHON, S. M. *et al.* Demography and biomass change in monodominant and mixed old-growth forest of the Congo. **Journal of Tropical Ecology**, v. 27, n. 5, p. 447-461, 2011.

MALHI, Y.; AMÉZQUITA, F. F.; DOUGHTYA, C. E. *et al.* The productivity, metabolism and carbon cycle of two lowland tropical forest plots in south-western Amazonia, Peru. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, n. 1-2, p. 1-21, 2013.

MALHI, Y.; GRACE, J. Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 8, p. 332-337, 2000.

MALHI, Y.; SAATCHI, S.; GIRARDIN, C.; *et al.* The Production, Storage, and Flow of Carbon in Amazonian Forests. In: **Amazonia and Global Change**. p. 355-372, 2009.

MALHI, Y. *et al.* The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change Biology**, v. 12, n. 7, p. 1107-1138, 2006.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; DA ROCHA, R. P. *et al.* Future change of climate in South America in the late twenty-first century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, v. 35, n. 6, p. 1089–1113, 2010.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L. M. *et al.* Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 15, p. 2241-2255, 2009.

MARTINELLI, L. A.; ALMEIDA, S.; BROWN, I. F. *et al.* Variation in Nutrient Distribution and Potential Nutrient Losses by Selective Logging in a Humid Tropical Forest of Rondônia, Brazil. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 597–613, 2000.

MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; NARDOTO G. *et al.* **Capítulo 5: Ciclos Biogeoquímicos e Mudanças Climáticas** In: PBMC: Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climática v.1 (eds Ambrizzi T, Araujo M.), pp. 181-208, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil. 2014.

MARTINELLI, M. M.; VOLPI, T.A. Mamíferos atropelados na Rodovia Armando Martinelli (ES-080), Espírito Santo, Brasil. **Natureza online**, v. 9, n. 3, p. 113-116, 2011.

MARTÍNEZ-VILALTA, J.; MENCUCCINI, M.; VAYREDA, J. *et al.* Interspecific variation in functional traits, not climatic differences among species ranges, determines demographic rates across 44 temperate and Mediterranean tree species. **Journal of Ecology**, v. 98, n. 6, p. 1462-1475, 2010.

MENDIBURU, F (2019). agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-1. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

MCDOWELL, N.; ALLEN, C. D.; ANDERSON-TEIXEIRA, K. *et al.* Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forests. **New Phytologist**, v. 219, n. 3, p. 851-869, 2018.

MEAKEM, V.; TEPLEY, A. J.; GONZALEZ-AKRE, E. B. *et al.* Role of tree size in moist tropical forest carbon cycling and water deficit responses. **New Phytologist**, v. 219, n. 3, p. 947-958, 2017.

MEIR, P.; PENNINGTON, R. T. **Climatic Change and Seasonally Dry Tropical Forests**. In: DIRZO, R.; YOUNG, H. S.; MOONEY, H. A.; CEBALLOS, G. (Ed.). *Seasonally Dry Tropical Forests: Ecology and Conservation*. Washington, DC: Island Press, 2011.

MILLI, M. S.; PASSAMANI, M. Impacto da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) sobre a mortalidade de animais silvestres (Vertebrata) por atropelamento. **Natureza on line**, v. 4, n. 2, p. 40-46, 2006.

MORENO, M. R.; NASCIMENTO, M. T.; KURTZ, B. C. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo em duas zonas altitudinais na Mata Atlântica de encosta da região do Imbé, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 3, p. 371–386, 2003.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey & sons, p. 93-135, 1974.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, p. 58–62, 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

NAPPO, M. E. **Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, 1999.

NASCIMENTO, A. C. P. **PRODUÇÃO E APORTE DE NUTRIENTES DA SERRAPILHEIRA EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA NA REBIO UNIÃO, RJ: EFEITO DE BORDA**. 2005. 98 p. Dissertação de Mestrado (Biotecnologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. ***Acta Botânica Brasílica***, v. 18, n. 3, p. 659-669, 2004.

NASCIMENTO, H. E.; LAURANCE, W. F. Efeitos de área e de borda sobre a estrutura florestal em fragmentos de floresta de terra-firme após 13-17 anos de isolamento. ***Acta Amazonica***, v.36, n.2, p.183-192. 2006.

NASCIMENTO, M. T.; BARBOSA, R. I.; VILLELA, D. M. *et al.* Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. ***Plant Ecology***, v. 192, n. 2, p. 181–191, 2007.

NASCIMENTO, M. T.; DA SILVA CARVALHO, L. C.; BARBOSA, R. I. *et al.* Variation in floristic composition, demography and above-ground biomass over a 20-year period in an Amazonian monodominant forest. ***Plant Ecology and Diversity***, v. 7, n. 1–2, p. 293–303, 2014.

NEVES, G. M. S.; PEIXOTO, A. L. Florística e estrutura da comunidade arbustivo-arbórea de dois remanescentes em regeneração de Floresta Atlântica secundária na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro. ***Pesquisas Botânica***, v. 59, p. 71-112, 2008



NIMER, E.; VALVERDE, O. **Climatologia da Região Sudeste do Brasil Introdução à Climatologia**. p169-162. 1972.

NOGUEIRA, E. M.; FEARNSTIDE, P. M.; NELSON, B. W. *et al.* Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 248, n. 3, p. 119-135, 2007.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L. *et al.* Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta botanica brasílica**, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

OLIVEIRA, M. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Profound impoverishment of the large-tree stand in a hyper-fragmented landscape of the Atlantic forest. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1910–1917, 2008.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). **Plant Ecology**, v. 131, p. 45-66, 1997.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; TAMEIRÃO-NETO, E.; CARVALHO, W. A. C. *et al.* Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de Floresta Atlântica sensu lato na região das Bacias do Leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro). **Rodriguésia**, v. 56, n.87, p. 185-235, 2005.

PAGANO, S. N.; LEITÃO-FILHO, H. F.; CAVASSAN, O. Variação temporal da composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta mesófila semidecídua, Rio Claro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 2, p. 241-258, 1995.

PBMC. **Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do grupo de trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao primeiro relatório da avaliação nacional sobre mudanças climáticas** (M. Ambrizzi, T., Araujo, Ed.), COPPE Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

PEIXOTO, G. L.; COSTA-JÚNIOR, W. J. A rodovia BR-101 e seus impactos na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. *In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. 2004. p. 307-315.

PELLEGRINO, G.Q.; ASSAD, EDUARDO DELGADO; MARIN, FÁBIO RICARDO. Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil. *Revista Multiciência*, v. 8, p. 139-162, 2007.

PFEIFER, M.; LEFEBVRE, V.; PERES, C. A. *et al.* Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature*, v. 551, n. 7679, p. 187, 2017.

PHILLIPS, O. L., SULLIVAN, M. J., BAKER, T. R., MENDOZA, A. M., VARGAS, P. N., & VÁSQUEZ, R. Species Matter: Wood Density Influences Tropical Forest Biomass at Multiple Scales. *Surveys in Geophysics*, p. 1-23, 2019.

PHILLIPS, O. L.; ARAGAO, L. E. O. C.; LEWIS, S. L. *et al.* Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science*, v. 323, n. 5919, p. 1344–1347, 2009.

PHILLIPSa, O. L.; HIGUCHI, N.; VEIRA, S. *et al.* Changes in Amazonian forest biomass, dynamics, and composition, 1980–2002. *Geophysical Monograph Series*, v. 186, p. 373-87, 2009.

PHILLIPSa, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N. *et al.* Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*, v. 282, n. 5388, p. 439-442, 1998.

PHILLIPS, O. L.; VAN DER HEIJDEN, G.; LEWIS, S. L. *et al.* Drought – mortality relationships for tropical forests, n. 187, p. 631–646, 2010.

POHLMAN, C. L.; TURTON, S. M.; GOOSEM, M. Edge effects of linear canopy openings on tropical rain forest understory microclimate. *Biotropica*, v. 39, n. 1, p. 62–71, 2007.

