

ROSIVAL BARROS DE ANDRADE LIMA

**ESTRUTURA, REGENERAÇÃO NATURAL E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM
FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS, NA ZONA DA MATA
DE PERNAMBUCO**

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
Fevereiro - 2017**

ROSIVAL BARROS DE ANDRADE LIMA

**ESTRUTURA, REGENERAÇÃO NATURAL E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM
FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS, NA ZONA DA MATA
DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

Coorientadores:

Prof^a. Dr^a. Ana Lícia Patriota Feliciano

Prof. Dr. Fernando José Freire

**RECIFE
Pernambuco - Brasil
Fevereiro - 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L732e Lima, Rosival Barros de Andrade
Estrutura, regeneração natura e ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco / Rosival Barros de Andrade Lima. – 2017.
150 f. : il.

Orientador: Luiz Carlos Marangon.
Coorientadores: Fernando José Freire, Ana Lícia Patriota Feliciano.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2017.
Inclui referências.

1. Diversidade 2. Eficiência nutricional 3. Floresta atlântica
I. Marangon, Luiz Carlos, orient. II. Freire, Fernando José, coorient.
III. Feliciano, Ana Lícia Patriota , coorient. IV. Título

CDD 634.9

ROSIVAL BARROS DE ANDRADE LIMA

**ESTRUTURA, REGENERAÇÃO NATURAL E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM
FLORESTA OMBRÓFILA Densa DAS TERRAS BAIXAS, NA ZONA DA MATA
DE PERNAMBUCO**

Aprovada em 21/02/2017

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves
Departamento de Ciência Florestal - UFRPE

Prof^ª. Dr^ª. Maria Jesus Nogueira Rodal
Departamento de Biologia - UFRPE

Prof^ª. Dr^ª. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire
Departamento de Agronomia - UFRPE

Dr. Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste - CEPAN

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon
Departamento de Ciência Florestal - UFRPE

**RECIFE-PE
Fevereiro/2017**

DEDICO

À minha filha, Nicole Barros,
pela inocência e amor incondicional.
Te amo minha princesa!

"Quem já passou por essa vida e não viveu
Pode ser mais, mas sabe menos do que eu
Porque a vida só se dá pra quem se deu
Pra quem amou, pra quem chorou, pra quem
sofreu..."

(Vinícius de Moraes)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me deu o dom da vida e fez possível todas as conquistas alcançadas em minha trajetória.

A minha família, em especial ao meu pai (Durval) e minha mãe (Rosilda) pelo grande estímulo, carinho, atenção e incentivo para que eu sempre continuasse os estudos.

A minha esposa (Nair) e minha filha (Nicole), pelo carinho, atenção e compreensão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Marangon, não só pela orientação, mas pelos ensinamentos, paciência, amizade e confiança depositada.

À professora Dr^a. Ana Lícia Patriota Feliciano, pelo apoio e sugestões.

Ao Prof. Dr. Fernando José Freire, pelas valiosas contribuições e pela atenção de sempre.

À professora Dr^a. Maria Betânia Galvão, pelas orientações durante a realização das análises químicas.

À Usina Trapiche S/A, em especial ao Dr. Cauby, por autorizar a pesquisa e dar suporte para realização da mesma.

A Eduardo, técnico da Usina Trapiche, pela atenção e apoio durante a realização da pesquisa.

Aos ajudantes de campo, Dudé, Amaro e seu Caboclo, pela incansável ajuda e dedicação durante todas as etapas do trabalho.

Ao amigo Guera, pela ajuda com o Assistat.

Ao grande amigo Dilson Abreu, pela ajuda com as equações de biomassa.

À Joselane, Léo e Marquinhos, pela inestimável ajuda durante a realização do inventário.

À dona Rosilda Silva, pela hospitalidade de sempre.

A Pêu, pela confecção e manutenção do podão.

À Rosenae Karla, pela parceria firmada todo esse tempo, em todas as etapas desse e de outros trabalhos, assim como, pelo companheirismo, amizade, atenção, carinho e respeito.

A Pedro, técnico do laboratório de solos, pela ajuda durante as análises químicas.

A Jefferson Alves, pela ajuda na confecção do croqui.

A Walter Lucena, pela elaboração dos mapas.

Aos amigos da EAFB-1996, em especial Rodrigo Diniz, Kléber, Péricles, Euton, Walter, Afrânio, Sílvio, Iran, Luciana, Wênnya, Juliana, Alessandra e Franci, pela compreensão da ausência nos pedais e confraternizações.

Às minhas irmãs Geysy e Giselle e aos meus cunhados Ricardo e Márcio, pelo apoio e incentivo.

Enfim, a todos que passaram pela minha vida nessa caminhada de formação acadêmica e profissional e me ajudaram no decorrer deste percurso.

Meu muito obrigado!

LIMA, ROSIVAL BARROS DE ANDRADE. Estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, na Zona da Mata de Pernambuco. 2017. Orientador: Luiz Carlos Marangon. Coorientadores: Ana Lícia Patriota Feliciano e Fernando José Freire.

RESUMO

A Mata Atlântica, detentora de uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, vem sofrendo constantes pressões antrópicas, pondo em risco a alta riqueza de espécies endêmicas que compõem o Bioma. Devido ao elevado grau de perturbações, sua conservação, hoje, representa um dos maiores desafios. Este trabalho objetivou caracterizar a vegetação quanto aos aspectos estruturais, regeneração natural e ciclagem de nutrientes, em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, na Zona da Mata de Pernambuco. O estrato arbóreo foi amostrado por meio de 40 parcelas de 10 m x 25 m, onde os indivíduos arbóreos que apresentaram circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm, a 1,30 m do nível do solo, foram mensurados. No vértice de cada parcela foram alocadas subparcelas de 25 m² (5 m x 5 m) visando o estudo do estrato regenerante. A análise foi realizada com indivíduos que apresentaram CAP $< 15,0$ cm e altura igual ou superior a 1,0 m. As classes de alturas foram pré-determinadas, em que: C1 = altura (H) $\geq 1,0$ até 2,0 m; C2 = H $> 2,0$ até 3,0 m; C3 = H $> 3,0$ m. A eficiência nutricional foi avaliada com as dez espécies de maior densidade absoluta, sendo avaliados os nutrientes N, P, K, Ca e Mg. A biomassa foliar foi estimada pela equação de Golley, que estabelece relação entre o DAP e a biomassa de folhas. Foi avaliada ainda a influência das variações climáticas no aporte estacional de serrapilheira e nutrientes. Os aportes foram monitorados mensalmente de junho de 2014 a maio de 2015. Com o intuito de identificar a contribuição do solo na nutrição florestal, foi realizada a caracterização química e física do solo, avaliada a distribuição de nutrientes em diferentes profundidades e a determinação dos conteúdos de nutrientes do material vegetal. Foram amostrados 1.324 indivíduos arbóreos. A família Anacardiaceae teve o maior número de indivíduos e a família Fabaceae maior riqueza. Em relação à regeneração natural, foram amostrados 1.197 indivíduos e a família Fabaceae também foi a de maior riqueza. As espécies *Protium heptaphyllum* e *Thyrsodium spruceanum* apresentaram os maiores RNTs. A maior estimativa de biomassa foliar foi da espécie *Thyrsodium spruceanum* (1.335,78 kg ha⁻¹), seguida da espécie *Protium heptaphyllum* (785,24 kg ha⁻¹). As espécies florestais tiveram alta demanda por N e baixa por P, podendo se estabelecer em ambientes férteis em N e restritivos para P, com exceção das espécies *Myrcia silvatica* e *Tapirira guianensis* que podem ser recomendadas para solos com pouca disponibilidade de N. O aporte de serrapilheira foi de 8.261,15 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e dos nutrientes de 244,93 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O N foi o nutriente mais aportado, podendo ciclar, 113,75 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O aporte de serrapilheira não foi influenciado pelas variações climáticas. O aumento da profundidade no perfil do solo reduziu os teores nutricionais no fragmento florestal. A nutrição da floresta ocorreu em maiores proporções na manta orgânica. O solo do fragmento florestal atuou basicamente como suporte mecânico das espécies, contribuindo pouco com a nutrição, condizente com a baixa fertilidade natural dos solos tropicais sob Floresta Atlântica.

Palavras chave: diversidade; eficiência nutricional; floresta atlântica.

LIMA, ROSIVAL BARROS DE ANDRADE. Structuring, natural regeneration and nutrient cycling in the Dense Ombrophylous Lowland Forest, in the Zona da Mata of Pernambuco. 2017. Adviser: Luiz Carlos Marangon. Comit e: Ana L cia Patriota Feliciano and Fernando José Freire.

ABSTRACT

The Atlantic Forest, which holds a significant part of Brazil's biological diversity, has been suffering from constant anthropogenic pressures, putting at risk the high wealth of endemic species that make up the Biome. Due to the high degree of disturbance, its conservation today represents one of the greatest challenges. This work aimed to characterize the vegetation as regards structural aspects, natural regeneration and nutrient cycling, in a fragment of Ombrophylous Dense Lowland Forest, in the Zona da Mata of Pernambuco. The arboreal stratum was sampled through 40 plots of 10 m x 25 m, where tree individuals with chest circumference (CAP) ≥ 15 cm, at 1.30 m above ground level, were measured. At the apex of each plot, subplots of 25 m² (5 m x 5 m) were allocated to study the regenerating stratum. The analysis was performed with individuals presenting CAP < 15.0 cm and height equal to or greater than 1.0 m. The height classes were pre-determined, where: C1 = height (H) ≥ 1.0 to 2.0 m; C2 = H > 2.0 to 3.0 m; C3 = H > 3.0 m. The nutritional efficiency was evaluated with the ten species of highest absolute density, being evaluated the nutrients N, P, K, Ca and Mg. Leaf biomass was estimated by the Golley equation, which establishes a relationship between DAP and leaf biomass. It was also evaluated the influence of climatic variations on the seasonal contribution of litter and nutrients. The contributions were monitored monthly from June 2014 to May 2015. In order to identify the contribution of the soil to forest nutrition, the soil chemical and physical characterization was carried out, nutrient distribution at different depths and content determination of plant material. 1.324 individuals were sampled. The family Anacardiaceae had the largest number of individuals and the Fabaceae family had greater wealth. In relation to natural regeneration, 1.197 individuals were sampled and the Fabaceae family was also the one with the greatest wealth. The species *Protium heptaphyllum* and *Thyrsodium spruceanum* showed the highest NTN. The highest leaf biomass estimate was *Thyrsodium spruceanum* (1.335,78 kg ha⁻¹), followed by the species *Protium heptaphyllum* (785,24 kg ha⁻¹). Forest species had high demand for N and low for P, and can be established in fertile N and P restricted areas, except *Myrcia silvatica* and *Tapirira guianensis*, which can be recommended for soils with low N availability. Was 8.261,15 kg ha⁻¹ year⁻¹ and the nutrients were 244,93 kg ha⁻¹ year⁻¹. N was the most favored nutrient, being able to cycle, 113,75 kg ha⁻¹ year⁻¹. The litter supply was not influenced by climatic variations. The increase of the depth in the soil profile reduced the nutritional contents in the forest fragment. Forest nutrition occurred in greater proportions in the organic blanket. The soil of the forest fragment basically acted as mechanical support of the species, contributing little to the nutrition, in keeping with the low natural fertility of the tropical soils under the Atlantic Forest.

Keywords: diversity; nutritional efficiency; atlantic forest.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
APRESENTAÇÃO	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Mata Atlântica e sua fragmentação	20
2.2 Levantamentos florísticos e fitossociológicos	21
2.3 Sucessão ecológica	22
2.4 Regeneração natural	23
2.5 Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais	25
2.5.1 Deposição/acúmulo de serrapilheira	25
2.5.2 Decomposição da serrapilheira e retorno de nutrientes	26
REFERÊNCIAS	29
CAPÍTULO I	40
Estrutura arbórea e regenerante em um fragmento de floresta ombrófila densa das terras baixas, na Zona da Mata de Pernambuco	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1. Introdução	42
2. Material e métodos	43
2.1 Área de estudo	43
2.2 Coleta de dados	45
2.3 Análise dos dados	46
2.3.1 Suficiência amostral	46
2.3.2 Composição florística e classificação sucessional	46
2.3.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade	47
2.3.4 Distribuição diamétrica e hipsométrica	48
2.3.5 Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural	48
3. Resultados e discussão	49
3.1 Análise estrutural da comunidade arbórea	49
3.1.1 Suficiência amostral	49
3.1.2 Composição florística e classificação sucessional	49
3.1.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade	55
3.1.4 Distribuição diamétrica e hipsométrica	60
3.2 Análise estrutural da Regeneração natural	62
3.2.1 Suficiência amostral	62
3.2.2 Composição florística, similaridade e classificação sucessional	62
3.2.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade	68

3.2.4 Estimativa da regeneração natural	72
4. Conclusões	77
REFERÊNCIAS	78
CAPÍTULO II	88
Eficiência nutricional como indicadora de espécies florestais para restauração de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	88
RESUMO	88
ABSTRACT	89
1. Introdução	90
2. Material e métodos	92
2.1 Caracterização do solo	92
2.2 Amostragem das espécies florestais e procedimentos analíticos para determinação dos teores dos nutrientes nas folhas	93
2.3 Biomassa foliar das espécies florestais, conteúdo e eficiência de utilização biológica dos nutrientes	93
2.4 Análises estatísticas	94
3. Resultados e discussão	95
3.1 Biomassa foliar das espécies florestais	95
3.2 Teores de nutrientes nas folhas das espécies florestais	96
3.3 Conteúdo de nutrientes nas folhas das espécies florestais	100
3.4 Eficiência de utilização dos nutrientes	102
4. Conclusões	104
REFERÊNCIAS	105
CAPÍTULO III	112
Estacionalidade do aporte de serrapilheira e nutrientes em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	112
RESUMO	112
ABSTRACT	113
1. Introdução	114
2. Material e métodos	115
2.1 Área de estudo	115
2.2 Coleta da deposição de serrapilheira e procedimentos analíticos para determinação dos nutrientes	116
2.3 Procedimentos estatísticos	117
3. Resultados e discussão	117
3.1 Deposição de serrapilheira	117
3.2 Teores de nutrientes na serrapilheira	121
3.3 Aporte de nutrientes da serrapilheira	122
4. Conclusões	127
REFERÊNCIAS	128
CAPÍTULO IV	133

Relação nutricional solo-floresta em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	133
RESUMO	133
ABSTRACT	134
1. Introdução.....	135
2. Material e métodos	136
2.1 Determinação do conteúdo da biomassa foliar e da serrapilheira	136
2.2 Coleta da manta orgânica e determinação de nutrientes	136
2.3 Coleta do solo e determinação de nutrientes.....	137
2.4 Análises estatísticas	137
3. Resultados e discussão	137
3.1 Conteúdo de nutrientes na biomassa foliar.....	137
3.2 Conteúdo de nutrientes na serrapilheira	138
3.3 Conteúdo de nutrientes na manta orgânica.....	138
3.4 Atributos do solo	139
3.5 Correlações entre o material vegetal e o solo.....	141
4. Conclusões.....	144
CONCLUSÕES GERAIS	145
REFERÊNCIAS.....	146

LISTA DE FIGURAS - CAPÍTULO I

Figura 1 - Croqui de localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil. (Fonte: Walter Lucena).	44
Figura 2 - Croqui demonstrativo da distribuição das parcelas e subparcelas no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil.....	45
Figura 3 - Curva de acumulação de espécies pelo método de rarefação. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).	49
Figura 4 - Distribuição das espécies em seus respectivos grupos ecológicos, em um Fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, PE. Em que: P- Pioneira, Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia.....	54
Figura 5 - Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado no município de Sirinhaém, PE.	60
Figura 6 - Distribuição do número de indivíduos (Figura 6 A) e Dominância Absoluta (Figura 6 B) em relação às classes de alturas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado no município de Sirinhaém, PE.....	61
Figura 7 - Curva de acumulação de espécies pelo método de rarefação. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).	62
Figura 8 - Distribuição das espécies em seus respectivos grupos ecológicos, em um Fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, PE, em que: P- Pioneira, Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia.....	68
Figura 9 - Informações quantitativas por Classe de Regeneração Natural, do fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.	72
Figura 10 - Relação das espécies com maiores índices de Regeneração Natural por Classe de altura na população amostrada, expressos em porcentagem, no fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.	75
Figura 11 - Relação das oito espécies que apresentaram maiores índices de Regeneração Natural Total (RNT) da população amostrada, expressos em porcentagem, no fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.	76

LISTA DE FIGURAS - CAPÍTULO III

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima durante o período de monitoramento da deposição de serrapilheira no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. Fonte: Cavalcanti et al. (2006) e Oliveira et al. (2016).	115
Figura 3 - Correlação do aporte de serrapilheira com a precipitação pluvial (A) e temperatura média (B) em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. ^{ns} Não significativo até o nível de 5% de probabilidade.	120
Figura 4 - Correlação do Aporte de nitrogênio (A), fósforo (B), cálcio (C), magnésio (D) e potássio (E) com a precipitação pluvial em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.	124
Figura 5 - Correlação do aporte de nitrogênio (A), fósforo (B), cálcio (C), magnésio (D) e potássio (E) com a temperatura média em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo.	125