PRIETO, P. V. **Efeitos de borda sobre o sub-bosque da Mata Atlântica de terras baixas na Reserva Biológica União, RJ**. 2008. 1-133 p. Dissertação ( Mestrado Botânica ). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2008.

PRIETO, P. V.; SANSEVERO, J. B. B.; GARBIN, M. L. *et al.* Edge effects of linear canopy openings on understorey communities in a lowland Atlantic tropical forest. **Applied Vegetation Science**, v. 17, n. 1, p. 121–128, 2013.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da Conservação**. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.

PROCÓPIO-OLIVEIRA, P.; GRATIVOL, A. D.; RUIZ-MIRANDA, C. R. Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada. Campos dos Goytacazes, 2008. 200p.: il. – (Série em Ciências Ambientais; v. 3)

PÜTZ, S.; GROENEVELD, J.; HENLE, K. *et al.* Long-term carbon loss in fragmented Neotropical forests. **Nature Communications**, v. 5, p. 5037, 2014.

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RABELO, F. R. C.; RODAL, M. J. N.; LINS, A. C. B. *et al.* Dynamics of vegetation in an Atlantic forest fragment in northeastern Brazil. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 23–36, 2015.

RANKIN-DE-MERONA, J. M.; HUTCHINGS, R. W. H.; LOVEJOY, T. E. Tree Mortality and Recruitment over a Five-Year period in Undisturbed Upland Rainforest of the Central. **Four Neotropical Forests**, v. 29, p. 573–584, 1990.

RAZAFINDRATSIMA, O. H.; BROWN, K. A.; CARVALHO, F. *et al.* Edge effects on components of diversity and above-ground biomass in a tropical rainforest. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 1, p. 42–49, 2017.

RODRIGUES, J. F. P. P.; NASCIMENTO, M. T. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL: BREVES CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS SOBRE EFEITOS DE BORDA. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 63–74, 2005.

RODRIGUES, P. J. F. P. **A vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada**. 2004. 153 p. Tese (Doutorado em Biociências e Biotecnologia). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2004.

- RODRIGUES, P. J. F. P.; IGUATEMY, M. A.; NASCIMENTO, M. T. Does Linear Canopy Openings in a Lowland Atlantic Tropical Forest Cause Edge Effects on Seedling Communities. **Open Journal of Ecology**, v. 4, p. 945–949, 2014.
- ROLIM, S.G., DO COUTO, H. T. Z., DE JESUS, R. M. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). **Scientia Forestalis**, n. 55, p. 49-69, jun. 1999
- ROLIM, S.G.; NASCIMENTO, H. E. M.; COUTO, H. T. Z. *et al.* Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. **Oecologia**, v. 142, n. 2, p. 238-246, 2005.
- ROWLAND, L.; DA COSTA, A. C.; GALBRAITH, D. R. *et al.* Death from drought in tropical forests is triggered by hydraulics not carbon starvation. **Nature**, v. 528, n. 7580, p. 119, 2015.
- SANTOS, H. G.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2006.
- SATDICHANH, M.; MA, H.; YAN, K. *et al.* Phylogenetic diversity correlated with above-ground biomass production during forest succession: Evidence from tropical forests in Southeast Asia. **Journal of Ecology**. 2018.
- SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A.; SILVA, S. T. O manejo da vegetação nativa através de cortes seletivos. **EMBRAPA-CNPQ. Documentos**, 1997.
- SHEIL, D.; BURSLEM, D. F. R. P.; ALDER, D. The Interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 2, p. 331-333, 1995.
- SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.
- SHEPHERD, G. J. **FITOPAC**. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 2010.
- SHIMAMOTO, C. Y.; BOTOSSO, P. C.; MARQUES, M. C. M. How much carbon is sequestered during the restoration of tropical forests? Estimates from tree species in the Brazilian Atlantic forest, **Forest Ecology and Management**, v.329, p.1-9, 2014.

SIERRA, C.A.; DEL VALLE, J.I.; RESTREPO, H.I. Total carbon accumulation in a tropical forest landscape. **Carbon balance and management**, v. 7, n. 1, p. 12, 2012.

SILVA, G.C.; NASCIMENTO, M.T. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 51-62, 2001.

SILVA, I.A; MENDES, P.C. O El Niño e sua influência nas temperaturas e precipitações na cidade de Uberlândia (MG). **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.2, n.5, p.485-495, 2012.

SILVA, L.C.; ARAÚJO, E. J. G. A.; CURTO, R. A. *et al.* ESTOQUES DE BIOMASSA E CARBONO EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NO BIOMA MATA ATLÂNTICA. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 2, p. 243-251, 2018.

SILVER, W. L.; OSTERTAG, R.; LUGO, A. E. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. **Restoration ecology**, v. 8, n. 4, p. 394-407, 2000.

SLIK, J. W. F.; AIBA, S. I.; BREARLEY, F. Q. *et al.* Environmental correlates of tree biomass, basal area, wood specific gravity and stem density gradients in Borneo's tropical forests. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 1, p. 50-60, 2010.

SOUZA, A. A. **Efeitos de borda, de parâmetro da paisagem e da presença de espécies exóticas na quantidade de carbono estocada em fragmentos de florestas secundárias de mata atlântica em Aldeia, região metropolitana do Recife, Pernambuco.** 2011. Dissertação (Mestrado Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest : a review. **Journal of Tropical Ecology**, v. 3, n. 4, p. 359–366, 1987.

TEAM, D. C. R: **A Language and Environment for Statistical Computing.** R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/>.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

The Global Wood Density (GWD) database in the subsection Tropical South America (<http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>, Chave et al. 2009; Zanne et al. 2009)

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um Sistema Universal**. Rio de Janeiro. 224p. 1991.

VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D., 2002. Modern Applied Statistics with S, fourth ed. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0

VIEIRA, S.A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M. et al. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 0-0, 2008.

VIEIRA, S.A.; ALVES, L. F.; DUARTE-NETO, P. J. *et al.* Stocks of carbon and nitrogen and partitioning between above-and belowground pools in the Brazilian coastal Atlantic Forest elevation range. **Ecology and Evolution**, v. 1, n. 3, p. 421-434, 2011.

VILLELA, D. M.; NASCIMENTO, M. T.; ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* The effects of drought on forest biomass are larger after logging. A case study from the Brazilian Atlantic Forest. (em preparação).

VILLELA, D. M.; NASCIMENTO, M. T.; DE ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* Effect of selective logging on forest structure and nutrient cycling in a seasonally dry Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 506–516, 2006.

VILLELA, D.; DE MATTOS, E.; PINTO, A. *et al.* Carbon and nitrogen stock and fluxes in coastal Atlantic Forest of southeast Brazil: potential impacts of climate change on biogeochemical functioning. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 633-642, 2012.

WATZLAWICK, L. F.; EBLING, A. A.; RODRIGUES, A. L.; VERES, Q. J. I.; LIMA, A. M. Variação nos teores de carbono orgânico em espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente, Seropédica**, v. 18, n. 3, p. 248-258, 2011.

ZANNE, A. E; LOPEZ-GONZALEZ, G.; COOMES, D. A; 2009. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. doi:10.5061/dryad.234.

ZUIDEMA, P. A.; SAYER, J. A.; DIJKMAN, W. Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. **Environmental conservation**, v. 23, n. 4, p. 290-297, 1996.

## 9. APÊNDICE

**Apêndice A** - Lista de espécies de uma Floresta Ombrófila Densa, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: GE = Grupo Ecológico, NC= Não Classificado, P= Pioneira, SI= Secundária Inicial, ST= Secundária Tardia, DM= Densidade da Madeira, RE = Rede Eletrica, GA= gasoduto, IN= Interior.