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO I

- Tabela 1** - Composição florística das espécies arbóreas ($CAP \geq 15$ cm), inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco, em ordem alfabética de família, gênero e espécie. Onde: Ni – Número de indivíduos da espécie i, GE – Grupo ecológico, P – Pioneira, Si – Secundária inicial, St – Secundária tardia, SC – Sem caracterização50
- Tabela 2** - Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Dados em ordem decrescente de VI, em que: Ni – Número de indivíduos da espécie i, DA - Densidade absoluta em ind/ha, DR – Densidade relativa em %, FA - Frequência absoluta em %, FR - Frequência relativa em %, DoA - Dominância absoluta em m^2/ha , DoR - Dominância relativa em %, VC - Valor de cobertura e VI - Valor de importância55
- Tabela 3** - Diversidade florística pelo índice de diversidade de Shannon em áreas de Mata Atlântica na região de Pernambuco59
- Tabela 4** - Composição florística da regeneração natural das espécies arbóreas, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Em ordem alfabética de família, gênero e espécies. Onde: Ni – Número de indivíduos da espécie i, GE – Grupo ecológico, P – Pioneira, Si – Secundária inicial, St – Secundária tardia, SC – Sem caracterização63
- Tabela 5** - Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural das espécies arbórea, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Dados em ordem decrescente de VI, em que: Ni – Número de indivíduos da espécie i, DA - Densidade absoluta em ind/ha, DR – Densidade relativa em %, FA - Frequência absoluta em %, FR - Frequência relativa em %, DoA - Dominância absoluta em m^2/ha , DoR - Dominância relativa em %, VC - Valor de cobertura e VI - Valor de importância.....69
- Tabela 6** - Estimativa da Regeneração Natural Total da população amostrada (RNT) por classe de altura nas subunidades amostrais do fragmento Mata do Coelha, em Sirinhaém, PE, em que DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, RNC1 = Regeneração Natural na Classe 1 de altura, RNC2 = Regeneração Natural na Classe 2 de altura e RNC3 = Regeneração Natural na Classe 3 de altura. Espécies ordenadas segundo valores decrescentes de RNT73

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO II

- Tabela 1** - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil92
- Tabela 2** - Estimativa da biomassa foliar por indivíduo ($kg\ planta^{-1}$) e por área ($kg\ ha^{-1}$), densidade absoluta (DA) e diâmetro a altura do peito (DAP) médio das espécies florestais em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas Pernambuco, Brasil.....96
- Tabela 3** - Teores de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, grupo ecológico (GE), médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil, em que: Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia.....97
- Tabela 4** - Conteúdo de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.....101
- Tabela 5** - Eficiência de utilização biológica de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.102

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO III

Tabela 1 - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	116
Tabela 2 - Teores mensais de nutrientes na serrapilheira do fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	121
Tabela 3 - Aporte mensal e anual de nutrientes da serrapilheira do fragmento Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	123

LISTA DE TABELAS - CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Estatística descritiva dos conteúdos de nutrientes da serrapilheira em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.....	138
Tabela 2 – Estatística descritiva dos conteúdos de nutrientes da manta orgânica em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.....	139
Tabela 3 - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	140
Tabela 4 – Conteúdo de nutrientes na biomassa foliar, serrapilheira, manta orgânica e teores no solo em diferentes profundidades em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	141
Tabela 5 - Coeficientes canônicos de Ca, Mg, P e K entre os grupos material vegetal e solo em diferentes profundidades em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	142
Tabela 6 – Correlação discriminante dos atributos Ca, Mg, P e K entre os grupos do material vegetal e solo em diferentes profundidades em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil	143

APRESENTAÇÃO

A Usina Trapiche S/A, fundada em 1887, em Sirinhaém - PE, é uma das mais conceituadas produtoras de açúcar e álcool do país, e desde 1997, a atual administração tem como lema, produzir com responsabilidade. Possui uma área de 27 mil hectares, onde cerca de 8.600 hectares são destinados à preservação ambiental dos fragmentos de Mata Atlântica, manguezais e matas ciliares, produzindo ainda energia elétrica, gerada a partir das águas do Rio Sirinhaém e do bagaço da cana. A dedicação voltada à preservação ambiental fez com que a Comissão de Meio Ambiente aprovasse o projeto de lei que concedeu à usina, a Medalha Leão do Norte Classe Ouro Mérito Ambiental Professor Roldão, por seu destaque na defesa do meio ambiente.

A empresa atualmente mantém parcerias com instituições de pesquisas, como a Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE e a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, onde dissertações e teses são realizadas, visando avaliar e aprimorar os métodos de conservação e preservação de sua fauna e flora.

A atual pesquisa foi realizada no fragmento florestal denominado de Coelhas, localizado próximo ao viveiro florestal, tendo como principal finalidade a avaliação da estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes das espécies arbóreas, na qual servirá como importante parâmetro no momento de optar pelas espécies a serem utilizadas nos reflorestamentos.

A sustentabilidade de um ecossistema florestal, entre outros fatores, está associada com a estabilidade do balanço de nutrientes a curto, médio e longo prazo, diante desse contexto, espera-se que essa pesquisa auxilie os projetos de recuperação de áreas degradadas no passado, pertencentes à Usina Trapiche.

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 61,5% do território brasileiro possui sua área ocupada por florestas nativas (FREITAS et al., 2009). Desse percentual, 12,5% correspondem à área do bioma Mata Atlântica, sendo que 8,5% estão relacionados aos remanescentes florestais acima de 100 hectares e 4% correspondem aos fragmentos de floresta nativa de 3 a 100 hectares. O estado de Pernambuco possui apenas 11,9% da sua cobertura original, que equivale a 0,15% de todo bioma, ocupando a décima primeira colocação, ficando na frente apenas dos estados de: Alagoas, Sergipe, Ceará, Paraíba, Goiás e Rio Grande do Norte (PINTO et al., 2012).

A Mata Atlântica, hoje reconhecida mundialmente no meio científico, abriga uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, porém, é também considerada o bioma mais ameaçado do mundo devido às constantes agressões ou ameaças de destruição dos habitats nas suas variadas tipologias e ecossistemas associados (MANTOVANI et al., 2009).

A conservação da biodiversidade representa um dos maiores obstáculos a serem superados, isso em função do elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais existentes no Brasil (CHAVES et al., 2013; BOSA et al., 2015). Como forma de frear essas perturbações, faz-se necessário, além de impedir novos desmatamentos, tratar da recuperação e preservação de sua cobertura florestal, considerando sua importância para a biodiversidade da Mata Atlântica (HENCKER et al., 2012).

Devido à importância dos fragmentos de Mata Atlântica, sobretudo por abrigar grande diversidade florística, principalmente no componente arbóreo, torna-se necessário o conhecimento da vegetação por meio de estudos florísticos e fitossociológicos. Isso é importante para a implantação de ações de recomposição e conservação da cobertura florestal natural e seus remanescentes florestais, bem como auxiliar no direcionamento de programas de compensação ambiental que visem restaurar ecossistemas alterados ou degradados dessa tipologia florestal (AZEVEDO, 2012; TURCHETTO et al., 2015).

Dessa forma, conservar e restaurar a Mata Atlântica, assim como sua biodiversidade, requer um desafio significativo em decorrência do estado avançado de substituição da floresta por atividades agropastoris. E depende, principalmente, da proteção dos fragmentos remanescentes de floresta madura (TABARELLI; GASCON, 2005) e da correta gestão das florestas em regeneração após o abandono (DENT; WRIGHT, 2009).

Franco et al. (2014) ressaltam ainda a importância do acompanhamento do estrato de regeneração natural não só nas áreas antropizadas, mas também nos remanescentes de floresta madura, por meio do crescimento dos indivíduos jovens de espécies arbustivo-arbóreas, que se desenvolvem sob a sombra do dossel das árvores até atingirem os estratos superiores da

floresta. A regeneração natural é, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (MARANGON et al., 2008), constituído pelo estoque genético da vegetação, pronto para a substituição de outros indivíduos à medida que o ambiente propicia o seu recrutamento para classe de tamanho imediatamente superior (GARCIA et al., 2011).

Diante do acelerado processo de degradação ambiental, principalmente na floresta atlântica, além do conhecimento da composição florística, estrutura e estrato de regeneração natural das espécies arbustivo-arbóreas, faz-se necessário também o conhecimento da dinâmica das interações solo-vegetação nesses remanescentes, pois, de acordo com Silva et al. (2015), o solo desempenha papel fundamental, fornecendo suporte mecânico e disponibilizando os nutrientes para a instalação e desenvolvimento das plantas.

A maior parte dos nutrientes dentro do ecossistema está presente na parte aérea da vegetação (galhos, cascas, folhas, flores e frutos) que, ao serem depositados na camada superficial do solo, passam a compor a serrapilheira. À medida que estes materiais vão sendo incorporados à serrapilheira e sofrem o processo de decomposição, ocorre liberação de nutrientes ao solo e, conseqüentemente, disponibilização para as plantas (GODINHO et al., 2014).

A deposição e decomposição da serrapilheira é o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo, por meio da ciclagem dos nutrientes, necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (LOPES et al., 2009). De acordo com Holanda et al. (2015), o conhecimento sobre a produção e decomposição da serrapilheira e a forma de liberação de nutrientes, é importante para se compreender o processo de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Este processo é fundamental para o equilíbrio e sustentabilidade das florestas tropicais, e seu estudo é importante para o conhecimento da estrutura e seu funcionamento (VITAL et al., 2004), uma vez que, na grande maioria, estão localizadas em solos com baixa disponibilidade de nutrientes (SCHEER, 2008).

Portanto, estudos de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes são ferramentas importantes que auxiliam nas decisões sobre o manejo dos recursos florestais, a fim de manter a capacidade produtiva do sítio, e conseqüentemente, a sustentabilidade do mesmo (CALDATO, 2011). Deste modo, o presente estudo teve como objetivo geral caracterizar a vegetação quanto aos aspectos de florística, fitossociologia, regeneração natural e ciclagem de nutrientes, em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, na Zona da Mata de Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mata Atlântica e sua fragmentação

A Mata Atlântica representa uma organização biológica de grande importância do ponto de vista da biodiversidade, sendo composta por um conjunto de formações florestais, que inclui florestas ombrófilas densas, mistas e abertas, florestas estacionais semidecíduais e decíduais, manguezais, restingas e campos de altitude, que servem de abrigo a diversas formas de vida (TABARELLI et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2007; COSTA-JÚNIOR et al., 2007).

Essas diversas fitofisionomias estão relacionadas a fatores naturais e antrópicos, os quais são compostos por variadas formações climáticas e altitudinais, dentro de uma escala geográfica mais ampla (DELDUQUE et al., 2008; OLIVEIRA-FILHO, 2009). Quando preservados, desempenham papel no controle erosivo, na amenização da temperatura, na filtragem da poluição e na regulação de elementos climáticos locais como umidade e chuvas (TOGASHI et al., 2012).

Segundo Venzke e Martins (2013), no bioma Mata Atlântica, os fragmentos de florestas primárias ou em estágio avançado de sucessão, estão distribuídos, em sua grande maioria, em ambientes de topografia acidentada e áreas pedregosas sem serventia para a agricultura. Os efeitos mais alarmantes ocorrem na Região Nordeste, a qual se encontra extremamente fragmentada. Entre os Estados da região, Pernambuco é um dos mais desmatados e menos protegido devido, em grande parte, ao ciclo exploratório da cana-de-açúcar (SILVA-JÚNIOR et al., 2008).

A retirada das florestas ocasiona o aumento da erosão, assoreamento dos cursos de água, perda da biodiversidade e variabilidade genética (CASTRO, 2004), influencia os padrões locais e regionais de biodiversidade devido à perda de micro-habitats, isolamento do habitat, mudanças nos padrões de dispersão e migração (LAURENCE; YENSEN, 1991), e ainda provoca alterações no funcionamento dos ecossistemas, como ciclagem de nutrientes (TABARELLI et al., 2008). Na quebra do processo de ciclagem de nutrientes, ocorrem alterações da qualidade e quantidade da matéria orgânica do solo, fazendo com que ocorra uma diminuição da atividade da biomassa microbiana, principal responsável pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo (SELLE, 2008).

Segundo Ricklefs (1996), a fragmentação de uma área de vegetação natural ou reflorestada cria barreiras para a flutuação do número de indivíduos entre os fragmentos, já

que o movimento de algumas espécies depende da habilidade de dispersão e do comportamento migratório para a configuração interna das populações no ambiente.

Apesar de fragmentada, a floresta atlântica ainda detém uma das maiores diversidades biológicas do planeta e, portanto, estudos que possibilitem a sua conservação, preservação, manejo e recuperação, devem ser fundamentais e prioritários (SILVA-JÚNIOR et al., 2008).

2.2 Levantamentos florísticos e fitossociológicos

Embora rica em sua composição, a floresta atlântica é uma das mais ameaçadas do mundo, sendo sua conservação cada vez mais considerada uma questão estratégica tanto para a sociedade local ou regional, quanto para a humanidade como um todo (VILLAGRA, 2008; FAO, 2010; ARNOLD et al., 2011).

Uma forma de compreendê-la é por meio do estudo da composição florística e fitossociológica das espécies arbóreas (OLIVEIRA et al., 2009). Os estudos fitossociológicos são procedimentos que têm contribuído para caracterização das comunidades vegetais, sendo considerada uma valiosa ferramenta na determinação das espécies mais importantes dentro de uma determinada comunidade, onde é possível estabelecer graus de hierarquização entre as espécies estudadas e avaliar a necessidade de medidas voltadas para a preservação e conservações das unidades florestais (LONGHI et al., 2000; GIEHL; BUDKE, 2011; CHAVES et al., 2013). Já os levantamentos florísticos, além de identificar as espécies que ocorrem em uma determinada área geográfica, são fundamentais para embasar quaisquer iniciativas de preservação e conservação dos remanescentes florestais (SANTOS-DINIZ et al., 2012; FERRAZ et al., 2013).

Segundo Pereira-Júnior et al. (2012), estes estudos permitem monitorar as eventuais alterações na estrutura da vegetação e fornecem subsídios que possibilitam o aumento do conhecimento sobre o bioma. Por meio deles, é possível estabelecer ações visando conservar ou recuperar este tipo de vegetação (VAN DEN BERG; OLIVEIRA-FILHO, 2000; VIBRANS et al., 2012), uma vez que além da conservação da biodiversidade e da qualidade da água e do solo, as florestas também passaram a ser reconhecidas pela sociedade devido seu papel na manutenção dos estoques de carbono no solo, que interfere diretamente nos processos de aquecimento global, além de contribuir para regimes pluviométricos equilibrados (FEARNSIDE, 2006; FORSTER; MELO, 2007; SHEIL; MURDIYARSO, 2009).

De acordo com Zin (2005), as informações das alterações na estrutura da floresta podem ser medidas pelos atributos da vegetação, tais como: composição das espécies, número

de árvores e suas dimensões (área basal), e distribuição espacial, os quais são regidos pelo ingresso, mortalidade e crescimento de indivíduos e espécies vegetais. Por isso, proteger esses remanescentes é o desafio atual, necessitando medidas de caráter científico, para facilitar a efetivação de práticas conservacionistas e de manejo (SANQUETTA et al., 2001).

Pela importância que a Mata Atlântica tem, principalmente para a região nordeste do Brasil, várias pesquisas têm sido conduzidas no sentido de estudar e avaliar a estrutura horizontal e suas alterações. Podem-se mencionar estudos realizados neste bioma, como: Sousa-Júnior (2005), Costa-Júnior et al. (2007), Espig et al. (2008), Rocha et al. (2008), Silva-Júnior et al. (2008), Brandão et al. (2009), Oliveira et al. (2009), Teixeira (2009), Silva et al. (2010), Batista et al. (2012), Brandão (2013), Santos (2014), entre outros.

2.3 Sucessão ecológica

A sucessão ecológica está relacionada às modificações estruturais das espécies e ao longo do tempo nos processos da comunidade, quando essa sucessão não é afetada por ações externas é muito direcional, sendo assim previsível (ODUM, 1983). Se manifesta após a ocorrência de distúrbios e promove a autorrenovação, diante de progressivas e graduais mudanças na composição florística da floresta (KAGEYAMA; GANDARA, 2006).

Para EWEL (1980), a presença de sementes no solo que foram dispersas antes do distúrbio, formando o banco de sementes, e a fonte de sementes dispersas a partir de fragmentos adjacentes para área perturbada após a retirada da vegetação original, são fatores importantes que podem dar início ao processo de sucessão em uma área perturbada.