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamentos		
			RE	GA	IN
<b>Anacardiaceae</b>					
<i>Anacardiaceae sp1</i>	NC	0,649	X		
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	SI	0,788	X		
<i>Astronium sp1</i>	NC	0,824	X	X	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	SI	0,440		X	X
<b>Annonaceae</b>					
<i>Anaxagorea silvatica</i> R.E.Fr.	NC	0,649		X	
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	SI	0,453	X	X	
<i>Annonaceae sp1</i>	NC	0,649		X	
<i>Duguetia microphylla</i> (R.E.Fr.) R.E.Fr.	NC	0,757		X	
<i>Oxandra espintana</i> (Spruce ex Benth.) Baill.	NC	0,630	X		X
<i>Trigynaea oblongifolia</i> Schtdl.	NC	0,649			X
<i>Unonopsis cf. sanctae-teresae</i> Maas & Westra	NC	0,540	X	X	X
<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.	P	0,582	X	X	
<b>Apocynaceae</b>					
<i>Geissospermum laeve</i> (Vell.) Miers	ST	0,819	X	X	X
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	NC	0,512	X		
<b>Araliaceae</b>					
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	NC	0,649			X
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	P	0,441		X	
<b>Arecaceae</b>					
<i>Arecaceae sp1</i>	NC	0,426			X
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	ST	0,590	X	X	X
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	ST	0,271	X		X
<b>Asteraceae</b>					
<i>Asteraceae sp1</i>	NC	0,505		X	
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	P	0,649	X		
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	P	0,649		X	
<b>Bignoniaceae</b>					
<i>Tabebuia sp1</i>	NC	0,783	X	X	
<b>Boraginaceae</b>					
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	SI	0,485	X		
<i>Cordia trichoclada</i> DC.	SI	0,560			X



Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<b>Burseraceae</b>					
<i>Protium sp1</i>	NC	0,566	X	X	
<i>Protium sp2</i>	NC	0,566			X
<b>Caricaceae</b>					
<i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A.DC.	SI	0,420			X
<b>Celastraceae</b>					
<i>Maytenus sp1</i>	NC	0,750			X
<i>Monteverdia communis</i> (Reissek) Biral	NC	0,732	X		
<i>Monteverdia obtusifolia</i> (Mart.) Biral	NC	0,732		X	
<b>Chrysobalanaceae</b>					
<i>Chrysobalanaceae sp1</i>	NC	0,823			X
<i>Chrysobalanaceae sp2</i>	NC	0,823			X
<i>Chrysobalanaceae sp3</i>	NC	0,823			X
<i>Chrysobalanaceae sp4</i>	NC	0,823		X	
<i>Chrysobalanaceae sp9</i>	NC	0,823	X		
<i>Couepia schottii</i> Fritsch	ST	0,789		X	
<i>Couepia sp1</i>	NC	0,789		X	
<i>Couepia venosa</i> Prance	NC	0,789			X
<i>Hirtella hebeclada</i> Moric. ex DC.	ST	0,842		X	X
<i>Hirtella sp.</i>	NC	0,842		X	
<i>Hirtella sp1</i>	NC	0,842	X		
<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	ST	0,880	X	X	X
<b>Clethraceae</b>					
<i>Clethra scabra</i> Pers.	SI	0,520	X	X	
<b>Clusiaceae</b>					
<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	ST	0,654	X		
<i>Tovomita glazioviana</i> Engl.	SI	0,652		X	
<b>Cunnoniaceae</b>					
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	SI	0,521	X		
<b>Elaeocarpaceae</b>					
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	NC	0,806		X	X
<i>Sloanea retusa</i> Uittien	NC	0,806	X		
<b>Erythroxylaceae</b>					
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	ST	0,727		X	
<b>Euphorbiaceae</b>					
<i>Actinostemon verticillatus</i> (Klotzsch) Baill.	ST	0,552			X
<i>Alchornea glandulosa</i> subsp. <i>iricurana</i> (Casar.) Secco	P	0,409	X	X	
<i>Algernonia leandrii</i> (Baill.) G.L.Webster	NC	0,552			X
<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	SI	0,390	X		
<i>Discocarpus pedicellatus</i> Fiaschi & Cordeiro	ST	0,552			X
<i>Euphorbiaceae sp1</i>	NC	0,552		X	

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamentos		
			RE	GA	IN
<i>Euphorbiaceae sp2</i>	NC	0,552	X		
<i>Euphorbiaceae sp3</i>	NC	0,552			X
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.	P	0,653	X		
<i>Pera sp1</i>	NC	0,653			X
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	NC	0,833	X	X	
<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	ST	0,580	X	X	X
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	NC	0,421		X	
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	ST	0,780	X	X	X
<b>Fabaceae</b>					
<i>Abarema sp.</i>	NC	0,584	X		X
<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L.Rico	P	0,538	X		
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	SI	0,538			X
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	SI	0,770	X	X	
<i>Bauhinia forficata</i> Link	SI	0,670	X		
<i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	SI	0,698	X	X	X
<i>Fabaceae</i>	NC	0,698		X	
<i>Fabaceae sp1</i>	NC	0,698		X	
<i>Fabaceae sp2</i>	NC	0,698			X
<i>Hymenolobium janeirense</i> Kuhlm.	NC	0,668		X	
<i>Inga capitata</i> Desv.	SI	0,605	X	X	X
<i>Machaerium incorruptibile</i> (Vell.) Benth.	P	0,706	X		
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott	ST	0,900			X
<i>Moldenhawera polysperma</i> (Vell.) Stellfeld	NC	0,698	X	X	X
<i>Ormosia fastigiata</i> Tul.	NC	0,613	X		
<i>Peltogyne angustiflora</i> Ducke	ST	0,757	X	X	X
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	P	0,680	X		
<i>Poecilanthe falcata</i> (Vell.) Heringer	ST	0,620			X
<i>Pseudopiptadenia cf. inaequalis</i> (Benth.) Rauschert	NC	0,621			X
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	ST	0,621	X	X	X
<i>Pseudopiptadenia schumanniana</i> (Taub.) G.P.Lewis & M.P.Lima	NC	0,621			X
<i>Pseudopiptadenia warmingii</i> (Benth.) G.P.Lewis & M.P.Lima	SI	0,621	X	X	
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	ST	0,450	X		X
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	SI	0,836	X	X	
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	ST	0,649	X	X	X
<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev	SI	1,021	X		
<b>Hypericaceae</b>					
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	SI	0,550		X	

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<b>Indeterminada</b>					
<i>Indeterminada Morta</i>	NC	0,649	X	X	X
<i>Indeterminada sp01</i>	NC	0,649	X	X	X
<i>Indeterminada sp02</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp03</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp04</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp05</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp06</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp07</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp09</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp10</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp11</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp12</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp13</i>	NC	0,649			X
<i>Indeterminada sp14</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp15</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp16</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp17</i>	NC	0,649	X		
<i>Indeterminada sp18</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp19</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp20</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp21</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp22</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp23</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp24</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp25</i>	NC	0,649		X	
<i>Indeterminada sp26</i>	NC	0,649		X	
<b>Lacistemaceae</b>					
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	SI	0,515		X	
<b>Lauraceae</b>					
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	SI	0,591	X	X	
<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	ST	0,553	X		X
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart.	SI	0,598	X		X
<i>Cryptocarya saligna</i> Mez	SI	0,598		X	X
<i>Lauraceae sp1</i>	NC	0,598		X	
<i>Lauraceae sp2</i>	NC	0,598		X	
<i>Lauraceae sp3</i>	NC	0,598	X		
<i>Lauraceae sp4</i>	NC	0,598		X	
<i>Licaria armeniaca</i> (Nees) Kosterm.	ST	0,550	X	X	
<i>Licaria sp1</i>	NC	0,815	X	X	X
<i>Nectandra puberula</i> (Schott) Nees	SI	0,528	X		