A compreensão da sucessão ecológica de um fragmento de floresta tropical é importante para tentar entender como as comunidades biológicas estão se regenerando e sobrevivendo em uma paisagem cada vez mais fragmentada (PRATA, 2007), passo fundamental para a compreensão da estrutura da comunidade (ROZENDAAL et al., 2010). A classificação das espécies em grupos ecológicos representa uma ferramenta de grande importância para o entendimento da sucessão ecológica em florestas tropicais (PAULA et al., 2004), que têm o fator luz como determinante para classificar as espécies (COELHO et al., 2003).

No Brasil, uma das classificações em grupos sucessionais mais usada é a proposta por Gandolfi et al. (1995). Com a finalidade de melhor discutir os aspectos associados à sucessão secundária os autores sugeriram quatro níveis de categorias sucessionais para as espécies: (i) Pioneiras, que são espécies altamente dependentes de luz que “não ocorrem no subosque, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas da floresta”; (ii) Secundárias iniciais, que ocorrem

em condições de sombreamento médio ou luminosidade não muito intensa, ocorrendo em clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes, bordas da floresta ou no subosque não densamente sombreado; (iii) Secundárias tardias, que se desenvolvem no subosque em condições de sombra leve ou densa, podendo aí permanecer toda a vida, ou então, crescer até alcançar o dossel ou a condição de emergente; e, (iv) as Sem caracterização, espécies que em função da carência de informações não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores.

A definição do estágio sucessional de espécies arbóreas de um fragmento florestal tem implicações em diferentes campos das atividades florestais e das políticas ambientais. Visando orientar os procedimentos de licenciamento de atividades em áreas florestais a Resolução CONAMA nº 10, de 01/10/93, estabeleceu como parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica a caracterização da fisionomia; estratos predominantes; distribuição diamétrica e altura; existência, diversidade e quantidade de epífitas; existência, diversidade e quantidade de trepadeiras; presença, ausência e características da serrapilheira; subosque; diversidade e dominância de espécies; espécies vegetais indicadoras. O detalhamento dos parâmetros estabelecidos nessa resolução, bem com os valores mensuráveis, tais como altura e diâmetro, para o estado de Pernambuco, foram definidos pela Resolução CONAMA nº 31, de 7/12/1994 (BRASIL, 1994).

2.4 Regeneração natural

A necessidade de compreender como as comunidades florestais se regeneram após perturbações antrópicas e como as espécies se comportam no processo de sucessão da colonização dessas áreas é muito importante para os projetos de recuperação de áreas degradadas. Outro fator importante é observar a existência de fragmentos de florestas perto dessas áreas degradadas, pois, estes servirão como fontes de propágulos, e são, portanto, determinantes na composição florística e estrutura da regeneração natural (RODRIGUES et al., 2004).

A regeneração natural, conhecida também como uma técnica de recuperação de áreas degradadas, constitui o estoque genético da vegetação, pronto para a substituição de outros indivíduos à medida que o ambiente propicia o seu recrutamento para classe de tamanho imediatamente superior (GARCIA, 2009), sendo, portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (MARANGON et al., 2008).

Essa técnica permite uma análise efetiva para diagnosticar o estado de conservação do fragmento e a resposta às perturbações naturais ou antrópicas (SILVA et al., 2007). No

entanto, entender o padrão da regeneração de espécies arbóreas é uma tarefa complexa, pois, esta depende da interação entre fatores intrínsecos e extrínsecos, relacionada às características ecológicas das espécies e às condições ambientais (SANTOS et al., 2015).

Analisar a regeneração natural é muito importante para entender o desenvolvimento da floresta, processo iniciado devido aos propágulos oriundos da dispersão, fundamental ao ciclo de vida de cada espécie vegetal e trata-se do deslocamento dos propágulos vegetais a partir da planta-mãe (CORDEIRO; HOWE, 2003).

De acordo com Deminiciis et al. (2009), a probabilidade de recrutamento próximo à planta-mãe geralmente é muito baixa devido à competição e predação de sementes, porém à medida que as sementes se afastam, aumentam as chances de sobrevivência das plântulas. Os autores ainda ressaltam que do ponto de vista técnico, a dispersão natural das sementes se constitui num importante meio para a regeneração natural e perpetuação de povoamentos vegetais.

De maneira geral, por meio do estudo florístico-estrutural da regeneração, obtém-se informações ecológicas relevantes, construindo uma base teórica que pode subsidiar projetos de conservação de fragmentos florestais degradados. Dentre as informações estão a: quantificação da composição florística, estrutura das comunidades e populações regenerantes, e a distribuição diamétrica, obtendo-se os padrões ecológicos em que se distribuem as espécies florestais, assim como seus estágios sucessionais e capacidade de regeneração por espécie ou grupo de espécies.

De acordo com Nunes (2011), durante o processo sucessional secundário, a vegetação sofre uma evolução que vai desde a formação de gramas e arbustos, até o estabelecimento de uma floresta em estágios sucessionais mais avançados. Simultaneamente, ocorre um rápido aumento de biomassa ao longo da evolução dessas florestas secundárias, promovendo o acúmulo de carbono atmosférico em seu lenho, raízes e folhas, com uma produtividade de quase o dobro de uma floresta primária (BROWN; LUGO, 1984; PUIG, 2005).

Logo, as florestas secundárias exercem um importante papel no ciclo do carbono, uma vez que, estocam mais carbono nas árvores e no solo do que o existente na atmosfera (FEARNSIDE; GUIMARÃES, 1996; IPCC, 2000), sendo consideradas como sumidouros mediante os processos de crescimento, produção e regeneração (MASERA et al., 2003; SOUZA et al., 2011). Portanto, estudar as espécies arbóreas regenerantes é uma necessidade, visto que, a cada momento, intervenções sucessivas acontecem, sem a mínima preocupação com a conservação desse recurso natural (MARANGON et al., 2008).

2.5 Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais

Os elementos químicos tendem a circular na biosfera em vias características, do ambiente aos organismos e destes novamente ao ambiente. O movimento desses elementos e compostos inorgânicos que são essenciais à vida pode ser adequadamente denominado de ciclagem de nutrientes (ODUM, 1983).

De acordo com Prichett (1987) o ciclo de nutrientes em ecossistemas florestais, pode ser apresentado de duas formas: externo e interno. O ciclo externo, chamado também de geoquímico ou aberto, inclui as formas de transferência de nutrientes para dentro e para fora do ecossistema florestal. A transferência para dentro pode ser pela entrada de nutrientes, por meio da precipitação, precipitação interna, fixação biológica, intemperização da rocha matriz e de fertilizantes; a transferência para fora pode ser através da saída de nutrientes pela lixiviação, exploração florestal e perdas por volatilização. O ciclo interno pode também ser chamado de ciclo biológico, abrange apenas a ciclagem interna de nutrientes no ecossistema florestal, e é dividido em duas partes: o ciclo bioquímico (movimentação dos nutrientes dentro da planta), e ciclo biogeoquímico (entre o solo e planta). Esse ciclo é também chamado de ciclo fechado. Este é um ciclo essencial para a manutenção da vida no planeta (ANDRADE et al., 1999), onde a principal fonte de nutrientes é a serrapilheira.

2.5.1 Deposição/acúmulo de serrapilheira

A capacidade produtiva das florestas é decorrente do conteúdo de nutrientes que são transferidos ao solo, sendo a deposição de serrapilheira a principal via responsável pela entrada de nutrientes no sistema florestal (DINIZ et al., 2015). Neste sistema, a serrapilheira é um importante componente, representando o material precipitado (folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos) ao solo (COSTA et al., 2010). Esses fragmentos orgânicos, ao caírem sobre o solo, formam uma camada, que protege o solo contra as elevadas temperaturas, contra o impacto direto das gotas das chuvas, armazenam uma grande quantidade de sementes prontas para germinar ou em estado de dormência e abrigam uma abundante fauna, composta por micro e macro invertebrados que atuam diretamente nos processos de decomposição desses materiais, fertilizando naturalmente os solos (COSTA et al., 2007). Estes processos mantêm estoques de nutrientes no solo, influenciam a produção primária, regulam o fluxo de energia e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais (SCHLESINGER, 1997).

Segundo Flor (2014), uma das causas que levam ao baixo sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas é o desconhecimento dos fatores que sustentam uma alta

produção de biomassa e, conseqüentemente, a fertilidade do solo. O autor ainda ressalta que o conhecimento sobre a produção da serrapilheira é primordial para um melhor entendimento da dinâmica nutricional nos ecossistemas, uma vez que a liberação de nutrientes pela serrapilheira depositada é considerada o meio mais importante de transferência de nutrientes da vegetação para o solo.

A camada de serrapilheira sobre o solo depende, além da produção, da velocidade de decomposição da matéria orgânica, que varia conforme a composição do substrato, atividade dos decompositores e das condições ambientais, particularmente, temperatura e umidade (SPAIN, 1984). Nesse sentido, a serrapilheira acumulada exerce, também, funções de isolante térmico (melhora as condições térmicas nos horizontes mais profundos) e funciona principalmente como filtro e armazenador de água proveniente da atmosfera que penetra no solo (SANTOS, 1989), porém, ocorrendo aumento significativo no acúmulo da serrapilheira, as sementes terão dificuldade de penetração, impossibilitando a radícula de atingir o solo ou impedindo que as plântulas consigam emergir após a germinação (CHAMBERS; MACMAHON, 1994; SCARIOT, 2000; SANTOS; VÁLIO, 2002; GILMAN et al., 2003).

A quantidade de serrapilheira que acumula sobre a superfície do solo varia conforme as características do ecossistema, além do seu estágio sucessional, com uma possibilidade de ser maior ou menor que a quantidade depositada anualmente pelas espécies florestais, considerando as funções das diferentes taxas de decomposição (SILVEIRA, 2015).

2.5.2 Decomposição da serrapilheira e retorno de nutrientes

Durante o processo de decomposição da serrapilheira ocorre a liberação de parte do carbono acumulado na biomassa, sendo que uma parte do carbono retorna para a atmosfera como CO₂ e os outros elementos assumem uma forma novamente utilizável pelas plantas (STEVENSON, 1982).

A decomposição pode ser vista como uma correlação entre três processos: lixiviação, fragmentação e catabolismo. A lixiviação é um processo físico que acontece logo após a queda da serrapilheira, onde ocorre a remoção de materiais solúveis pela água; a fragmentação é a redução de partículas em pequenos detritos, expondo assim, uma grande superfície de área para colonização e ataque microbiano; o catabolismo é a ação microbiana sobre os detritos (SWIFT et al., 1979; BIANCHINI-JÚNIOR, 2003).

A velocidade de decomposição dos materiais orgânicos depositados no solo depende, dentre outros fatores, de sua relação C/N (ZILBILSKE, 1987). Nesta relação, quanto maior o

seu valor, maior será o tempo de decomposição, ou seja, quanto menor a quantidade de N no processo, mais lentamente ela ocorrerá. Altos teores de lignina, polifenóis e celulose estão relacionados com a baixa taxa de decomposição, menor liberação de nutrientes e com maior acúmulo de serrapilheira (KOGEL-KNABNER, 2002; FIRME, 2005).

Por outro lado, em solos com baixos teores de nitrogênio, o N contido na biomassa irá preferencialmente ser utilizado pelos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, ao invés de ser absorvido pelas plantas (PAUL; CLARK, 1989).

Os organismos do solo alimentam-se de detritos e utilizam a energia e os nutrientes para seu próprio crescimento (MERLIM, 2005). Com o metabolismo dos recursos orgânicos, diversos elementos são convertidos de sua forma orgânica para inorgânica (mineralização). Estes recursos, uma vez mineralizados, podem ser reaproveitados pelos organismos do solo, juntamente com a energia liberada para a manutenção de suas atividades metabólicas, tornando-se imobilizados na biomassa do solo (SOUTO, 2006). De acordo com Souza e Davide (2001), mais relevante do que a simples acumulação quantitativa é o processo de mineralização do material orgânico responsável pela liberação dos nutrientes para o solo.

Chapin e Kedrowski (1983) ressaltam que altas disponibilidades de N no solo, normalmente, implicam em concentrações mais elevadas de N nos tecidos foliares, o que resulta em concentrações de N também mais elevadas na serrapilheira. Concentrações de N mais elevadas na serrapilheira (reduz a relação C:N) faz com que as taxas de mineralização desses resíduos sejam mais elevadas.

Para ser absorvido pelas plantas, o nutriente deve encontrar-se na solução do solo, em contato com a superfície ativa do sistema radicular (contato íon-raiz), em forma passível de absorção e utilização pela árvore. O contato íon-raiz pode ocorrer de três formas: fluxo de massa - movimento do nutriente junto com a solução do solo, causado pelo gradiente de concentração de água dentro da planta ocasionado pela transpiração; difusão - movimento dos íons em distâncias pequenas, próximo ao sistema radicular, caso dos nutrientes com baixa mobilidade no solo; e interceptação radicular - que ocorre quando as raízes crescem e interceptam os nutrientes (GONÇALVES, 1995).

Os nutrientes absorvidos são transportados para a parte aérea das plantas e vão participar dos processos fisiológicos e bioquímicos, formando compostos e atuando como ativadores enzimáticos. Quando não ocorre a absorção de quantidades adequadas e balanceadas de nutrientes, as plantas podem manifestar sintomas de deficiências nutricionais, principalmente nas folhas e nas regiões de crescimento das plantas, dependendo da

disponibilidade e da mobilidade de redistribuição dos nutrientes (BASTOS; CARVALHO, 2004).

As deficiências ocorrem nas folhas velhas, para o caso dos nutrientes que são móveis quanto à redistribuição (N, P, K e Mg). As deficiências ocorrem nas folhas novas, para o caso dos nutrientes que são imóveis quanto à redistribuição (Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). Portanto, podem ocorrer nas folhas novas ou nas velhas, dependendo da mobilidade de redistribuição (FAQUIN; ANDRADE, 2004).

Uma vez que esses elementos estão disponíveis novamente no solo, ar ou no ambiente de maneira geral, o processo todo se reinicia, como se fosse uma grande engrenagem, ou seja, o nitrogênio que está no ar atmosférico é utilizado por algumas bactérias que se encontram nas raízes de algumas plantas, o fósforo é novamente incorporado pelos seres vivos para compor os fosfolipídios e assim sucessivamente (ROSA et al., 2003).

A liberação dos nutrientes minerais contidos na serrapilheira e na matéria orgânica do solo é essencialmente controlada pela biota do solo, e os fungos micorrízicos têm papel primordial na ciclagem de nutrientes (N e P, em especial) nos solos quimicamente pobres e geralmente muito ácidos. Através de associações simbióticas com fungos (micorrizas), as raízes podem absorver nutrientes da serrapilheira em decomposição, além de aumentar enormemente o volume de solo explorado por elas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. G. et al. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- ARNOLD, M. et al. Forests, biodiversity and food security. **International Forestry Review** v.13, n.3, p. 259-264, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1505/146554811798293962>>. Acesso em 24 de jul. de 2016.
- AZEVEDO, D. A. **Composição florística e estoque de carbono em áreas de recuperação da Mata Atlântica na bacia do rio Guapiaçu, Cachoeiras de Macacu, RJ.** 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em <http://r1.ufrj.br/wp/ppgcaf/wp-content/uploads/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Aline_corrigido_FIM2.pdf>. Acesso em 24 de jul. de 2016.
- BASTOS, A. R. R.; CARVALHO, J. G de. Absorção radicular e redistribuição do boro pelas plantas, e seu papel na parede celular. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 24, n. 2, p. 47-66, 2004. Disponível em <<http://www.editora.ufrj.br/rcv2/vida24-2/8.pdf>>. Acesso em 08 de ago. de 2016.
- BATISTA, A. P. B. et al. Estrutura fitossociológica, diamétrica e hipsométrica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta atlântica no Município de Moreno, Pernambuco, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 7, n. 5, p. 114-120, 2012. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1756>>. Acesso em: 04 de set. de 2016.
- BIANCHINI-JÚNIOR, I. Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*, Maringá. v. 1, p. 85-126, 2003.
- BOSA, D. M. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 49-58, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100005>>. Acesso em 17 de jul. de 2016.
- BRANDÃO, C. F. L. S. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração natural em fragmentos de floresta atlântica de diferentes tamanhos, em Sirinhaém, Pernambuco.** 2013. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. Disponível em <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/9243>>. Acesso em 17 de jul. de 2016.
- BRANDÃO, C. F. L. S. et al. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu-Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i1a9>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 31, de 7 de outubro de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado de Pernambuco. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 248, p. 21350-21351, 30 dez. 1994. Seção 1.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes. **Science**, v. 223, n. 4642, p. 1290-1293, 1984. Disponível em <http://www.planta.cn/forum/files_planta/1290_834.pdf>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

CALDATO, S. L. **Ciclagem Biogeoquímica dos nutrientes em uma plantação de Pinus taeda L. no nordeste argentino**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, 2011. Disponível em <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFSM_973fdf521f6e49100a1ae0b929acdca0>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

CASTRO, G. **Análise da estrutura, diversidade florística e variações espaciais do componente arbóreo de corredores de vegetação na região do alto rio grande-mg**. 2004.83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2004. Disponível em <http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2004_10%20Analise%20da%20estrutura%20diversidade%20floristica.pdf>. Acesso em 24 de jul. de 2016.

CHAMBERS, J. C., MACMAHON, J. A. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.25, p. 263–292, 1994. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.25.110194.001403>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

CHAPIN, F. S.; KEDROWSKI, R. A Seasonal changes in nitrogen and phosphorus fractions and autumn retranslocation in evergreen and deciduous taiga trees. **Ecology**, v. 64, p. 376-391, 1983. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2307/1937083>>. Acesso em 06 de ago. de 2016.

CHAVES, A. D. C. G. et al. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 9, p. 43-48, 2013. Disponível em <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/449/pdf>>. Acesso em 17 de jul. de 2016.

COELHO, R. F. R. et al. Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará. **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v.33, n.4, p.563-581, 2003. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400004>>. Acesso em 27 de dez. de 2016.

CORDEIRO, N.; HOWE, H. F. Forest fragmentation severs mutualism between seed dispersers and an endemic African tree. *Proc. Nat. Acad. Sci. (USA)*, v.100, p. 14052-14054, 2003. Disponível em <<http://www.pnas.org/content/100/24/14052.full.pdf>>. Acesso em 27 de dez. de 2016.

COSTA, C. C. A. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200008>>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

COSTA, C. C. A. et al. Produção de serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. S1, p. pg. 246-248, 2007. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/273/241>>. Acesso em 29 de jul. de 2016.

COSTA-JUNIOR, R. F. et al. Florística arbórea de um fragmento de Floresta Atlântica em Catende, Pernambuco–Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 2, n. 4, p. 297-302, 2007. Disponível em <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=208&path%5B%5D=109>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

DELDUQUE, M. et al. **Mata Atlântica**. Porto Alegre : Terrabrasil , 2008. 260 p.

DEMNICIS, B. B. et al. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de zootecnia**, Cordoba, v. 58, p. 35-58, 2009. Disponível em <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=0&revista=148&codigo=1766>. Acesso em 28 de dez. de 2016.

DENT, D. H.; WRIGHT, S. J. The future of tropical species in secondary forests: a quantitative review. **Biological conservation**, v. 142, n. 12, p. 2833-2843, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.035>>. Acesso em 18 de jul. de 2016.

DINIZ, A. R. et al. Biomassa, estoque de carbono e de nutrientes em estágios sucessionais da floresta atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, PE, v. 10, n. 3, p. 443-451, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i3a4264>>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

ESPIG, S. A. et al. Composição e eficiência da utilização biológica de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 3, p. 307-314, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098441>>. Acesso em: 04 de set.de 2016.

EWEL, J. Tropical Succession: manifold routes to maturity. **Biotropica**, v. 59, n.2, p. 2 – 7, 1980. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2388149>>. Acesso em: 26 de dez.de 2016.

FAO. Global Forest Resources Assessment FRA. Main Report. **FAO Forestry Papers, 163**. Roma: FAO, 2010, 378p.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. UFPA: FAEPE, 2004. 186p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v36n3/v36n3a18>>. Acesso em 25 de jul. de 2016.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 80, n. 1, p. 35-46, 1996. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03648-2](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(95)03648-2)>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

FERRAZ, R. C. et al. Levantamento fitossociológico em área de Caatinga no monumento natural Grota do Angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 26, n. 3, p. 89-98, 2013. Disponível em <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2673>>. Acesso em 25 de jul. de 2016.

FIRME, L. P. **Cinética de degradação microbiológica de torta de filtro no solo na presença de cádmio e níquel**. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-15062005-173555/pt-br.php>>. Acesso em 29 de jul. de 2016.

FLOR, I. C. **Herbivoria e produção de serrapilheira em remanescentes florestais da floresta ombrófila densa sob diferentes estágios sucessionais, no sul de Santa Catarina**. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2014. Disponível em <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/2652>>. Acesso em 29 de jul. de 2016.

FORSTER, H. W.; MELO, A. C. G. Biomassa aérea e de raízes em árvores de reflorestamentos heterogêneos na Vale do Paranapanema, São Paulo, n. 1, p. , SP. **IF Série Registros** 153-157, 2007.

FRANCO, B. K. S. et al. Estrato de regeneração natural de um trecho de floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 31-40, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000100003>> Acesso em 17 de jul. de 2016.

FREITAS, J. V. et al. **Florestas do Brasil em resumo**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2009. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/livro_portugus_95.pdf> Acesso em 17 de jul. de 2016.

GANDOLFI, S. et al. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, SP, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995. Disponível em <<http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/1995/1995rbbv55n4p753-767.pdf>> Acesso em 25 de dez. de 2016.

GARCIA, C. C. et al. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050984512>>. Acesso em 18 de jul. de 2016.

GARCIA, C. C. **Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento florestal da zona da mata mineira**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 2009. Disponível em <<http://locus.ufv.br/handle/123456789/3018>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

GIEHL, E. L. H.; BUDKE, J. C. Aplicação de método científico em estudos fitossociológicos no Brasil: em busca de um paradigma. In: FELFITI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. da R. F. de; ANDRADE, L. A. de; MEIRA NETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 23-43.

GILLMAN, L. N. et al. Response of forest tree seedlings to simulated litterfall damage. **Plant Ecology**, v. 169, n. 1, p. 53-60, 2003. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1026288306932>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

GODINHO, T. O. et al. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602014000100002>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

GONÇALVES, J. L. M. Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. **Seminário sobre cultivo mínimo do solo em florestas**, v. 1, p. 43-60, 1995. Disponível em <http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_cultivo_minimo/cap05.pdf>. Acesso em 05 de ago. de 2016.

HENCKER, C.; ASSIS, A. M.; LIRIO, E. J. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual no município de Itarana (ES). **Natureza on line**, Santa Teresa, ES, v. 10, n. 3, p. 153-159, 2012. Disponível em <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_HenckerCetal_153_159.pdf>. Acesso em 17 de jul. de 2016.

HOLANDA, A. C. et al. Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de Caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 245-254, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200004>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

IPCC – Painel Intergovernamental Sobre Mudanças do Clima. **Special report on emissions scenarios**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, v. 1, 2000.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAM, R.; PADUA, C. V. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. Curitiba: UFPR, 2006. p. 383-394.

KOGEL-KNABNER, I. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 2, p. 139-162, 2002. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717\(01\)00158-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00158-4)>. Acesso em 04 de ago. de 2016.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edges in fragmented habitats. **Biological Conservation**, n. 55, v. 1, p. 77-92, 1991. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/000632079190006U>>. Acesso em 29 de dez. de 2016.

LONGHI, S. J. et al. Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000. Disponível em <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v10n2/art5v10n2.pdf>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, RR, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i2.252>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

MANTOVANI, M. C. et al. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, 2009. Disponível em <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-2008.pdf>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

MARANGON, L. C. et al. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008. Disponível em <<http://www.redalyc.org/html/488/48813376020/>>. Acesso em 26 de jul. de 2016.

MASERA, O. R. et al. Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO2FIX V. 2 approach. **Ecological modelling**, v. 164, n. 2, p. 177-199, 2003. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00419-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00419-2)>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

MERLIM, A. O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP**. 2005. 89f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-21062005-144943/pt-br.php>>. Acesso em 03 de ago. de 2016.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Editora UFPA, Lavras, 626p. (2002).

NASCIMENTO, S. M. et al. Composição mineral em diferentes órgãos da cupiúva (*Tapirira guianensis* Aubl.) em parte da Floresta Atlântica em Goiana, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 2, n. 2, p. 128-134, 2007. Disponível em <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=5&path%5B%5D=80>>. Acesso em 24 de jul. de 2016.

NUNES, S. S. S. **Estimativas de biomassa e carbono e indicadores para restauração de florestas secundárias em Paragominas-Pará**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) - Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-24052011-140946/pt-br.php>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro:Guanabara, 1983.

OLIVEIRA, E. B. et al. Estrutura fitossociológica de um fragmento de mata ciliar, Rio Capibaribe Mirim, Aliança-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 4, n. 2, p. 167-172, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i2a8>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Classificação das fitofisionomias da América do Sul cisandina tropical e subtropical: proposta de um novo sistema prático e flexível ou uma injeção a mais de caos? **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 60, n.2, p. 237-258, 2009. Disponível em <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig60_2/01-076-08.pdf>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. California, Academic Press, 1989. 275p.

PAULA, A. et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**. Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v18n3/v18n3a02.pdf>>. Acesso em 23 de dez. de 2016.

PEREIRA-JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Revista Holos**, Natal, RN, v. 6, p. 73-87, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2012.1188>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

PINTO, L. P. et al. Mata Atlântica. In: SCARANO, F. R. et al. (Eds.). **Biomass brasileiros: retratos de um país plural**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 17 de jul. de 2016.

PRATA, S. S. **Sucessão ecológica da vegetação arbórea em florestas secundárias do nordeste do estado do Pará**. 2007. 77f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2007. Disponível em: <<http://marte.museu-goeldi.br/zoologia/turma2005/dissertacaoShirley.pdf>>. Acesso em: 17 de jul. de 2016.

PRITCHETT, W. L.; FISHER, R. F. Nutrient cycling in forest ecosystems. **Properties and Management of Forest Soils (2nd edition)**. Wiley, New York, p. 180-204, 1987.

PUIG, C. J. **Carbon Sequestration Potential of Land Cover Types in the Agricultural Landscape of Eastern Amazonia, Brazil**. Cuvillier Verlag, 2005. 165 p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ROCHA, K. D. et al. Caracterização da vegetação arbórea adulta em um fragmento de floresta atlântica, Igarassu - PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 3, n. 1, p. 35-40, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i1a219>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. BARROS, L. C. Tropical rain forest regeneration in an area degraded by mining in Mato Grosso State, Brazil. **Forest ecology and management**, v. 190, n. 2, p. 323-333, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2003.10.023>>. Acesso em 26 de jul. de 2016.

ROSA, R. S. et al. **Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável**. IQSC-USP, 2003, 56 p.

ROZENDAAL, D. M. A. et al. Tropical tree rings reveal preferential survival of fast-growing juveniles and increased juvenile growth rates over time. **New Phytology**, v.185, p. 759–769, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.03109.x>>. Acesso em 26 de dez. de 2016.

SANQUETTA, C. R. et al. Dinâmica da estrutura horizontal de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, PR, v. 3, n. 1, p. 43-57, 2001. Disponível em <http://oasis.ibict.br/vufind/Record/CENT_e9b443a29bcd2ba2fb7ca126596f76ff>. Acesso em 26 de jul. de 2016.

SANTOS-DINIZ, V. S. et al. Levantamento florístico e fitossociológico do Parque Municipal da Cachoeirinha, Município de Iporá, Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, v. 8, n. 14, p. 1310-1322, 2012. Disponível em <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/levantamento%20floristico%20e%20fitossociologico.pdf>>. Acesso em 25 de jul. de 2016.

SANTOS, K. F. et al. Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de floresta ombrófila mista em Lages-SC. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 107-117, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/1980509817467>>. Acesso em 26 de jul. de 2016.

SANTOS, S. L.; VÁLIO, I. F. M. Litter accumulation and its effect on seedling recruitment in a Southeast Brazilian Tropical Forest. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 1, p. 89-92, 2002. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000100011>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

SANTOS, V. D. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo – Fênix/PR)**. 1989. 387 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1989.

SANTOS, W. B. **Estrutura do componente arbóreo da borda e interior do fragmento de floresta ombrófila, Mata do Camurim, em São Lourenço da Mata - PE, Brasil**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. Disponível em <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

SCARIOT, A. S. Mortality by Litterfall in Amazonian Forest Fragments. **Biotropica**, Belo Horizonte, MG, v. 32, n. 4, p. 662-669, 2000. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/2663986>>. Acesso em 30 jul. 2016.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, p. 253-266, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v38i2.11620>>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

SCHLESINGER, W. H. Biogeochemistry: an analysis of global change. California, Academic Press. 1997. 588p.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, 2008. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6912>>. Acesso em 24 de jul. de 2016.

SHEIL, D.; MURDIYARSO, D. How forests attract rain: an examination of a new hypothesis. **Bioscience**, v. 59, n. 4, p. 341-347, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1525/bio.2009.59.4.12>>. Acesso em 24 de jul. de 2016.

SILVA-JÚNIOR, J. F. et al. Fitossociologia do componente arbóreo em um remanescente de Floresta Atlântica no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 3, n. 3, p. 276-282, 2008. Disponível em <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=337&path%5B%5D=184>>. Acesso em 23 de jul. de 2016.

SILVA, R. B. M. et al. Relação solo/vegetação em ambiente de Cerrado sobre influência do Grupo Urucua. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 25, n. 2, p. 363-373, 2015. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53439559009>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

SILVA, R. K. S. et al. Florística e sucessão ecológica da vegetação arbórea em área de nascente de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 5, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5239/agraria.v5i4.829>>. Acesso em: 02 de set. de 2016.

SILVA, W. C. et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007. Disponível em <<http://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1964>>. Acesso em 26 jul. 2016.

SILVEIRA, F. M. **Ciclagem de nutrientes em estágios sucessionais da floresta ombrófila densa do Paraná**. 2015. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/43690>>. Acesso em 26 jul. 2016.

SOUSA JÚNIOR, P. R. C. **Estrutura da comunidade arbórea e da regeneração natural em um fragmento de floresta urbana, Recife - PE**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. Disponível em <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em 21 jul. 2016.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, 2006. Disponível em <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/8199>>. Acesso em 16 jul. 2016.

SOUZA, A. L. et al. Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em floresta Estacional Semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 1277-1285, 2011. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48821458014>>. Acesso em 28 de jul. de 2016.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74470109>>. Acesso em 05 de ago. de 2016.

SPAIN, A. V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology**, v. 72, n. 3, p. 947-961, 1984. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/2259543>>. Acesso em 30 de jul. de 2016.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry – genesis, composition reactions**. John Wiley & Sons. New York, 1982. 443p.

SWIFT, M. J. et al. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p. 66-117.

TABARELLI, M.; LOPES, A. V.; PERES, C. A. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, v. 40, n. 6, p. 657-661, 2008. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2008.00454.x/full>>. Acesso em 22 de dez. de 2016.

TABARELLI, M. et al. A Mata Atlântica do nordeste. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. São Paulo, Athalaia Gráfica e Editora Ltda, p. 149-164, 2006.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 734-739, 2005. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00698.x>>. Acesso em 18 de jul. de 2016.

TEIXEIRA, L. J. **Fitossociologia e florística do componente arbóreo em topossequencia na Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Disponível em <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em 21 jul. 2016.

TOGASHI, H. F.; MONTEZUMA, R. C. M.; LEITE, A. F. Precipitação incidente e fluxo de atravessamento das chuvas em três estágios sucessionais de Floresta Atlântica no maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 907-917, 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n5/13.pdf>>. Acesso em 21 jul. 2016.

TURCHETTO, F. et al. Estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto-Uruguai, RS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 10, n. 2, p. 280-285, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i2a4760>>. Acesso em 17 de jul. de 2016.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 23, n. 3, p. 231-253, 2000. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v23n3/a02v23n3>>. Acesso em 24 de jul. de 2016.

VENZKE, T. S.; MARTINS, S. V. Aspectos florísticos de três estágios sucessionais de mata ciliar em Arroio do Padre, extremo sul da Mata Atlântica. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 2, p. 191-204, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v43i2.27667>>. Acesso em 25 de jul. de 2016.

VIBRANS, A. C.; GASPER, A. L.; MÜLLER, J. J. V. Para que inventariar florestas? Reflexões sobre a finalidade do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, SC, v. 14, n. 1, p. 6-13, 2012. Disponível em <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/viewFile/2851/1956>>. Acesso em 25 de jul. de 2016.

VILLAGRA, B. L. P. **Diversidade florística e estrutura da comunidade de plantas trepadeiras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil**. 2008. 151 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, 2008. Disponível em <http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/teses/2008/pdf/Berta_Lucia_Pereira_Villagra_MS.pdf>. Acesso em 15 de jul. de 2016.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n6/23980.pdf>>. Acesso em 19 de jul. de 2016.

ZILBILSKÉ, L. M. Dynamics of nitrogen and carbon in soil during papermill sludge decomposition. **Soil Science**, v.143, p.26-33, 1987.

ZIN, M. T. **Developing a Scientific Basis for Sustainable Management of Tropical Forest Watershed: Cases Studies of Myanmar**. 2005. 282 f. Tese (PhD in forest ecology) - Faculty of the Forest Science and Forest Ecology, 2005. Disponível em <<http://www.univerlag.uni-goettingen.de/handle/3/isbn-3-938616-16-4?locale-attribute=en>>. Acesso em 22 de jul. 2016.