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	SI	0,550	X	X	X
<i>Ocotea aff. schottii</i> (Meisn.) Mez	NC	0,541	X	X	
<i>Ocotea aniboides</i> (Meisn.) Mez	ST	0,541		X	
<i>Ocotea argentea</i> Mez	ST	0,541		X	
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	P	0,541	X	X	
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees & Mart.) Mez	P	0,541	X	X	X
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	SI	0,541		X	
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	ST	0,541	X	X	
<i>Ocotea insignis</i> Mez	NC	0,541		X	X
<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott) Mez	NC	0,541		X	
<i>Ocotea laxa</i> (Nees) Mez	SI	0,541	X		
<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	ST	0,541		X	X
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	NC	0,541	X		
<i>Ocotea sp1</i>	NC	0,541	X		
<i>Ocotea sp3</i>	NC	0,541		X	
<i>Ocotea sp4</i>	NC	0,541		X	
<i>Ocotea sp5</i>	NC	0,541		X	
<i>Ocotea sp6</i>	NC	0,541		X	
<i>Ocotea teleiandra</i> (Meisn.) Mez	SI	0,541		X	
<i>Urbanodendron bahiense</i> (Meisn.) Rohwer	NC	0,598		X	
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez	NC	0,649	X	X	X
<b>Lecythidaceae</b>					
<i>Lecythidaceae</i>	NC	0,649			X
<i>Lecythidaceae sp1</i>	NC	0,649	X	X	X
<i>Lecythidaceae sp2</i>	NC	0,649	X		
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	ST	0,815		X	
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	ST	0,857	X		
<b>Malvaceae</b>					
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	SI	0,447	X	X	
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	P	0,553		X	
<i>Malvaceae sp1</i>	NC	0,649		X	
<i>Sterculia curiosa</i> (Vell.) Taroda	SI	0,487		X	
<b>Melastomataceae</b>					
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	NC	0,564			X
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	P	0,623	X	X	
<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	P	0,623		X	
<i>Miconia lepidota</i> DC.	NC	0,750	X	X	
<i>Miconia staminea</i> (Desr.) DC.	NC	0,623		X	X
<i>Miconia sp1</i>	NC	0,623		X	
<i>Miconia sp2</i>	NC	0,623		X	
<i>Tibouchina estrellensis</i> (Raddi) Cogn.	NC	0,610	X		
<i>Tibouchina sp1</i>	NC	0,610	X		

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<b>Meliaceae</b>					
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	SI	0,493	X	X	X
<i>Cedrela cf fissilis</i> Vell	SI	0,515		X	
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	ST	0,578	X		X
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	ST	0,578		X	X
<i>Meliaceae sp1</i>	NC	0,649	X		
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	ST	0,652	X	X	X
<i>Trichilia sp1</i>	NC	0,652		X	
<b>Monimiaceae</b>					
<i>Mollinedia oligantha</i> Perkins	NC	0,579	X		X
<i>Mollinedia sp1</i>	NC	0,579			X
<b>Moraceae</b>					
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	SI	0,530	X		
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	SI	0,662	X	X	X
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	SI	0,891	X	X	
<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	SI	0,662			X
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	ST	0,585	X	X	
<i>Coussapoa curranii</i> S.F.Blake	ST	0,450		X	
<i>Ficus clusiifolia</i> Schott	SI	0,402		X	
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	SI	0,402	X		X
<i>Ficus maxima</i> Mill.	ST	0,402	X	X	
<i>Ficus sp1</i>	NC	0,402		X	
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	ST	0,654	X	X	X
<i>Moraceae sp</i>	NC	0,649	X		
<i>Naucleopsis oblongifolia</i> (Kuhl.) Carauta	ST	0,630	X		
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	NC	0,380	X		
<i>Pseudolmedia hirtula</i> Kuhl.	NC	0,659		X	X
<i>Sorocea guilleminiana</i> Gaudich.	SI	0,560		X	
<b>Myristicaceae</b>					
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	SI	0,555	X		X
<i>Virola gardneri</i> (A.DC.) Warb.	ST	0,450	X	X	X
<b>Myrtaceae</b>					
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	ST	0,790	X	X	
<i>Calyptranthes grandiflora</i> O.Berg	NC	0,790	X		
<i>Calyptranthes sp1</i>	NC	0,789	X		
<i>Campomanesia eugenioides</i> (Cambess.) D.Legrand ex Landrum	ST	0,785		X	X
<i>Eugenia batingabranca</i> Sobral	NC	0,737			X
<i>Eugenia cf macahensis</i> O.Berg	ST	0,737			X
<i>Eugenia cf neoglomerata</i> Sobral	NC	0,737			X
<i>Eugenia cf umbrosa</i> O.Berg	SI	0,737			X

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<i>Eugenia cf rostrata</i>	NC	0,737		X	
<i>Eugenia excelsa</i> O.Berg	SI	0,737		X	X
<i>Eugenia macahensis</i> O.Berg	ST	0,737	X		X
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	NC	0,726		X	
<i>Eugenia rostrata</i> O.Berg	NC	0,737		X	
<i>Eugenia sp1</i>	NC	0,737	X		
<i>Eugenia sp2</i>	NC	0,737	X		
<i>Eugenia sp3</i>	NC	0,737		X	
<i>Eugenia villaenovae</i> Kiaersk.	NC	0,737		X	
<i>Marlierea excoriata</i> Mart.	NC	0,935		X	
<i>Marlierea sp1</i>	NC	0,935			X
<i>Marlierea sp2</i>	NC	0,935	X		X
<i>Marlierea sp3</i>	NC	0,935			X
<i>Myrcia cf splendens</i> (Sw.) DC.	P	0,816	X		
<i>Myrcia cf tijucensis</i> Kiaersk.	NC	0,816	X	X	
<i>Myrcia grandifolia</i> Cambess.	NC	0,816			X
<i>Myrcia sp1</i>	NC	0,816		X	
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	P	0,816	X	X	
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	SI	0,785		X	
<i>Myrtaceae sp16</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp17</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp47</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp48</i>	NC	0,786		X	
<i>Myrtaceae sp49</i>	NC	0,786		X	
<i>Myrtaceae sp50</i>	NC	0,786		X	X
<i>Myrtaceae sp51</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp52</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp53</i>	NC	0,786	X		
<i>Myrtaceae sp54</i>	NC	0,786	X		X
<i>Myrtaceae sp55</i>	NC	0,786	X		
<i>Myrtaceae sp56</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp57</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp58</i>	NC	0,786		X	
<i>Myrtaceae sp59</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp60</i>	NC	0,786			X
<i>Myrtaceae sp61</i>	NC	0,786			X
<i>Plinia cf rivularis</i> (Cambess.) Rotman	NC	0,649			X
<b>Nyctaginaceae</b>					
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	SI	0,830		X	X
<b>Olaceaceae</b>					
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	SI	0,698	X	X	
<i>Heisteria perianthomega</i> (Vell.) Sleumer	NC	0,698	X	X	X

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamentos		
			RE	GA	IN
<i>Olacaceae sp1</i>	NC	0,649			X
<b>Phyllantaceae</b>					
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	SI	0,649	X	X	X
<b>Quiinaceae</b>					
<i>Lacunaria sp</i>	NC	0,804		X	
<b>Rosaceae</b>					
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) D.Dietr.	ST	0,830		X	
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Bathysa mendoncae</i> K.Schum.	ST	0,652	X	X	X
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.	SI	0,707	X		
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	ST	0,650	X	X	
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	SI	0,650	X	X	
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	SI	0,690		X	
<i>Rudgea cf erythrocarpa</i> Müll.Arg.	NC	0,570			X
<i>Rudgea cf gomeziana</i> Müll.Arg.	NC	0,570			X
<b>Rutaceae</b>					
<i>Almeidea sp.</i>	NC	0,642		X	
<i>Dictyolema sp1</i>	NC	0,642		X	
<i>Rutaceae sp1</i>	NC	0,642	X		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	P	0,600	X		
<b>Salicaceae</b>					
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	SI	0,595	X	X	X
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	SI	0,695	X	X	
<b>Sapindaceae</b>					
<i>Cupania furfuracea</i> Radlk.	NC	0,651	X		
<i>Cupania ludowigii</i> Somner & Ferrucci	P	0,651	X	X	
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	SI	0,651	X		
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	ST	0,651	X	X	
<i>Cupania schizoneura</i> Radlk.	NC	0,651	X		
<i>Cupania sp.</i>	NC	0,651	X	X	
<i>Sapindaceae sp1</i>	NC	0,649		X	X
<b>Sapotaceae</b>					
<i>Chrysophyllum sp.</i>	NC	0,749			X
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	ST	0,749	X		X
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	SI	0,658	X	X	X
<i>Manilkara sp</i>	NC	0,838	X		X
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	ST	0,670	X	X	X
<i>Micropholis gardneriana</i> (A.DC.) Pierre	ST	0,670			X
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	NC	0,670	X	X	
<i>Micropholis sp1</i>	NC	0,670	X		
<i>Micropholis sp2</i>	NC	0,670		X	X

Familia/ Especie	GE	DM	Tratamientos		
			RE	GA	IN
<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D.Penn.	ST	0,785	X	X	X
<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk.	P	0,758		X	
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	P	0,936	X	X	X
<i>Pouteria sp3</i>	NC	0,758	X	X	X
<i>Pouteria sp4</i>	NC	0,758			X
<i>Pouteria sp5</i>	NC	0,758		X	X
<i>Pouteria sp6</i>	NC	0,758			X
<i>Pouteria sp7</i>	NC	0,758	X	X	
<i>Pouteria sp8</i>	NC	0,758	X		
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	P	0,798	X		
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	NC	0,767		X	X
<b>Sapotaceae</b>	NC	0,649		X	
<i>Sapotaceae sp1</i>	NC	0,649		X	
<i>Sapotaceae sp2</i>	NC	0,649		X	X
<i>Sapotaceae sp6</i>	NC	0,649		X	
<i>Sapotaceae sp8</i>	NC	0,649			X
<i>Sapotaceae sp9</i>	NC	0,649			X
<i>Sapotaceae sp10</i>	NC	0,649		X	
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	ST	0,579	X		X
<b>Simaroubaceae</b>					
<i>Simaba sp1</i>	NC	0,395		X	
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	SI	0,378	X	X	X
<b>Siparunaceae</b>					
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	SI	0,656		X	X
<i>Siparuna sp1</i>	NC	0,656			X
<b>Solanaceae</b>					
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	P	0,649			X
<i>Solanum argenteum</i> Dunal	P	0,280		X	
<i>Solanum sp</i>	NC	0,280		X	X
<b>Symplocaceae</b>					
<i>Symplocos sp1</i>	NC	0,645			X
<b>Urticaceae</b>					
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	P	0,346	X	X	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	P	0,410	X		X
<i>Cecropia sp.</i>	NC	0,346	X	X	
<i>Cecropia sp1</i>	NC	0,346			X
<b>Verbenaceae</b>					
<i>Verbenaceae sp1</i>	NC	0,649	X		
<b>Violaceae</b>					
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	NC	0,740	X	X	X
<b>Vochysiaceae</b>					
<i>Qualea gestasiana</i> A.St.-Hil.	NC	0,633		X	
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	SI	0,506	X	X	X
<i>Vochysia gummifera</i> Mart. ex Warm.	NC	0,506			X



**Apêndice B** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2001 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.

<b>GASODUTO - ANO 2001</b>								
<b>Espécies</b>	<b>NInd</b>	<b>AbsDo</b>	<b>RelDe</b>	<b>RelFr</b>	<b>RelDo</b>	<b>IVI</b>	<b>IVC</b>	<b>RANK</b>
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	20	1,05	6,23	0,57	4,10	10,90	10,33	1
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	10	1,04	3,12	1,70	4,06	8,88	7,18	2
<i>Miconia lepidota</i> DC.	13	0,70	4,05	1,14	2,73	7,92	6,78	3
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	10	0,77	3,12	0,57	3,02	6,70	6,14	4
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	7	0,83	2,18	1,70	3,25	7,13	5,43	5
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,21	0,62	1,14	4,73	6,49	5,36	6
<i>Indet_Morta</i>	7	0,74	2,18	2,27	2,88	7,33	5,06	7
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	7	0,72	2,18	1,14	2,81	6,13	4,99	8
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	0,69	2,18	1,14	2,70	6,01	4,88	9
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	8	0,60	2,49	1,14	2,36	5,99	4,85	10
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	9	0,46	2,80	1,70	1,80	6,30	4,60	11
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	8	0,44	2,49	2,27	1,70	6,47	4,20	12
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	4	0,68	1,25	0,57	2,66	4,48	3,91	13
<i>Ocotea insignis</i> Mez	3	0,72	0,93	1,14	2,80	4,87	3,74	14
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	3	0,71	0,93	1,14	2,77	4,85	3,71	15
<b>TOTAL</b>	118	11,36	36,75	19,33	44,37	100,45	81,16	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	203	14,22	63,02	80,89	55,65	199,57	118,90	-

REDE ELETRICA - ANO 2001								
Espécies	NInd	AbsDo	ReIDe	ReIFr	ReIDo	IVI	IVC	RANK
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	37	2,72	11,38	1,18	8,63	21,2	20,01	1
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	15	1,51	4,62	0,59	4,78	9,99	9,39	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	12	0,78	3,69	0,59	2,47	6,76	6,16	3
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,56	0,92	0,59	4,93	6,45	5,85	4
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	12	0,67	3,69	2,37	2,11	8,17	5,80	5
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	9	0,84	2,77	2,37	2,66	7,8	5,43	6
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	10	0,57	3,08	1,78	1,79	6,65	4,87	7
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3	1,21	0,92	1,18	3,82	5,93	4,74	8
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	10	0,48	3,08	1,18	1,51	5,77	4,58	9
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	8	0,65	2,46	1,78	2,06	6,3	4,52	10
<i>Astronium sp1</i>	4	1,04	1,23	1,18	3,29	5,7	4,52	11
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	11	0,28	3,38	0,59	0,87	4,85	4,26	12
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	1	1,24	0,31	0,59	3,93	4,83	4,24	13
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	1,09	0,62	0,59	3,46	4,66	4,07	14
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,53	1,85	1,78	1,69	5,31	3,53	15
<b>TOTAL</b>	143	15,17	44	18,34	48	110,37	91,97	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	182	16,42	56,26	81,47	52,03	189,63	107,98	-

INTERIOR - ANO 2001								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	4,72	0,41	0,58	11,64	12,63	12,05	1
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	11	1,56	4,51	1,75	3,85	10,11	8,36	2
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	3	2,79	1,23	1,17	6,88	9,28	8,11	3
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	6	2,21	2,46	1,75	5,45	9,66	7,91	4
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	13	0,96	5,33	2,34	2,36	10,02	7,69	5
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	2,16	1,64	1,75	5,34	8,73	6,98	6
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	11	0,92	4,51	2,34	2,27	9,11	6,77	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	7	0,79	2,87	2,34	1,96	7,17	4,83	8
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	1	1,52	0,41	0,58	3,75	4,75	4,16	9
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,29	0,82	1,17	3,19	5,18	4,01	10
<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	5	0,79	2,05	1,75	1,95	5,75	4,00	11
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	5	0,76	2,05	1,17	1,88	5,1	3,93	12
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	5	0,7	2,05	1,17	1,73	4,95	3,78	13
<i>Tachigali denudata</i> (Vog.) Oliveira-Filho	1	1,31	0,41	0,58	3,22	4,22	3,63	14
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	5	0,52	2,05	1,75	1,29	5,1	3,34	15
<b>TOTAL</b>	80	23	32,8	22,19	56,76	111,76	89,55	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	164	17,51	67,24	77,37	43,26	188,29	110,45	-

**Apêndice C** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos anos 2004 em cada uma das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.