CAPÍTULO I

Estrutura arbórea e regenerante em um fragmento de floresta ombrófila densa das terras baixas, na Zona da Mata de Pernambuco

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo caracterizar o estrato arbóreo e regenerante de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, mediante avaliações da riqueza, estrutura e diversidade. Para a amostragem do componente arbóreo foram implantadas 40 unidades amostrais de 10 m x 25 m, de forma sistemática, o equivalente a 1,00 ha de área amostrada e distância entre parcelas de 42 m. Todos os indivíduos arbóreos que apresentaram circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm, a 1,30 m do nível do solo, foram mensurados. Para estimar os índices de regeneração natural por espécie para cada classe de tamanho de planta (RNC), visando à obtenção do índice de regeneração natural total (RNT), foram alocadas, 40 subparcelas de 25 m² (5 m x 5 m), no vértice das 40 parcelas permanentes utilizadas para o estudo da fitossociologia da comunidade arbórea adulta. A análise foi realizada com indivíduos que apresentaram CAP $\leq 15,0$ cm e altura igual ou superior a 1,0 m. As classes de alturas foram pré-determinadas, em que: C1 = altura (H) $\geq 1,0$ até 2,0 m; C2 = H > 2,0 até 3,0 m; C3 = H > 3,0 m. No estrato arbóreo foram amostrados 1.324 indivíduos, pertencentes a 100 espécies, 64 gêneros e 38 famílias. A família Anacardiaceae obteve o maior número de indivíduos (314), correspondendo a 23,72% do total de indivíduos amostrados. As famílias com maior riqueza de espécies foram: Fabaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Lauraceae, Moraceae, Sapindaceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae e Erythroxylaceae, juntas corresponderam a 67% da riqueza. Na regeneração foram amostrados 1.197 indivíduos distribuídos em 81 espécies, 31 famílias e 51 gêneros. A família Fabaceae obteve maior riqueza na regeneração natural, seguida por Melastomataceae, Myrtaceae, Moraceae e Chrysobalanaceae. A espécie *Protium heptaphyllum* destacou-se com o maior Valor de Importância (VI), apresentando 14,64% do total de VI. As espécies que apresentaram os maiores RNTs foram: *Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum*, *Eschweilera ovata*, *Brosimum guianense*, *Gutteria pogonopus*, *Brosimum rubescens*, *Erythroxylum citrifolium* e *Symphonia globulifera*. Nos dois estratos, os erros amostrais calculados foram inferiores ao estabelecido, e a sucessão secundária mostrou um estágio de regeneração com predominância das espécies secundárias iniciais, comprovando a condição jovem da floresta.

Palavras chave: diversidade, fitossociologia, floresta atlântica.

CHAPTER I

Tree structure and regeneration in a dense ombrophilous lowland forest fragment, in Zona da Mata of Pernambuco

ABSTRACT

This work aimed to characterize the arboreal and regenerating stratum of a Dense Ombrophilous Lowland Forest fragment, through assessments of richness, structure and diversity. Sampling of the tree component, 40 sample units of 10 m x 25 m were implanted in a systematic way, equivalent to 1,00 ha of sampled area and distance between 42 m plots. All arboreal individuals with chest circumference (CAP) ≥ 15 cm, at 1,30 m above ground level, were measured. In order to estimate the natural regeneration rates per species for each plant size class (RNC), 40 subplots of 25 m² (5 mx 5 m) were allocated at the apex to obtain the total natural regeneration index (RNT) Of the 40 permanent plots used to study the phytosociology of the adult tree community. The analysis was performed with individuals with CAP $\leq 15,0$ cm and height equal to or greater than 1,0 m. The height classes were pre-determined, where: C1 = height (H) $\geq 1,0$ to 2,0 m; C2 = H > 2,0 to 3,0 m; C3 = H > 3,0 m. In the arboreal stratum were sampled 1.324 individuals, belonging to 100 species, 64 genera and 38 families. The Anacardiaceae family had the largest number of individuals (314), corresponding to 23,72% of the total sampled individuals. The families with the highest species richness were: Fabaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Lauraceae, Moraceae, Sapindaceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae and Erythroxylaceae, together corresponded to 67% of the richness. In regeneration, 1.197 individuals were sampled in 81 species, 31 families and 51 genera. The Fabaceae family obtained greater richness in natural regeneration, followed by Melastomataceae, Myrtaceae, Moraceae and Chrysobalanaceae. The species *Protium heptaphyllum* was highlighted with the highest value of importance (VI), presenting 14,64% of total VI. The species that presented the greatest RNTs were: *Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum*, *Eschweilera ovata*, *Brosimum guianense*, *Guatteria pogonopus*, *Brosimum rubescens*, *Erythroxylum citrifolium* and *Symphonia globulifera*. In both strata, the calculated sample errors were lower than that established, and the secondary succession showed a regeneration stage with predominance of the initial secondary species, proving the young forest condition.

Keywords: diversity, phytosociology, atlantic forest.

1. Introdução

As florestas constantemente apresentam alterações em sua estrutura, fisionomia e composição florística, perdurando até que atinja o estado clímax. Neste estado também ocorrem alterações, mesmo que em menor proporção (SCOLFORO, 1993). Uma forma de detectar o estágio atual da floresta, assim como suas modificações é por meio da análise florística e estrutural da vegetação, a qual proporciona uma base ecológica necessária para inferências quantitativas e qualitativas da estrutura florestal (SCOLFORO, 1993; SILVA; BENTES-GAMA, 2008).

Vásquez-Vélez (2014) afirma ainda que tais estudos fornecem informações sobre a composição da vegetação, permitindo compreender os processos bióticos e abióticos que podem ser moduladores da formação estrutural de um determinado fragmento. Dessa forma, existe uma crescente demanda por estudos ecológicos, principalmente, a composição florística e sua variação entre regiões, fornecendo dados importantes para projetos de restauração, conservação e gestão dos recursos naturais, podendo evitar a extinção de espécies raras e de baixa abundância, contribuindo para a manutenção da elevada diversidade de espécies e habitats (SILVA et al., 2011).

A situação que as florestas atravessam é preocupante e difícil devido a vários fatores, tais como a exploração madeireira, aumento da fronteira agrícola, pecuária extensiva e irracional, mudanças climáticas que afetam o aumento dos incêndios florestais, inundações e crescimento da população (ROA-ROMERO et al., 2009). Com o crescimento populacional, eleva-se o padrão de consumo, e com isso cresce também a demanda por recursos naturais, promovendo a degradação dos ecossistemas com graves consequências para a sociedade e constituindo passivos ambientais a serem resgatados pelas gerações subsequentes (CASTRO; FERNANDÉZ, 2002; VALCARCEL et al., 2007).

Tais degradações geradas principalmente pelas ações antrópicas sobre os ambientes tem feito com que importantes ecossistemas sejam descaracterizados, antes mesmo que se tenha conhecimento da sua composição florística (SILVA et al., 2008), conhecimento esse, que deveria consistir no primeiro passo para a compreensão da real dimensão da biodiversidade local (CORDEIRO et al., 2011), uma vez que, para compreender o ecossistema é necessário primeiramente conhecer a identidade das espécies, assim como seu comportamento em comunidades vegetais (MARANGON et al., 2003).

Contudo, essas primeiras informações básicas sobre os ecossistemas são ferramentas importantes para a implementação de medidas adequadas para sua conservação e gestão a

longo prazo, especialmente em áreas reduzidas ou fragmentadas. No entanto, a contínua redução e fragmentação das florestas pelo desmatamento constituem ameaças à integridade dos ecossistemas que, em sua maioria, não detêm de tais informações básicas para reverter este processo (CASCANTE; ESTRADA, 2001).

Segundo Alves et al. (2010), estudos relacionados às características biológicas e ecológicas nesses ambientes fragmentados devem ser adotados, visando delinear um perfil do seu funcionamento, estabelecendo medidas racionais de manejo e conservação.

É fundamental conhecer não apenas o estrato arbóreo adulto, mas também o potencial regenerativo, uma vez que a regeneração natural se constitui em um estoque genético da vegetação, pronto para a substituição à medida que o ambiente propicia o seu recrutamento para classe de tamanho imediatamente superior (SOUZA et al., 2002; GARCIA, et al., 2011). Estudar a regeneração natural é muito importante para entender o desenvolvimento da floresta, processo iniciado devido aos propágulos oriundos da dispersão.

Alguns fatores podem limitar o processo de regeneração natural, como a baixa produção de sementes, a ausência de dispersores de sementes, a predação de plântulas, a concorrência radicial, além de mudanças nas condições ambientais e na composição nutricional do solo (STEVENS, 1999).

O estrato regenerante é um parâmetro fundamental e sua avaliação, juntamente com a avaliação do estrato arbóreo, permite uma melhor compreensão do desenvolvimento da floresta. As informações geradas neste estudo, além de auxiliar na gestão e conservação de ecossistemas, também auxilia no planejamento de práticas de gestão voltadas para recuperação de áreas degradadas (HERNÁNDEZ-RAMÍREZ; GARCÍA-MÉNDEZ, 2015). Nesse aspecto, o presente estudo objetivou caracterizar os estratos arbóreo e regenerante, a fim de obter informações básicas que resultem em ferramentas de suporte para a gestão e conservação da floresta atlântica, em especial na Zona da Mata de Pernambuco.

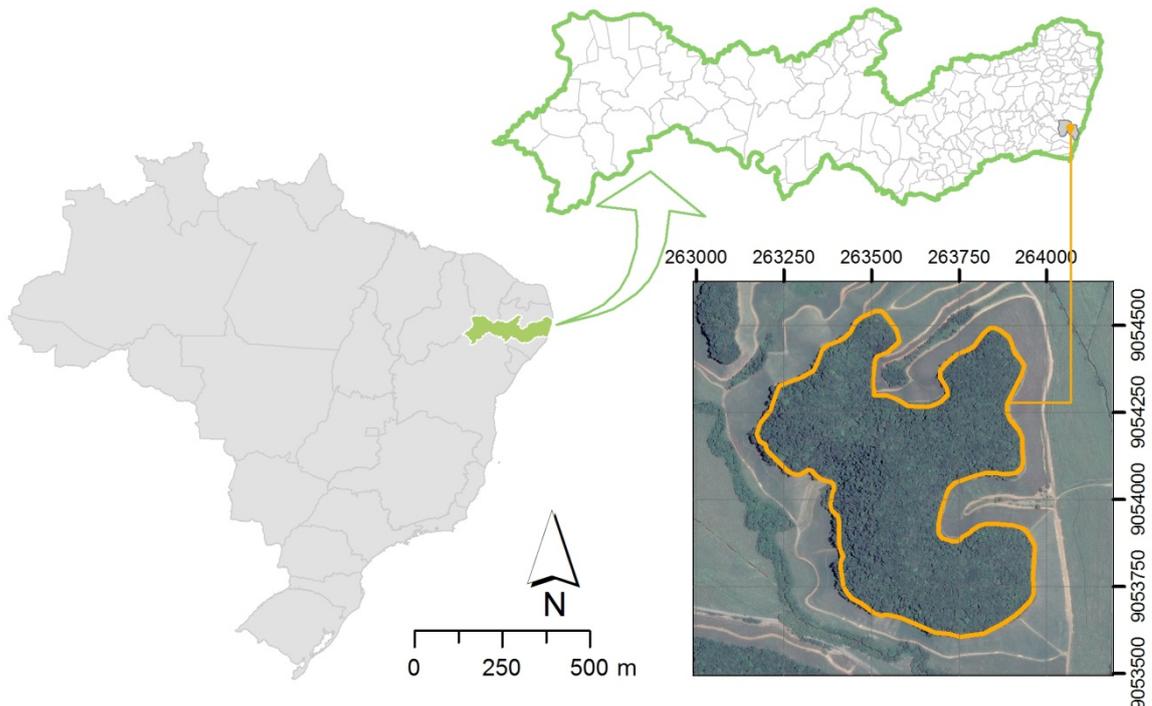
2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 2012), caracterizado como em estágio sucessional médio, conforme avaliação dos parâmetros contidos na Resolução CONAMA nº 31, de 7/12/1994. Possui 42 ha, é denominado de Coelhas e situa-se entre as coordenadas geográficas (UTM 25L) 263220, 263849, 263544 e 263967 de latitude, e 9054184, 9054442, 9053691 e 9053725 de longitude,

pertencente à Usina Trapiche S/A, município de Sirinhaém, localizado na região da Mata Sul do Estado de Pernambuco (Figura 1).

Figura 1 - Croqui de localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil. (Fonte: Walter Lucena).



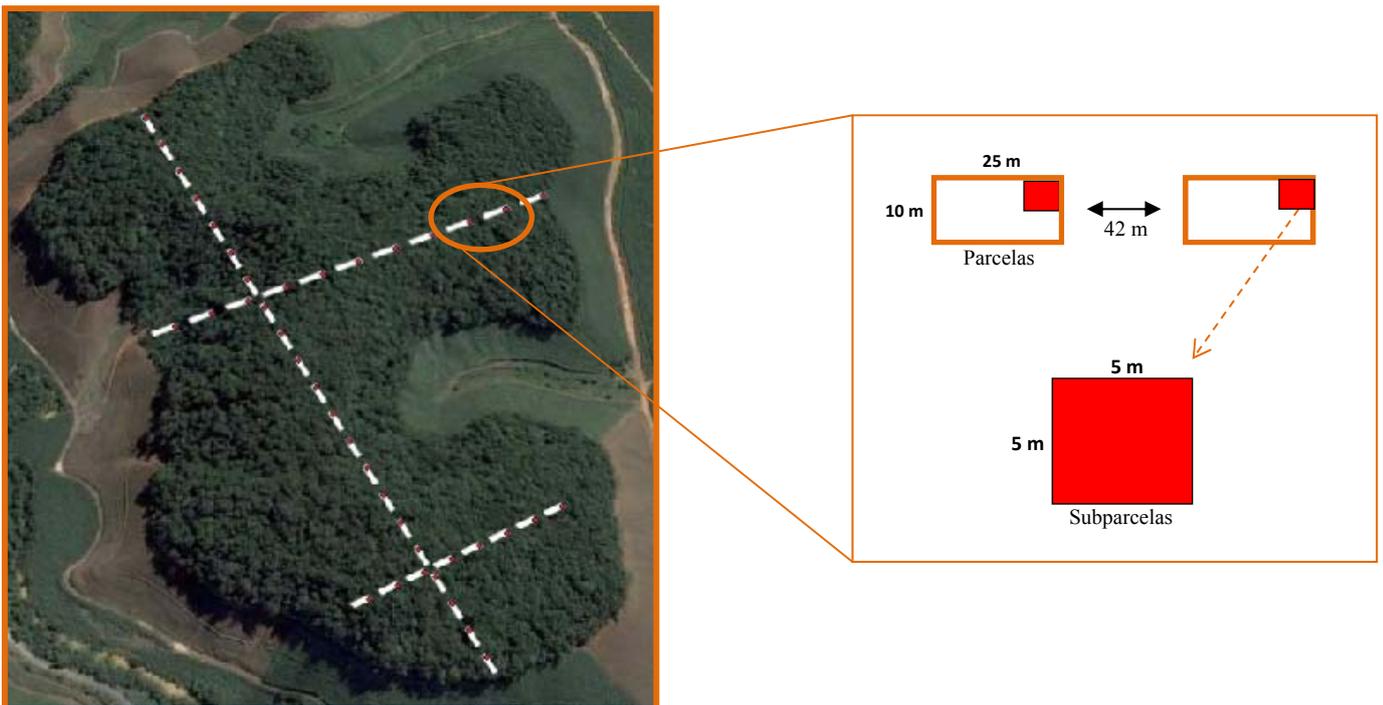
O município de Sirinhaém está localizado na Mesorregião Mata e na Microrregião Meridional do Estado de Pernambuco, limitando-se ao norte com Ipojuca e Escada, ao sul com Rio Formoso e Tamandaré, ao leste com o Oceano Atlântico e ao oeste com Ribeirão. A área municipal ocupa 352,2 km² e representa 0,36% do Estado de Pernambuco e está inserida na Folha SUDENE Sirinhaém e Vitória de Santo Antão, na escala 1:100.000 (CPRM, 2005).

Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima de monção do tipo Am (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 25,6°C. A altitude média é de 60 m e o período de maior precipitação pluviométrica inicia-se em abril e termina em setembro. De acordo com os dados pluviométricos dos últimos cinco anos da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2016), a precipitação pluvial média anual foi de aproximadamente 1.860 mm. Os solos predominantes na área de estudo são do tipo Latossolo Amarelo, Argissolos Amarelo, Vermelho-Amarelo e Acinzentado, Gleissolo, Cambissolo e Neossolos Flúvicos (SILVA et al., 2001; EMBRAPA, 2013).