<b>GASODUTO - ANO 2004</b>								
<b>Espécies</b>	<b>NInd</b>	<b>AbsDo</b>	<b>RelDe</b>	<b>RelFr</b>	<b>RelDo</b>	<b>VI</b>	<b>IVC</b>	<b>RANK</b>
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	13	0,85	4,47	0,56	3,57	8,6	8,04	1
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	10	1,05	3,44	1,69	4,43	9,55	7,87	2
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	3	1,28	1,03	1,69	5,4	8,11	6,43	3
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	8	0,75	2,75	1,69	3,17	7,6	5,92	4
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	8	0,63	2,75	0,56	2,68	5,99	5,43	5
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	0,71	2,41	1,12	2,99	6,52	5,40	6
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	9	0,49	3,09	1,69	2,06	6,83	5,15	7
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	5	0,77	1,72	1,69	3,25	6,65	4,97	8
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	8	0,47	2,75	2,25	1,98	6,98	4,73	9
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	6	0,63	2,06	1,69	2,67	6,42	4,73	10
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	4	0,72	1,37	0,56	3,04	4,98	4,41	11
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	3	0,74	1,03	0,56	3,12	4,71	4,15	12
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	5	0,53	1,72	1,69	2,23	5,64	3,95	13
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	4	0,43	1,37	1,12	1,83	4,32	3,20	14
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	7	0,16	2,41	1,12	0,68	4,21	3,09	15
<b>TOTAL</b>	100	10,21	34,37	19,68	43,1	97,11	77,47	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	191	13,450	65,380	80,130	56,900	202,890	122,550	-

REDE ELETRICA - ANO 2004								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	38	2,9	11,8	1,2	8,97	21,98	20,77	1
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	16	1,65	4,97	0,6	5,11	10,68	10,08	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	12	0,84	3,73	0,6	2,6	6,93	6,33	3
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	13	0,7	4,04	2,41	2,18	8,62	6,21	4
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,61	0,93	0,6	4,97	6,51	5,90	5
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	9	0,86	2,8	2,41	2,65	7,85	5,44	6
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	10	0,67	3,11	1,81	2,06	6,98	5,17	7
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	1	1,45	0,31	0,6	4,49	5,4	4,80	8
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3	1,24	0,93	1,2	3,85	5,98	4,78	9
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	10	0,52	3,11	1,2	1,6	5,91	4,70	10
<i>Astronium sp1</i>	4	1,06	1,24	1,2	3,28	5,73	4,52	11
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	8	0,61	2,48	1,81	1,9	6,19	4,38	12
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	11	0,28	3,42	0,6	0,88	4,89	4,29	13
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	1,1	0,62	0,6	3,41	4,63	4,03	14
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,57	1,86	1,81	1,77	5,44	3,63	15
<b>TOTAL</b>	146	16,06	45,35	18,65	49,72	113,72	95,03	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	176	16,32	54,56	81,04	50,30	186,29	104,94	-

INTERIOR - ANO 2004								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	4,72	0,43	0,62	11,82	12,86	12,25	1
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	3	2,82	1,29	1,23	7,07	9,6	8,36	2
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	6	2,24	2,59	1,85	5,61	10,05	8,20	3
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	13	1,01	5,6	2,47	2,53	10,6	8,13	4
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	2,22	1,72	1,85	5,55	9,13	7,28	5
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	10	1,14	4,31	1,85	2,86	9,03	7,17	6
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	11	0,87	4,74	2,47	2,18	9,39	6,93	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	7	0,82	3,02	2,47	2,05	7,54	5,07	8
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	1	1,57	0,43	0,62	3,94	4,99	4,37	9
<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	5	0,82	2,16	1,85	2,05	6,06	4,20	10
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	5	0,81	2,16	1,23	2,03	5,42	4,19	11
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,33	0,86	1,23	3,32	5,42	4,18	12
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	0,56	2,59	2,47	1,39	6,45	3,98	13
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	5	0,72	2,16	1,23	1,79	5,18	3,95	14
<i>Tachigali denudata</i> (Vog.) Oliveira-Filho	1	1,4	0,43	0,62	3,5	4,54	3,93	15
<b>TOTAL</b>	80	23,05	34,49	24,06	57,69	116,26	92,19	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	152	16,92	65,38	76,05	42,27	183,76	107,85	-

**Apêndice D** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos anos 2008 em cada uma das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.

<b>GASODUTO - ANO 2008</b>								
<b>Espécies</b>	<b>NInd</b>	<b>AbsDo</b>	<b>RelDe</b>	<b>RelFr</b>	<b>RelDo</b>	<b>VI</b>	<b>IVC</b>	<b>RANK</b>
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	16	1,31	5,25	0,56	5,07	10,87	10,31	1
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	10	1,09	3,28	1,68	4,2	9,16	7,48	2
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	3	1,43	0,98	1,68	5,52	8,18	6,50	3
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	10	0,82	3,28	1,68	3,15	8,1	6,43	4
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	9	0,66	2,95	1,12	2,56	6,63	5,51	5
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	10	0,58	3,28	1,68	2,22	7,18	5,50	6
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	3	1	0,98	0,56	3,86	5,4	4,84	7
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	0,73	1,97	1,12	2,8	5,89	4,77	8
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	8	0,51	2,62	2,23	1,97	6,83	4,59	9
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	4	0,81	1,31	0,56	3,12	4,99	4,43	10
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	5	0,69	1,64	1,68	2,68	5,99	4,32	11
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	4	0,76	1,31	1,12	2,93	5,36	4,24	12
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	4	0,51	1,31	1,12	1,96	4,39	3,27	13
<i>Miconia lepidota</i> DC.	7	0,25	2,3	1,12	0,97	4,38	3,27	14
<i>Urbanodendron bahiense</i> (Meisn.) Rohwer	6	0,28	1,97	1,68	1,07	4,71	3,04	15
<b>TOTAL</b>	105	11,43	34,43	19,59	44,08	98,06	78,5	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Espécies )</b>	200	14,46	65,73	80,64	55,90	202,00	121,50	-

REDE ELETRICA - ANO 2008								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	41	3,11	12,35	1,22	8,94	22,51	21,29	1
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	16	1,75	4,82	0,61	5,05	10,47	9,86	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	14	1,01	4,22	0,61	2,91	7,73	7,12	3
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	16	0,79	4,82	2,44	2,28	9,54	7,10	4
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	10	1	3,01	1,83	2,88	7,72	5,90	5
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,65	0,9	0,61	4,73	6,25	5,64	6
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	12	0,62	3,61	1,22	1,79	6,62	5,40	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	8	0,87	2,41	2,44	2,5	7,35	4,91	8
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3	1,33	0,9	1,22	3,82	5,94	4,72	9
<i>Astronium sp1</i>	4	1,13	1,2	1,22	3,26	5,68	4,46	10
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	1	1,43	0,3	0,61	4,12	5,03	4,42	11
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	7	0,74	2,11	1,83	2,12	6,05	4,22	12
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	1,18	0,6	0,61	3,39	4,6	3,99	13
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,63	1,81	1,83	1,82	5,46	3,63	14
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	8	0,42	2,41	2,44	1,2	6,05	3,61	15
<b>TOTAL</b>	151	17,66	45,47	20,74	50,81	117	96,27	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	181	17,06	54,35	79,30	49,20	182,98	103,70	-



INTERIOR - ANO 2008								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	5,01	0,43	0,62	12,31	13,35	12,73	1
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	14	1,13	5,96	2,48	2,76	11,2	8,72	2
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	6	2,41	2,55	1,86	5,93	10,34	8,48	3
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	3	2,94	1,28	1,24	7,2	9,72	8,48	4
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	2,41	1,7	1,86	5,92	9,48	7,62	5
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	11	0,93	4,68	2,48	2,29	9,46	6,97	6
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	9	1,14	3,83	1,86	2,8	8,49	6,63	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	7	0,87	2,98	2,48	2,13	7,6	5,11	8
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	8	0,5	3,4	1,86	1,23	6,5	4,64	9
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	0,6	2,98	2,48	1,47	6,94	4,45	10
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,44	0,85	1,24	3,53	5,63	4,38	11
<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	5	0,91	2,13	1,86	2,23	6,22	4,36	12
<i>Tachigali denudata</i> (Vog.) Oliveira-Filho	1	1,6	0,43	0,62	3,94	4,99	4,36	13
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	5	0,78	2,13	1,24	1,91	5,28	4,03	14
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	5	0,74	2,13	1,24	1,82	5,19	3,95	15
<b>TOTAL</b>	88	23,41	37,46	25,42	57,47	120,39	94,91	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	147,00	17,33	62,83	74,40	42,49	179,62	105,11	-

**Apêndice E** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos anos 2012 em cada uma das fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos os fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Freqüência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.

<b>GASODUTO - ANO 2012</b>								
<b>Espécies</b>	<b>NInd</b>	<b>AbsDo</b>	<b>RelDe</b>	<b>RelFr</b>	<b>RelDo</b>	<b>IVI</b>	<b>IVC</b>	<b>RANK</b>
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	15	1,52	5,24	0,59	5,75	11,58	10,99	1
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	3	1,55	1,05	1,76	5,83	8,65	6,88	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	10	0,89	3,5	1,76	3,34	8,6	6,84	3
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	9	0,78	3,15	1,76	2,94	7,85	6,08	4
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	10	0,63	3,5	1,76	2,36	7,62	5,86	5
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	3	1,24	1,05	0,59	4,68	6,32	5,73	6
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	6	0,79	2,1	1,18	2,98	6,25	5,08	7
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	8	0,54	2,8	2,35	2,05	7,2	4,85	8
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	5	0,82	1,75	1,76	3,09	6,6	4,84	9
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	4	0,88	1,4	0,59	3,33	5,31	4,72	10
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	8	0,5	2,8	1,18	1,9	5,87	4,69	11
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	4	0,78	1,4	1,18	2,93	5,5	4,33	12
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	4	0,63	1,4	1,18	2,4	4,97	3,79	13
<i>Miconia lepidota</i> DC.	6	0,35	2,1	1,18	1,31	4,59	3,41	14
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	4	0,48	1,4	1,18	1,82	4,39	3,22	15
<b>TOTAL</b>	99	12,38	34,64	20	46,71	101,3	81,31	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Espécies )</b>	187	14,14	65,45	80,20	53,28	198,69	118,68	-

REDE ELETRICA - ANO 2012								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	41	3,33	12,97	1,27	9,36	23,6	22,33	1
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	16	1,86	5,06	0,63	5,22	10,92	10,29	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	14	1,2	4,43	0,63	3,37	8,43	7,80	3
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	11	1,26	3,48	1,9	3,54	8,92	7,02	4
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	14	0,71	4,43	2,53	2	8,97	6,43	5
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,78	0,95	0,63	4,99	6,58	5,94	6
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	11	0,62	3,48	1,27	1,76	6,5	5,24	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	8	0,86	2,53	2,53	2,43	7,49	4,96	8
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3	1,41	0,95	1,27	3,97	6,18	4,91	9
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	1	1,58	0,32	0,63	4,43	5,38	4,75	10
<i>Astronium sp1</i>	4	1,22	1,27	1,27	3,42	5,95	4,68	11
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	7	0,83	2,22	1,9	2,34	6,46	4,56	12
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	1,23	0,63	0,63	3,45	4,72	4,09	13
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	2	1,14	0,63	1,27	3,21	5,11	3,84	14
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,67	1,9	1,9	1,87	5,67	3,77	15
<b>TOTAL</b>	143	19,7	45,25	20,26	55,36	120,88	100,61	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	173	15,88	54,96	79,55	44,71	179,16	99,38	-

INTERIOR - ANO 2012								
Espécies	NInd	AbsDo	ReIDe	ReIFr	ReIDo	IVI	IVC	RANK
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth	1	5,41	0,43	0,63	12,8	13,86	13,23	1
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	6	2,53	2,6	1,88	5,99	10,46	8,59	2
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	3	3,01	1,3	1,25	7,13	9,67	8,42	3
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	13	1,13	5,63	2,5	2,68	10,8	8,30	4
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	2,52	1,73	1,88	5,96	9,57	7,69	5
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	11	0,93	4,76	2,5	2,19	9,46	6,96	6
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	9	1,12	3,9	1,88	2,65	8,43	6,55	7
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	7	0,93	3,03	2,5	2,2	7,73	5,23	8
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	8	0,64	3,46	2,5	1,51	7,47	4,97	9
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	8	0,54	3,46	1,88	1,28	6,62	4,75	10
<i>Tachigali denudata</i> (Vog.) Oliveira-Filho	1	1,82	0,43	0,63	4,3	5,36	4,73	11
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,43	0,87	1,25	3,39	5,5	4,25	12
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	5	0,84	2,16	1,25	1,98	5,4	4,15	13
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	5	0,76	2,16	1,25	1,79	5,2	3,95	14
<i>Beilschmiedia fluminensis</i> Kosterm.	4	0,89	1,73	1,88	2,12	5,72	3,85	15
<b>TOTAL</b>	87	24,5	37,65	25,66	57,97	121,25	95,62	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	144	17,82	62,23	74,77	42,06	178,79	104,36	-

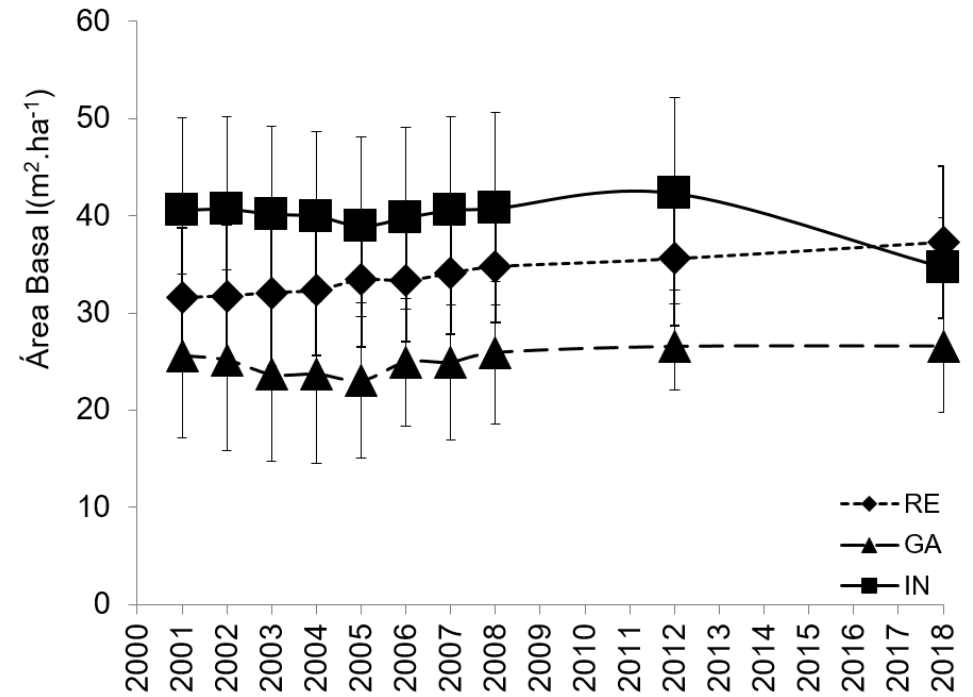
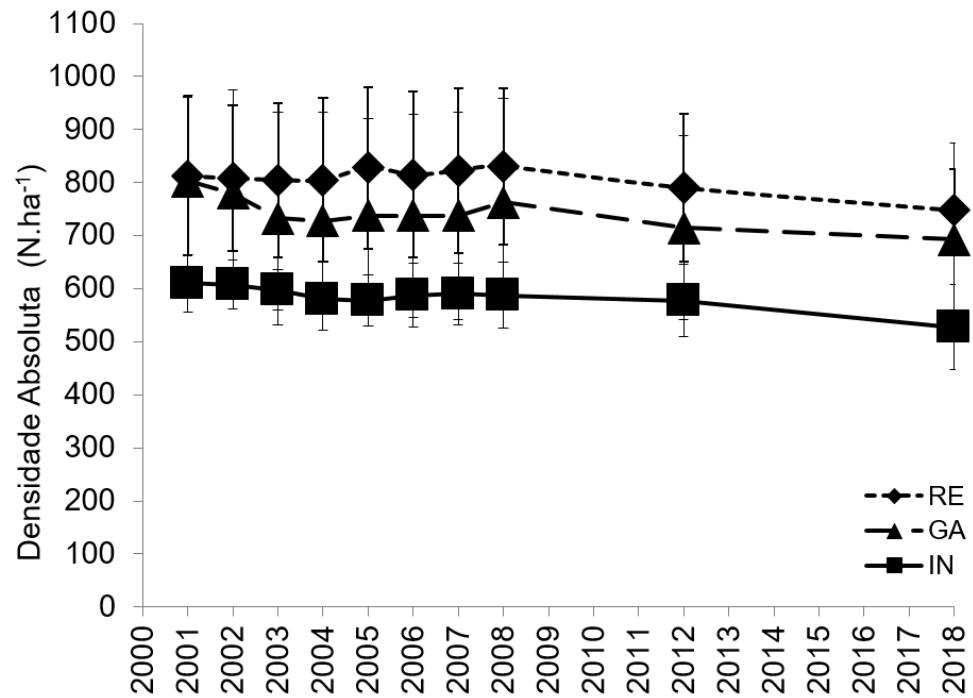
**Apêndice F** - Parâmetros fitossociológicos analisados nos ano 2018 em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As 15 principais espécies aparecem em ordem decrescente de Valor de Importância quando todos fragmentos são analisados em conjunto. Siglas utilizadas: NInd = Número de indivíduos, AB = Área Basal, DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, DoR = Dominância relativa, VC = Valor de Cobertura, VI = Valor de Importância, Rank = Posição.