2.2 Coleta de dados

Inicialmente, foram traçados três transectos no fragmento de 42 ha, um no sentido Norte/Sul e dois no sentido Leste/Oeste, afim de se obter uma maior representatividade da área. Esses transectos foram abertos e alinhados com auxílio de uma bússola, garantindo melhor precisão no alinhamento. Para amostragem do componente arbóreo foram implantadas 40 unidades amostrais de 10 m x 25 m (250 m²), de forma sistemática, o equivalente a 1,00 ha de área amostrada, com distância entre parcelas de aproximadamente 42 m (Figura 2). Para avaliação da regeneração natural, foi implantada, dentro de cada parcela, uma subparcela com dimensão de 5 m x 5 m (25 m²) totalizando 40 subparcelas e 0,1 ha de área amostrada. Essas subparcelas foram instaladas no vértice de cada parcela (Figura 2).

Figura 2 - Croqui demonstrativo da distribuição das parcelas e subparcelas no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil.



No estudo do componente arbóreo todas as unidades amostrais foram georreferenciadas com o auxílio do GPS (Global Position System) e todos os indivíduos arbóreos que apresentaram circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm, a 1,30 m do nível do solo, foram mensurados com fita métrica, tiveram sua altura estimada com tesoura de alta poda de seis metros de comprimento e receberam placas de PVC (3 cm x 5 cm) com

numeração crescente, as quais foram fixadas com prego, um pouco acima do ponto de medição.

Foram considerados para a regeneração natural todos os indivíduos arbóreos com altura maior ou igual a um metro e circunferência à altura do peito (CAP) < 15 cm, sendo mensurada a circunferência a 0,30 m do solo (CAS). Para medir a altura dos indivíduos até 1,5 m foi utilizada trena de bolso e, a partir desta medida, foram utilizadas varas moduladas. Todos os indivíduos mensurados também receberam placas de PVC com numeração crescente as quais foram fixadas com linhas de nylon.

As espécies foram identificadas, sempre que possível, em campo. Quando necessário, foram coletados materiais botânicos para auxiliar a identificação por meio de profissionais do Herbário Dárdano de Andrade Lima do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Para a identificação botânica foi utilizado o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group (APG III, 2009). A correção da grafia e a autoria dos nomes das espécies foram feitas pelo site do Missouri Botanical Gardens (<http://www.tropicos.org/>).

2.3 Análise dos dados

2.3.1 Suficiência amostral

A suficiência florística tanto para a estrutura arbórea quanto para regenerante foi avaliada a partir de curva de rarefação, por meio do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013). Já a suficiência amostral foi determinada considerando os estimadores da amostragem inteiramente aleatória (MEUNIER et al., 2002; SOARES et al., 2007), foram tomados como base três parâmetros: número de indivíduos, médias de diâmetros e médias de alturas, sendo realizados os cálculos dos erros amostrais (Ea%), em nível de 95% de probabilidade, admitindo-se um erro amostral de no máximo 15%.

2.3.2 Composição florística e classificação sucessional

Após o levantamento e identificação das espécies, foi elaborada uma lista contendo as espécies, gêneros, número de indivíduos e famílias de todos os indivíduos encontrados no componente arbóreo, assim como no regenerante. Para a classificação das espécies por grupo sucessional, foi adotado o critério sugerido por Gandolfi et al. (1995), em que as espécies foram classificadas como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias ou sem caracterização. A identificação foi realizada por meio de observações em campo e de pesquisa bibliográfica (GANDOLFI et al., 1995; SILVA et al., 2004; SOUSA-JÚNIOR, 2006;

ROCHA, 2007; BRANDÃO, 2007; MARANGON et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; PESSOA, 2012; SILVA et al., 2010; SANTOS, 2014).

2.3.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade

Foram avaliados os seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR), Valor de Cobertura (VC), Valor de Importância (VI), segundo Müller-Dombois e Ellenberg (1974). Esses parâmetros foram calculados utilizando-se como ferramenta o “Software” Fitopac 2 (SHEPHERD, 1995). Também foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e a equabilidade (J) pelo índice de Pielou, como proposto por Magurran (1988).

No componente regenerante, além dos parâmetros fitossociológicos já mencionados, ainda foi realizada a estimativa da regeneração natural por classes de alturas, assim distribuídas: C1 = altura (H) ≥ 1,0 até 2,0 m; C2 = H > 2,0 até 3,0 m; C3 = H > 3,0 m, conforme metodologia proposta por Marangon (1999).

Foi utilizado o método desenvolvido por Volpato (1994) para obtenção do índice de regeneração natural, que envolve a estimativa de densidade e frequência, absoluta e relativa, de cada espécie em cada classe de tamanho de planta. Com base nesses parâmetros, estimou-se a regeneração natural por classe de altura e regeneração natural total, por meio das seguintes fórmulas:

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$$

$$RNT_i = \frac{\sum(RNC_{ij})}{3}$$

Em que:

RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i-ésima espécie na j-ésima classe de altura de planta, em percentagem; DR_{ij} = densidade relativa para a i-ésima espécie na j-ésima classe de altura de regeneração natural; FR_{ij} = frequência relativa de i-ésima espécie, em percentagem, na j-ésima classe de regeneração natural; RNT_i = regeneração natural total da i-ésima espécie.

2.3.4 Distribuição diamétrica e hipsométrica

A distribuição diamétrica de formações florestais inequiâneas torna-se importante, pois reflete o histórico da floresta, devido à falta da referência de idade dos indivíduos presentes (GOMIDE et al., 2009). Por meio da interpretação das medidas de diâmetro das espécies em classes, é possível entender a atual situação da vegetação e indicar possíveis perturbações passadas, como: exploração madeireira, incêndios e desmatamentos (FELFILI, 1997; PULZ et al., 1999). Para a análise dessa distribuição, elaborou-se um gráfico com o número de indivíduos por centro de classe diamétrica, onde o número de centro de classes, assim como sua amplitude foi calculado com base em Sturges (1926), por meio das fórmulas:

$$NC = 1 + (3,322 * \log (N_{ind.}))$$

$$AT = X - x / NC$$

Em que:

NC = número de classes; $N_{ind.}$ = número de indivíduos; AT = amplitude total; X = maior diâmetro e x = menor diâmetro.

Para a análise da estrutura hipsométrica, foi gerado um gráfico com número de indivíduos por centro de classe de altura, com amplitude de 5 m e início da primeira classe 2,5 m.

2.3.5 Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural

Para quantificar a similaridade de comunidades, podem ser utilizados índices de similaridade, entre os quais se destaca o índice de similaridade de Jaccard (S_j), que é obtido segundo Brower e Zar (1984), pelo emprego da seguinte fórmula:

$$S_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Em que:

SJ = Índice de similaridade de Jaccard;

a = número de espécies da comunidade a (regeneração natural);

b = número de espécies da comunidade b (estrato arbóreo);

c = número de espécies comuns.

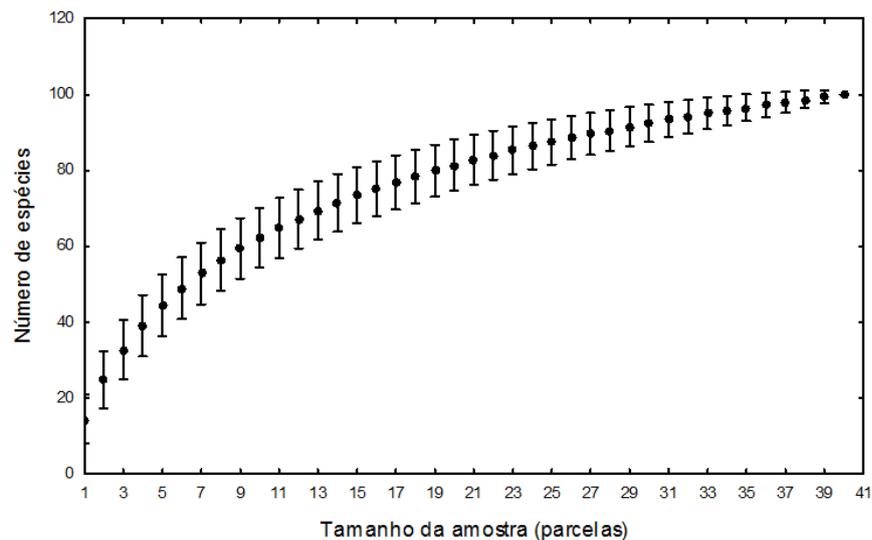
3. Resultados e discussão

3.1 Análise estrutural da comunidade arbórea

3.1.1 Suficiência amostral

A suficiência florística foi considerada satisfatória, dado pela assíntota e estabilidade nos intervalos de confiança da curva de rarefação calculada para a riqueza de espécies (Figura 3). Ainda referindo-se à suficiência amostral, verificou-se que as 40 unidades amostrais levantadas foram suficientes para representar a população. Os erros amostrais calculados foram bem inferiores ao erro estabelecido (15%). Para o número de indivíduos, médias de diâmetros e médias das alturas, os valores de erro amostral foram: Ea 6,79%, 4,59% e 3,76%, respectivamente.

Figura 3 - Curva de acumulação de espécies pelo método de rarefação. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).



3.1.2 Composição florística e classificação sucessional

Na amostragem arbórea no fragmento denominado Coelhas foram registrados 1.324 indivíduos, pertencentes a 100 espécies, 64 gêneros e 38 famílias. Dentre estas espécies, 81 foram identificadas em nível de espécie, 13 em nível de gênero, cinco em nível de família e uma não foi identificada (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição florística das espécies arbóreas (CAP ≥ 15 cm), inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco, em ordem alfabética de família, gênero e espécie. Onde: Ni – Número de indivíduos da espécie i, GE – Grupo ecológico, P – Pioneira, Si – Secundária inicial, St – Secundária tardia, SC – Sem caracterização

Família	Espécie	N_i	GE
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	68	Si
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	246	Si
Annonaceae	<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	17	Sc
	<i>Xylopia frutescens</i> Sieb. ex Presl	3	Si
Apocynaceae	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	26	Si
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	33	Si
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	7	Si
Burseraceae	<i>Protium giganteum</i> Engl.	7	St
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	134	Si
Celastraceae	<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	3	St
Clusiaceae	<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana	1	St
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	12	P
	<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	3	Si
Combretaceae	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A. Howard	1	St
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea garckeana</i> K. Schum.	1	St
	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	1	St
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	2	St
	<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	14	St
	<i>Erythroxylum squamatum</i> Sw.	1	St
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	29	Sc
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	13	St
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp.	3	Sc
	<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico	6	P
	<i>Andira ormosioides</i> Benth.	2	Si
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	12	St
	<i>Chamaecrista</i> sp.	14	Sc
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	3	St
	Fabaceae 1	2	Sc
	Fabaceae 2	4	Sc
	Fabaceae 3	1	Sc
	Fabaceae 4	5	Sc
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	3	Si	

Continua...

Continuação – Tabela 1...

Família	Espécie	N _i	GE
Fabaceae	<i>Inga</i> sp.1	2	Sc
	<i>Inga</i> sp.2	1	Sc
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	6	Si
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	1	Si
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	8	St
	<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	3	Si
	<i>Sclerolobium densiflorum</i> Benth.	3	P
	<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	3	Si
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	1	P
Lacistemataceae	<i>Lacistema robustum</i> Schnizl.	5	Si
Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	10	St
	<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	1	Si
	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	10	Si
	<i>Ocotea</i> sp.1	13	Sc
	<i>Ocotea</i> sp.2	3	Sc
	<i>Ocotea</i> sp.3	2	Sc
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	52	Si
	<i>Gustavia augusta</i> L.	3	Si
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	1	Si
	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	15	Sc
Malvaceae	<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	6	Si
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	16	Sc
	<i>Miconia affinis</i> DC.	31	Sc
	<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	20	Si
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	3	Si
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	6	P
	<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	9	Si
	<i>Miconia</i> sp.	4	Sc
	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	11	Si
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	1	Sc
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	55	Si
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	39	Si
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	36	Si
	<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	2	Si
Myristicaceae	<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	12	St
Myrtaceae	<i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg	1	Si
	<i>Eugenia umbrosa</i> O. Berg	2	Si
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	2	Si
	<i>Myrcia silvatica</i> Barb. Rodr.	43	Si
	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	11	Si

Continua...

Continuação – Tabela 1...

Família	Espécie	N_i	GE
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	6	Si
	Myrtaceae 1	3	Sc
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2	Si
Ochnaceae	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	15	Si
Peraceae	<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill.	4	Sc
	<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	16	Si
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	29	Si
Picramniaceae	<i>Picramnia</i> sp.	4	Sc
Primulaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	1	P
Rubiaceae	<i>Amaioua</i> sp.	1	Sc
	<i>Coussarea andrei</i> M.S. Pereira & M.R. Barbosa	1	Sc
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	3	Si
	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	35	St
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	2	Si
	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	11	Si
	<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	5	Si
	<i>Cupania</i> sp.	1	Sc
	<i>Talisia retusa</i> R.S. Cowan	1	Si
Sapotaceae	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.	11	St
	<i>Pouteria</i> sp.	1	Sc
	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	2	St
	<i>Pradosia</i> sp.	1	Sc
Schoepfiaceae	<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	5	Si
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	12	Si
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	5	Si
Urticaceae	<i>Pourouma acutiflora</i> Trécul	6	Si
Violaceae	<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	2	Sc
Indeterminada 1	Indeterminada 1	9	Sc
Total Geral		1.324	

As famílias com maiores representatividades de indivíduos foram: Anacardiaceae (314), Burseraceae (141), Moraceae (133), Melastomataceae (100), Fabaceae (82), Lecythidaceae (71), Myrtaceae (68), Euphorbiaceae (58), Lauraceae (39) e Salicaceae (38), juntas somaram 1.044 indivíduos. Essas dez famílias representaram 78,85% dos indivíduos amostrados, ficando as 28 famílias restantes responsáveis por 21,15% do total, evidenciando a baixa abundância relativa de indivíduos nestas famílias. A família Anacardiaceae teve o maior número de indivíduos neste estudo e foi também a que mais se sobressaiu em outros trabalhos em Florestas Ombrófilas Densas das Terras Baixas em Pernambuco (COSTA-JÚNIOR et al., 2008; BRANDÃO, 2013; SANTOS, 2014). Essa maior representatividade pode estar relacionada ao fato desta família possuir aproximadamente, 81 gêneros e 800 espécies com ocorrência em ambientes secos a úmidos, principalmente em terras baixas nas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo (PELL, 2011).

Segundo Azevêdo (2015), os frutos da espécie *Thyrsodium spruceanum* são do tipo drupa e muito apreciados pela fauna, sugerindo que o elevado número de indivíduos dessa espécie se justifique pela ampla dispersão zoocórica.

As famílias com maiores riquezas de espécies foram: Fabaceae (19), Melastomataceae (8), Myrtaceae (7), Lauraceae (6), Moraceae e Sapindaceae (5/cada), Lecythidaceae e Sapotaceae (4/cada), Clusiaceae, Euphorbiaceae e Erythroxylaceae (3/cada), juntas corresponderam a 67% da riqueza.

Fabaceae tem sido constantemente citada como a família com maior número de espécies nos estudos realizados no estado de Pernambuco (FEITOSA, 2004; MENDONÇA, 2005; OLIVEIRA, 2005; SOUSA-JÚNIOR, 2006; COSTA-JÚNIOR et al., 2008; FERRAZ; RODAL, 2006; GUIMARÃES et al., 2009; TEIXEIRA, 2009; VITÓRIA, 2009; SILVA et al., 2010; HOLANDA et al., 2010; OLIVEIRA, 2011; SANTOS, 2014).

A família Fabaceae constitui-se numa das três famílias mais representativas da flora de angiospermas, principalmente por sua ampla dispersão, além do seu importante papel ecológico e ornamental, salientando assim sua importância e seu necessário conhecimento (FORZZA et al., 2010; MALCZEWSKI et al., 2014).

As espécies desta família se diferenciam entre as diferentes tipologias, quanto à ocorrência e abundância, sendo muito importante na função de fixação de nitrogênio da atmosfera e do solo, quando em associação com bactérias do gênero *Rhizobium* (GUSSON et al., 2008). A relação simbiótica ocorre nas raízes das plantas hospedeiras, resultando no desenvolvimento de estruturas nodulares, que são o sítio adequado para reações bioquímicas e enzimáticas que permitem a fixação de N₂, suprindo a planta com nitrogênio fixado (SOUZA,

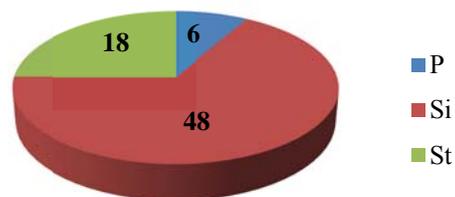
2010). Ao mesmo tempo, enriquecem o solo com seus resíduos (serrapilheira), que se decompõem por ação microbiana (amonificação e nitrificação), originando nitrato e fornecendo-o ao solo (DETTENBORN, 2009). Por essa razão, a riqueza dessa família em fragmentos florestais assegura à produtividade na grande maioria dos ecossistemas terrestres.

Vinte espécies foram representadas por apenas um indivíduo (20% do total de espécies), sendo consideradas “localmente raras” (OLIVEIRA et al., 2008). De acordo com Ivanauskas et al. (1999), essas espécies são raras apenas no conceito numérico para uma determinada área, num determinado momento, e não necessariamente do ponto de vista biológico, uma vez que em fragmentos próximos elas podem estar em maiores densidades.

Foi registrada a presença de um indivíduo da espécie *Artocarpus heterophyllus* Lam., espécie exótica e de fácil adaptabilidade a ambientes de floresta tropical. Esta espécie merece uma atenção especial, pois além da falta de predadores e efeitos alelopáticos sobre a germinação de nativas, a alta e constante produção de frutos atrai a fauna local, que auxilia na dispersão (PEREIRA; KAPLAN, 2013). O indivíduo registrado é jovem e encontra-se localizado na parcela seis, próximo a um acesso que percorre todo fragmento. Possivelmente sua semente foi dispersa por algum morador ou caçador local.

Com relação à classificação sucessional, das 100 espécies amostradas, 28 foram consideradas sem caracterização. A maioria dessas espécies são as identificadas como indeterminadas ou apenas em nível de gênero ou de família. Dentre as caracterizadas o destaque ficou para o grupo das secundárias iniciais, com 66,67%, as pioneiras tiveram 8,33% e as secundárias tardias 25% (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição das espécies em seus respectivos grupos ecológicos, em um Fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, PE. Em que: P- Pioneira, Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia.



O resultado encontrado foi similar aos de Alves-Júnior et al. (2006), Rocha (2007), Brandão et al. (2009), Silva et al. (2010), Oliveira (2011) e Santos (2014), em estudos realizados em fragmentos da Mata Atlântica de Pernambuco. A predominância das espécies secundárias iniciais indica que a floresta secundária estudada é jovem e está em estágio sucessional médio de regeneração (Resolução CONAMA nº 31, de 7/12/1994). De acordo com Paula et al. (2004), as espécies pioneiras geralmente se restringem a clareiras formadas por quedas de galhos ou de árvores isoladas, processo natural dentro da dinâmica do desenvolvimento da floresta.

3.1.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade

A densidade foi estimada em 1.324 ind ha⁻¹. Desse total, as espécies *Thyrsodium spruceanum* (246), *Protium heptaphyllum* (134), *Tapirira guianensis* (68), *Brosimum guianense* (55), *Eschweilera ovata* (52), *Myrcia silvatica* (43), *Brosimum rubescens* (39), *Helicostylis tomentosa* (36), *Casearia javitensis* (35), e *Schefflera morototoni* (33), corresponderam a 55,97% do total de indivíduos amostrados (Tabela 2). Estas espécies também se destacaram em número de indivíduos, em diversos estudos realizados na Mata Atlântica de Pernambuco (ALVES-JÚNIOR et al., 2006; ESPIG et al., 2008; BRANDÃO et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2012; SANTOS, 2014).

Segundo Holanda et al. (2010), a elevada densidade destas espécies pode estar relacionada com as características favoráveis do ambiente, propiciando ao mesmo tempo maior estabelecimento destas. Como boa parte dos remanescentes florestais de Mata Atlântica, principalmente no estado de Pernambuco, apresentam características similares, é comum a ocorrência dessas espécies nestes fragmentos, principalmente por se tratarem de espécies de início de sucessão.

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Dados em ordem decrescente de VI, em que: Ni – Número de indivíduos da espécie i, DA - Densidade absoluta em ind/ha, DR – Densidade relativa em %, FA - Frequência absoluta em %, FR - Frequência relativa em %, DoA - Dominância absoluta em m²/ha, DoR - Dominância relativa em %, VC - Valor de cobertura e VI - Valor de importância

Espécies	N _i	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	246	246	18,58	97,50	5,72	2,8496	11,3285	29,91	35,63
<i>Protium heptaphyllum</i>	134	134	10,12	85,00	4,99	2,8481	11,3225	21,44	26,43
<i>Tapirira guianensis</i>	68	68	5,14	72,50	4,25	3,1792	12,6391	17,78	22,03

Continua...

Continuação – Tabela 2...

Espécies	N _i	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Maprounea guianensis</i>	29	29	2,19	47,50	2,79	1,6629	6,6110	8,80	11,59
<i>Eschweilera ovata</i>	52	52	3,93	75,00	4,40	0,4767	1,8951	5,82	10,22
<i>Brosimum guianense</i>	55	55	4,15	72,50	4,25	0,4557	1,8116	5,97	10,22
<i>Schefflera morototoni</i>	33	33	2,49	57,50	3,37	0,9510	3,7805	6,27	9,65
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	29	29	2,19	47,50	2,79	0,5798	2,3051	4,50	7,28
<i>Myrcia silvatica</i>	43	43	3,25	55,00	3,23	0,1820	0,7236	3,97	7,20
Fabaceae 1	2	2	0,15	5,00	0,29	1,6373	6,5091	6,66	6,95
<i>Helicostylis tomentosa</i>	36	36	2,72	45,00	2,64	0,3424	1,3611	4,08	6,72
<i>Miconia affinis</i>	31	31	2,34	47,50	2,79	0,3878	1,5418	3,88	6,67
<i>Pera ferruginea</i>	16	16	1,21	30,00	1,76	0,9105	3,6195	4,83	6,59
<i>Casearia javitensis</i>	35	35	2,64	52,50	3,08	0,1678	0,6671	3,31	6,39
<i>Brosimum rubescens</i>	39	39	2,95	42,50	2,49	0,2161	0,8591	3,80	6,30
<i>Simarouba amara</i>	12	12	0,91	25,00	1,47	0,8704	3,4604	4,37	5,83
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	26	26	1,96	37,50	2,20	0,1385	0,5504	2,51	4,71
<i>Bowdichia virgilioides</i>	12	12	0,91	25,00	1,47	0,5022	1,9965	2,90	4,37
<i>Ouratea polygyna</i>	15	15	1,13	27,50	1,61	0,2819	1,1209	2,25	3,87
<i>Miconia hypoleuca</i>	20	20	1,51	32,50	1,91	0,1044	0,4151	1,93	3,83
<i>Ocotea glomerata</i>	10	10	0,76	22,50	1,32	0,4078	1,6211	2,38	3,70
<i>Albizia pedicellaris</i>	6	6	0,45	10,00	0,59	0,6521	2,5924	3,05	3,63
<i>Lecythis lurida</i>	15	15	1,13	32,50	1,91	0,1065	0,4233	1,56	3,46
<i>Ocotea</i> sp.1	13	13	0,98	32,50	1,91	0,1400	0,5565	1,54	3,44
<i>Henriettea succosa</i>	16	16	1,21	32,50	1,91	0,0785	0,3121	1,52	3,43
<i>Guatteria pogonopus</i>	17	17	1,28	30,00	1,76	0,0492	0,1956	1,48	3,24
<i>Pouteria bangii</i>	11	11	0,83	20,00	1,17	0,2712	1,0781	1,91	3,08
<i>Virola gardneri</i>	12	12	0,91	20,00	1,17	0,2401	0,9545	1,86	3,03
<i>Nectandra cuspidata</i>	10	10	0,76	22,50	1,32	0,2176	0,8649	1,62	2,94
<i>Eriotheca macrophylla</i>	6	6	0,45	7,50	0,44	0,4605	1,8307	2,28	2,72
<i>Symphonia globulifera</i>	12	12	0,91	17,50	1,03	0,1960	0,7794	1,69	2,71
<i>Pourouma acutiflora</i>	6	6	0,45	12,50	0,73	0,3622	1,4398	1,89	2,63
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	13	13	0,98	17,50	1,03	0,1468	0,5837	1,57	2,59
<i>Erythroxylum mucronatum</i>	14	14	1,06	22,50	1,32	0,0438	0,1743	1,23	2,55
<i>Parkia pendula</i>	8	8	0,60	15,00	0,88	0,2183	0,8680	1,47	2,35
Indeterminada 1	9	9	0,68	20,00	1,17	0,0917	0,3647	1,04	2,22
<i>Chamaecrista</i> sp.1	14	14	1,06	10,00	0,59	0,1244	0,4946	1,55	2,14
<i>Myrcia spectabilis</i>	11	11	0,83	15,00	0,88	0,0860	0,3419	1,17	2,05
<i>Miconia tomentosa</i>	11	11	0,83	17,50	1,03	0,0443	0,1759	1,01	2,03
<i>Cupania racemosa</i>	11	11	0,83	17,50	1,03	0,0336	0,1334	0,96	1,99
<i>Miconia pyrifolia</i>	9	9	0,68	15,00	0,88	0,0860	0,3418	1,02	1,90
<i>Buchenavia tetraphylla</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,4111	1,6345	1,71	1,86
<i>Cordia sellowiana</i>	7	7	0,53	17,50	1,03	0,0642	0,2552	0,78	1,81
<i>Plathymentia foliolosa</i>	3	3	0,23	7,50	0,44	0,2197	0,8735	1,10	1,54
<i>Protium giganteum</i>	7	7	0,53	12,50	0,73	0,0477	0,1895	0,72	1,45
<i>Inga thibaudiana</i>	6	6	0,45	10,00	0,59	0,0906	0,3603	0,81	1,40
<i>Ocotea</i> sp.2	3	3	0,23	7,50	0,44	0,1710	0,6799	0,91	1,35
<i>Siparuna guianensis</i>	5	5	0,38	12,50	0,73	0,0377	0,1497	0,53	1,26
<i>Myrcia splendens</i>	6	6	0,45	12,50	0,73	0,0160	0,0636	0,52	1,25
Fabaceae 4	5	5	0,38	7,50	0,44	0,0968	0,3850	0,76	1,20
<i>Cupania revoluta</i>	5	5	0,38	7,50	0,44	0,0774	0,3076	0,69	1,13
<i>Cupania emarginata</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,1590	0,6321	0,78	1,08

Continua...

Continuação – Tabela 2...

Espécies	N_i	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Lacistema robustum</i>	5	5	0,38	10,00	0,59	0,0095	0,0379	0,42	1,00
<i>Chaetocarpus myrsinites</i>	4	4	0,30	7,50	0,44	0,0630	0,2505	0,55	0,99
<i>Miconia prasina</i>	6	6	0,45	7,50	0,44	0,0189	0,0751	0,53	0,97
<i>Miconia</i> sp.1	4	4	0,30	10,00	0,59	0,0190	0,0756	0,38	0,96
<i>Schoepfia brasiliensis</i>	5	5	0,38	7,50	0,44	0,0233	0,0928	0,47	0,91
Fabaceae 2	4	4	0,30	7,50	0,44	0,0386	0,1536	0,46	0,90
<i>Inga cayennensis</i>	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0540	0,2148	0,44	0,88
<i>Dialium guianense</i>	3	3	0,23	2,50	0,15	0,1226	0,4872	0,71	0,86
<i>Abarema</i> sp.1	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0343	0,1362	0,36	0,80
<i>Tovomita mangle</i>	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0308	0,1225	0,35	0,79
<i>Maytenus distichophylla</i>	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0286	0,1137	0,34	0,78
<i>Sclerobium densiflorum</i>	3	3	0,23	2,50	0,15	0,0966	0,3841	0,61	0,76
<i>Casearia arborea</i>	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0185	0,0734	0,30	0,74
<i>Xylopia frutescens</i>	3	3	0,23	2,50	0,15	0,0901	0,3581	0,58	0,73
Myrtaceae 1	3	3	0,23	7,50	0,44	0,0084	0,0333	0,26	0,70
<i>Picramnia</i> sp.1	4	4	0,30	5,00	0,29	0,0088	0,0348	0,34	0,63
<i>Andira ormosioides</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0385	0,1531	0,30	0,60
<i>Gustavia augusta</i>	3	3	0,23	5,00	0,29	0,0089	0,0356	0,26	0,56
<i>Guapira opposita</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0258	0,1024	0,25	0,55
<i>Pouteria torta</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0104	0,0413	0,19	0,49
<i>Ocotea</i> sp.3	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0104	0,0413	0,19	0,49
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0081	0,0322	0,18	0,48
<i>Myrcia guianensis</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0057	0,0226	0,17	0,47
<i>Sorocea hilarii</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0051	0,0205	0,17	0,46
<i>Eugenia umbrosa</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0046	0,0184	0,17	0,46
<i>Paypayrola blanchetiana</i>	2	2	0,15	5,00	0,29	0,0046	0,0183	0,17	0,46
<i>Miconia minutiflora</i>	3	3	0,23	2,50	0,15	0,0209	0,0830	0,31	0,46
<i>Swartzia pickelii</i>	3	3	0,23	2,50	0,15	0,0088	0,0350	0,26	0,41
<i>Machaerium hirtum</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0239	0,0950	0,17	0,32
<i>Inga</i> sp.1	2	2	0,15	2,50	0,15	0,0047	0,0189	0,17	0,32
<i>Rapanea guianensis</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0231	0,0919	0,17	0,31
<i>Rheedia gardneriana</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0215	0,0855	0,16	0,31
<i>Amaioua</i> sp. 1	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0137	0,0545	0,13	0,28
<i>Pradosia</i> sp.1	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0097	0,0388	0,11	0,26
<i>Sloanea guianensis</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0060	0,0239	0,10	0,25
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0058	0,0231	0,10	0,25
<i>Ocotea gardneri</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0054	0,0214	0,10	0,24
<i>Inga</i> sp.2	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0039	0,0153	0,09	0,24
<i>Coussarea andrei</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0033	0,0130	0,09	0,24
<i>Erythroxylum squamatum</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0032	0,0127	0,09	0,23
<i>Talisia retusa</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0030	0,0118	0,09	0,23
<i>Vismia guianensis</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0029	0,0115	0,09	0,23
<i>Sloanea garckeana</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0029	0,0114	0,09	0,23
<i>Lecythis pisonis</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0029	0,0114	0,09	0,23
<i>Eugenia umbelliflora</i>	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0026	0,0104	0,09	0,23
<i>Pouteria</i> sp.1	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0024	0,0095	0,08	0,23
Fabaceae 3	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0022	0,0086	0,08	0,23
<i>Cupania</i> sp.1	1	1	0,08	2,50	0,15	0,0021	0,0084	0,08	0,23
Total	1324	1324	100	1705	100	25,1541	100	200	300

As espécies mais frequentes na área amostral foram: *Thyrsodium spruceanum*, *Protium heptaphyllum*, *Eschweilera ovata*, *Tapirira guianensis*, *Brosimum guianense*, *Schefflera morototoni* e *Myrcia silvatica*. Destaque para a espécie *Thyrsodium spruceanum* que foi registrada em 97,5% das unidades amostrais, ou seja, esteve presente em 39 das 40 parcelas lançadas. Resultado semelhante foi obtido por Barbosa (2016), que também constatou a alta frequência da espécie *Thyrsodium spruceanum* em um fragmento de Floresta Atlântica em Recife-PE. De acordo com Marmontel et al. (2013), a ampla distribuição dessas espécies está relacionada à capacidade de resiliência do local, através de condições ambientais favoráveis para seu estabelecimento no processo de regeneração natural. Conforme mencionado anteriormente, o elevado número de indivíduos da espécie *Thyrsodium spruceanum*, assim como sua extensa distribuição na área se justifica pela ampla dispersão zoocórica, uma vez que seus frutos são muito apreciados pela fauna.

A área basal total estimada foi de 25,15 m² ha⁻¹, com maior representatividade das espécies *Tapirira guianensis* (3,179), *Thyrsodium spruceanum* (2,849), *Protium heptaphyllum* (2,848), *Maprounea guianensis* (1,662), Fabaceae 1 (1,637), *Schefflera morototoni* (0,951), *Pera ferruginea* (0,910) e *Simarouba amara* (0,870), como as mais dominantes. O valor registrado foi superior aos encontrados por Guimarães et al. (2009) que foi de 18,831 m² ha⁻¹, Costa-Júnior et al. (2008) 23,596 m² ha⁻¹ e Santos (2014) 24,593 m² ha⁻¹. De acordo com Schorn (2005), isso comprova a ocorrência do elevado número de indivíduos jovens ou de pequenos diâmetros na maioria das espécies, presumindo que o fragmento encontrasse em intensa competição, gerando uma demanda de crescimento mais intenso em altura e menor em diâmetro de copas e fuste. Observa-se, ainda, que a espécie Fabaceae 1 ocupa a quinta posição em relação à dominância absoluta, mesmo com apenas dois indivíduos. Este fato ocorreu devido a um indivíduo dessa espécie ter um CAP muito superior aos demais (4,50 m). Para Schorn (2005), esta espécie se instalou inicialmente na área, as demais espécies deram-se posteriormente, e estão realizando esse processo de forma mais lenta e gradual.