<b>GASODUTO - ANO 2018</b>								
<b>Espécies</b>	<b>NInd</b>	<b>AbsDo</b>	<b>RelDe</b>	<b>RelFr</b>	<b>RelDo</b>	<b>IVI</b>	<b>IVC</b>	<b>RANK</b>
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	12	1,04	4,33	2,21	3,92	10,46	8,25	1
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	3	1,77	1,08	1,66	6,65	9,39	7,74	2
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	12	0,74	4,33	1,66	2,8	8,79	7,14	3
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	3	1,34	1,08	0,55	5,03	6,67	6,12	4
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	8	0,75	2,89	1,66	2,83	7,38	5,72	5
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	0,84	2,53	1,1	3,15	6,78	5,68	6
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	5	1	1,81	1,66	3,76	7,22	5,56	7
<i>Lecythis lanceolata</i> Poir.	4	0,99	1,44	0,55	3,74	5,73	5,18	8
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	6	0,69	2,17	0,55	2,59	5,3	4,75	9
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	7	0,51	2,53	2,21	1,92	6,66	4,45	10
<i>Vochysia angelica</i> M.C.Vianna & Fontella	4	0,76	1,44	1,1	2,88	5,43	4,32	11
<i>Heisteria ovata</i> Benth.	3	0,75	1,08	0,55	2,83	4,46	3,91	12
<i>Annona dolabripetala</i> Raddi	4	0,58	1,44	1,1	2,2	4,74	3,64	13
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	5	0,41	1,81	1,1	1,56	4,47	3,37	14
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	7	0,15	2,53	1,1	0,58	4,21	3,11	15
<b>TOTAL</b>	90	12,32	32,49	18,76	46,44	97,69	78,94	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	187	14,23	67,34	80,89	53,58	202,28	121,12	-

REDE ELETRICA - ANO 2018								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	40	3,27	13,38	1,27	8,77	23,42	22,15	1
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	19	2,01	6,35	0,64	5,39	12,38	11,74	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	15	1,27	5,02	0,64	3,4	9,05	8,41	3
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	8	1,3	2,68	1,91	3,49	8,08	6,17	4
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,84	1	0,64	4,92	6,56	5,92	5
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	12	0,67	4,01	2,55	1,81	8,37	5,82	6
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	11	0,67	3,68	1,27	1,8	6,76	5,48	7
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell. & K.Schum.) A.Robyns	1	1,78	0,33	0,64	4,78	5,75	5,12	8
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	3	1,49	1	1,27	3,99	6,27	4,99	9
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	8	0,81	2,68	2,55	2,18	7,4	4,85	10
<i>Astronium sp1</i>	4	1,29	1,34	1,27	3,46	6,07	4,80	11
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	2	1,39	0,67	1,27	3,73	5,67	4,40	12
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,85	2,01	1,91	2,29	6,21	4,29	13
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	1,26	0,67	0,64	3,38	4,68	4,05	14
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	4	0,92	1,34	1,27	2,46	5,07	3,79	15
<b>TOTAL</b>	138	20,82	46,16	19,74	55,85	121,74	101,98	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	161	16,45	53,54	80,46	44,15	178,23	98,01	-

INTERIOR - ANO 2018								
Espécies	NInd	AbsDo	RelDe	RelFr	RelDo	IVI	IVC	RANK
<i>Virola bicuhyba</i> (Schott ex Spreng.) Warb.	6	2,87	2,84	1,96	8,28	13,08	11,12	1
<i>Pradosia kuhlmannii</i> Toledo	3	3,09	1,42	1,31	8,91	11,64	10,33	2
<i>Micropholis crassipedicellata</i> (Mart. & Eichler) Pierre	4	2,85	1,9	1,96	8,22	12,08	10,12	3
<i>Senefeldera verticillata</i> (Vell.) Croizat	12	1,05	5,69	2,61	3,03	11,33	8,72	4
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	9	0,74	4,27	1,96	2,15	8,37	6,41	5
<i>Ecclinusa ramiflora</i> Mart.	7	0,93	3,32	1,31	2,68	7,31	6,00	6
<i>Tachigali denudata</i> (Vog.) Oliveira-Filho	1	1,82	0,47	0,65	5,24	6,37	5,72	7
<i>Chrysophyllum splendens</i> Spreng.	5	1,01	2,37	1,31	2,91	6,59	5,28	8
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	2	1,47	0,95	1,31	4,23	6,49	5,18	9
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	5	0,82	2,37	1,31	2,36	6,04	4,73	10
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	7	0,4	3,32	1,96	1,15	6,43	4,47	11
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	5	0,7	2,37	2,61	2,02	7	4,39	12
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	6	0,44	2,84	1,96	1,27	6,07	4,11	13
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	1	1,21	0,47	0,65	3,49	4,62	3,97	14
<i>Inga capitata</i> Desv.	3	0,84	1,42	1,31	2,43	5,16	3,85	15
<b>TOTAL</b>	76	20,24	36,02	24,18	58,37	118,58	94,4	-
<b>TOTAL ( Outras - 15 Especies )</b>	135	14,40	63,73	75,57	41,57	181,40	105,62	-

**Apêndice G** - Estrutura arbórea da comunidade nas bordas da Rede Elétrica (RE), Gasoduto (GA) e no Interior (IN) de fragmento de floresta ombrófila da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Valores médios e desvio padrão ( $\pm$ ) dos parâmetros estruturais: densidade absoluta (D, N.ha<sup>-1</sup>) (esquerda), área basal (Ab, m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) (direita).





**Apêndice H** - Variação de biomassa observada ( $\Delta$  **BAS**), após o período 18 anos em cada cada fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa amostradas, Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. Siglas representadas: GA – gasoduto; RE – rede elétrica; IN – interior; preenchimento: preto – ganho de biomassa , branco – perda de biomassa.