As espécies com os maiores valores de importância (VI) foram *Thyrsodium spruceanum*, *Protium heptaphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Maprounea guianensis*, *Eschweilera ovata*, *Brosimum guianense*, *Schefflera morototoni*, *Hyeronima alchorneoides*, *Myrcia silvatica* e Fabaceae 1, representando 49,06% do total do VI. As espécies *Thyrsodium spruceanum*, *Protium heptaphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Eschweilera ovata*, *Brosimum guianense*, *Schefflera morototoni*, *Hyeronima alchorneoides* e *Myrcia silvatica* se destacaram principalmente pelo elevado número de indivíduos amostrados e por estarem bem distribuídas

na área, já as espécies *Maprounea guianensis* e principalmente, Fabaceae 1, por apresentarem alta dominância, deixando-as entre as dez espécies de maiores valores de importância.

Padrões semelhantes foram verificados por Mendonça (2005), Silva-Júnior et al. (2008), Brandão et al. (2009) e Santos (2014), das quais as espécies *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum* foram comuns aos quatro trabalhos, todos em áreas de Mata Atlântica. Vale salientar que essas espécies são classificadas como secundárias iniciais e seus indivíduos apresentam um rápido crescimento, ocorrendo em condições de sombreamento médio, típico de ambientes em estágio médio de sucessão (Resolução CONAMA nº 31, de 7/12/1994), que é o caso do fragmento estudado.

A diversidade florística estimada pelo índice de Shannon (H') resultou em 3,60 nats.ind.⁻¹ e a equabilidade de Pielou (J) foi igual a 0,78, indicando alta diversidade e uniformidade entre os indivíduos e as espécies dentro da comunidade vegetal, fato esperado, uma vez que, segundo Uhl e Murphy (1981) a equitabilidade é diretamente proporcional à diversidade e, antagônica à dominância. O valor de J comprova que 78% da diversidade (H') hipotética máxima foi atingida, indicando que seria necessário o incremento de mais 22% de espécies para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal. Quanto à equabilidade de Pielou (J), Santos (2014) registrou 0,76 no município de São Lourenço da Mata - PE e Holanda et al. (2010) registraram de 0,77 no município de Catende - PE, resultados similares aos deste estudo.

O índice de diversidade encontrado foi similar a outros trabalhos em Mata Atlântica no estado de Pernambuco para o mesmo esforço amostral (Tabela 3), confirmando que a área estudada apresenta elevada diversidade de espécies.

Tabela 3 - Diversidade florística pelo índice de diversidade de Shannon em áreas de Mata Atlântica na região de Pernambuco

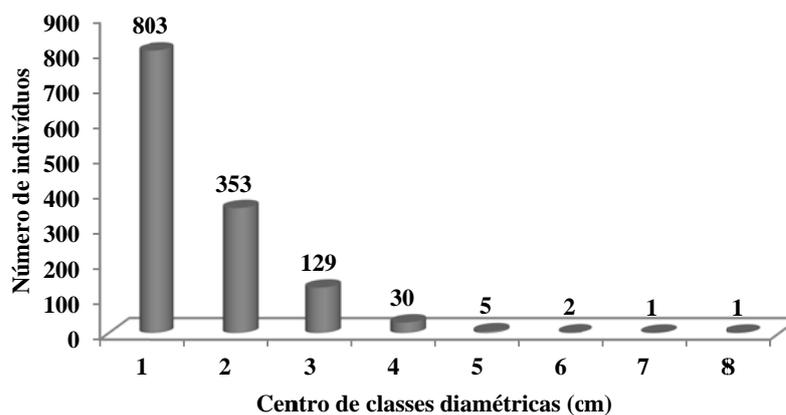
Autor	Região	Esforço amostral	Nível de inclusão (CAP)	H'
Sousa-Júnior (2006)	Recife - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,65
Rocha et al. (2008)	Igarassu - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,60
Costa-Júnior et al. (2008)	Catende - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,83
Silva-Júnior et al. (2008)	Cabo de Santo Agostinho - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,91
Holanda et al. (2010)	Nazaré da Mata - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,29
Santos (2014)	São Lourenço da Mata - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,27
Este estudo	Sirinhaém - PE	1 ha	≥ 15 cm	3,60

3.1.4 Distribuição diamétrica e hipsométrica

Verificou-se que a distribuição diamétrica teve amplitude de 12 cm, com 8 centros de classes, sendo caracterizada por árvores de pequeno porte, principalmente no primeiro centro de classe, indicando a capacidade de regeneração das espécies vegetais.

A distribuição diamétrica da comunidade em estudo ficou na forma clássica de “J-invertido”, característica típica de florestas naturais (Figura 5). A área apresenta principalmente indivíduos jovens, pois 60,65% do total de indivíduos amostrados encontram-se no primeiro centro de classe. O diâmetro máximo encontrado foi de 142,50 cm, pertencente a um indivíduo apenas identificado por Fabaceae 1.

Figura 5 - Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado no município de Sirinhaém, PE.



Os centros de classes 4, 5 e 6 tiveram poucos indivíduos, porém, estes se encontram bem representados nos menores centros de classes, o que indica ocorrência do processo sucessional. Já os centros de classes 7 (*Buchenavia tetraphylla*) e 8 (Fabaceae 1), com apenas um indivíduo, não ocorrem nos centros de classes anteriores. Este fato pode estar relacionado a algum fator biótico ou abiótico.

Segundo Nappo et al. (2005), essa forma de distribuição indica que novos indivíduos estão se estabelecendo na área, e este fato pode estar relacionado às condições específicas de regeneração, como abertura de clareiras e um consequente aumento de luminosidade, características típicas de floresta em estágio intermediário de sucessão.

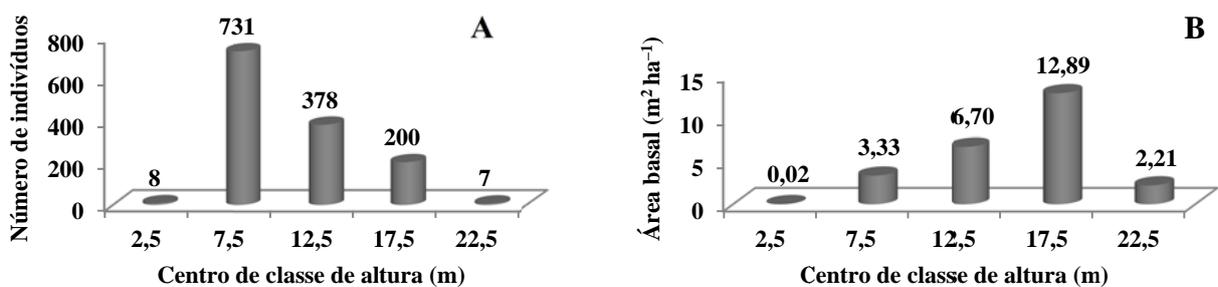
A distribuição vertical do estrato arbóreo teve cinco centros de classes com alturas que variaram de 2,0 a 20 m, equivalendo a uma altura média de 8,29 m (Figura 6 A). Grande parte dos indivíduos (84,36%) ocorreram nos três primeiros centros de classes, os demais (15,64%)

distribuíram-se nos outros dois centros. O último centro de classe foi constituído por dossel entre 18 a 20 m, representado por dois indivíduos da espécie *Schefflera morototoni* (18 m), pelas espécies *Eriotheca macrophylla*, *Simarouba amara* e *Bowdichia virgilioides* também com 18 m, *Plathymenia foliolosa* (19 m) e Fabaceae 1, com 20 m.

A maior parte dessas espécies de dossel emergente não está bem representada nos estratos inferiores. Isso pode indicar barreiras ao recrutamento, decorridas de distúrbios de origem antrópica, ou resultado do processo natural de substituição de espécies durante a sucessão ecológica, ou ainda, pode indicar comportamento típico de espécies exigentes de luz, cujos bancos de sementes ou plântulas somente se desenvolvem quando há oferta de luz nos estratos da floresta (WHITMORE, 1990). Segundo Herrera et al. (2009), é comum notar uma diferenciação vertical, principalmente, pela resposta à redução da taxa de luminosidade pelo perfil vertical das florestas.

O elevado número de indivíduos no segundo menor centro de classe de altura (Figura 6 A) é um importante indicativo da capacidade de renovação da floresta, pelo estabelecimento desses indivíduos arbóreos em classes menores (PINHEIRO; MONTEIRO, 2009).

Figura 6 - Distribuição do número de indivíduos (Figura 6 A) e Dominância Absoluta (Figura 6 B) em relação às classes de alturas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, localizado no município de Sirinhaém, PE.



Analisando os valores de área basal entre as classes de altura, observou-se que a maior concentração de área basal ocorreu no centro de classe 17,5 m representando 51,25% da área basal total ($25,15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), enquanto que os indivíduos com até 12,5 m representaram 39,96% e os indivíduos maiores que 17,5 m com apenas 8,79% (Figura 6 B).

Os indivíduos com altura inferior a 10 metros corresponderam a 76,28% do total de indivíduos amostrados, representando um DAP médio de 8 cm. Resultado semelhante foi registrado por Brandão (2007) estudando um fragmento de Mata Atlântica em Igarassu – PE, onde 74% dos indivíduos tiveram altura inferior a 10 m e DAP inferior a 10 cm. O autor

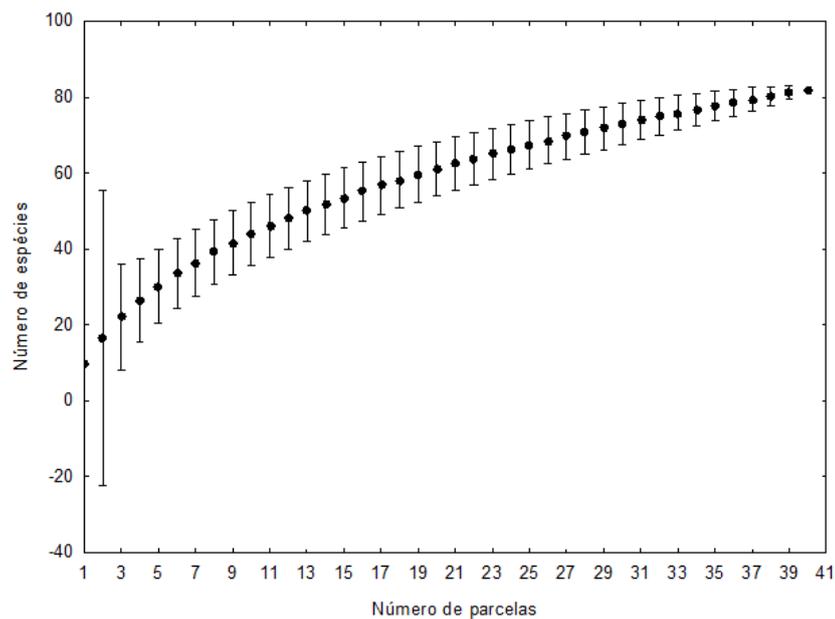
ressalta que esse resultado mostra que o fragmento se encontra em processo intermediário de regeneração.

3.2 Análise estrutural da Regeneração natural

3.2.1 Suficiência amostral

A curva de rarefação (Figura 7) mostra inflexão da curva a partir da parcela 35, indicando que a amostra foi suficiente para representar a riqueza florística da vegetação na área. Os erros amostrais calculados também foram satisfatórios, pois se apresentaram inferiores ao erro estabelecido (15%). Para o número de indivíduos, médias de diâmetros e médias das alturas, os valores do erro amostral foram: 13,82%, 14,05% e 5,81%, respectivamente.

Figura 7 - Curva de acumulação de espécies pelo método de rarefação. Barras verticais representam o intervalo de confiança (95%).



3.2.2 Composição florística, similaridade e classificação sucessional

No levantamento florístico da regeneração natural foram registrados 1.197 indivíduos distribuídos em 81 espécies, 51 gêneros e 31 famílias.

Assim como constatado no levantamento das espécies arbóreas, a família Fabaceae também obteve maior riqueza na regeneração natural, apresentando 15 espécies, seguida das famílias: Melastomataceae (8), Myrtaceae (7), Moraceae e Chrysobalanaceae (4/cada),

Clusiaceae, Erythroxylaceae, Lauraceae, Sapindaceae e Sapotaceae (3/cada). Estas dez famílias juntas representaram 65,43% da riqueza (Tabela 4).

Resultado semelhante foi registrado por Torres (2014), em um fragmento de Floresta Atlântica em São Lourenço da Mata - PE, que também registrou como de maior riqueza as famílias Fabaceae, Melastomataceae e Myrtaceae. Em trabalhos realizados em região de Mata Atlântica, Silva et al. (2007) e Alves et al. (2012) também registraram a família Fabaceae como de maior riqueza. A riqueza dessa família assegura à produtividade na grande maioria dos ecossistemas terrestres, devido, principalmente, a sua atuação na importante função de fixação de nitrogênio.

Tabela 4 - Composição florística da regeneração natural das espécies arbóreas, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Em ordem alfabética de família, gênero e espécies. Onde: Ni – Número de indivíduos da espécie i, GE – Grupo ecológico, P – Pioneira, Si – Secundária inicial, St – Secundária tardia, SC – Sem caracterização

Família	Espécie	Adulta	N _i	Regenerante	N _i	GE
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	x	68	x	2	Si
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	x	246	x	141	Si
Annonaceae	<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	x	17	x	76	Sc
	<i>Xylopi frutescens</i> Sieb. ex Presl	x	3			Si
Apocynaceae	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	x	26	x	7	Si
	<i>Rauvolfia</i> sp.			x	1	Sc
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	x	33			Si
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam.			x	18	P
	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	x	7	x	2	Si
Burseraeae	<i>Protium giganteum</i> Engl.	x	7	x	7	St
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	x	134	x	261	Si
Celastraceae	<i>Maytenus distichophylla</i> Mart.	x	3	x	4	St
Chrysobalanaceae	<i>Couepia rufa</i> Ducke			x	2	St
	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.			x	4	Si
	<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.			x	1	St
	<i>Licania</i> sp.			x	6	Sc
Clusiaceae	<i>Clusia nemorosa</i> G. Mey.			x	1	St
	<i>Rhedia gardneriana</i> Planch. & Triana	x	1			St
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	x	12	x	33	P
	<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.			x	3	St
	<i>Tovomita mangle</i> G. Mariz	x	3			Si

Continua...

Continuação – Tabela 4...

Família	Espécie	Adulta	N _i	Regenerante	N _i	GE
Combretaceae	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A. Howard	x	1			St
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea garckeana</i> K. Schum.	x	1	x	3	St
	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	x	1	x	1	St
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	x	2	x	50	St
	<i>Erythroxylum mucronatum</i> Benth.	x	14	x	13	St
	<i>Erythroxylum squamatatum</i> Sw.	x	1	x	1	St
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	x	29			Sc
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	x	13			St
Fabaceae	<i>Abarema</i> sp.	x	3	x	2	Sc
	<i>Albizia pedicellaris</i> (DC.) L. Rico	x	6			P
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.			x	1	Si
	<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.			x	1	Si
	<i>Andira ormosioides</i> Benth.	x	2			Si
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	x	12			St
	<i>Chamaecrista</i> sp.	x	14	x	1	Sc
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	x	3	x	6	St
	Fabaceae 1	x	2	x	2	Sc
	Fabaceae 2	x	4	x	2	Sc
	Fabaceae 3	x	1	x	4	Sc
	Fabaceae 4	x	5			Sc
	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	x	3	x	1	Si
	<i>Inga</i> sp.1	x	2	x	2	Sc
	<i>Inga</i> sp.2	x	1			Sc
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	x	6	x	2	Si
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	x	1			Si
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	x	8	x	1	St
	<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	x	3	x	2	Si
	<i>Sclerolobium densiflorum</i> Benth.	x	3	x	1	P
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	x	3	x	1	Si	
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	x	1			P
Lacistemataceae	<i>Lacistema robustum</i> Schnizl.	x	5	x	21	Si
	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	x	10	x	1	St
Lauraceae	<i>Ocotea gardneri</i> (Meisn.) Mez	x	1			Si
	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	x	10			Si
	<i>Ocotea</i> sp.1	x	13	x	1	Sc
	<i>Ocotea</i> sp.2	x	3	x	1	Sc
	<i>Ocotea</i> sp.3	x	2			Sc

Continua...

Continuação – Tabela 4...

Família	Espécie	Adulta	N _i	Regenerante	N _i	GE
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	x	52	x	102	Si
	<i>Gustavia augusta</i> L.	x	3			Si
	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	x	15			Sc
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	x	1			Si
	<i>Lecythis</i> sp.			x	2	Sc
Malvaceae	<i>Eriotheca macrophylla</i> (K. Schum.) A. Robyns	x	6			Si
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	x	16			Sc
	<i>Miconia affinis</i> DC.	x	31	x	11	Sc
	<i>Miconia hypoleuca</i> (Benth.) Triana	x	20	x	5	Si
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	x	3	x	1	Si
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	x	6	x	12	P
	<i>Miconia pyrifolia</i> Naudin	x	9	x	5	Si
	<i>Miconia</i> sp.1	x	4	x	2	Sc
	<i>Miconia</i> sp.2			x	1	Sc
	<i>Miconia tomentosa</i> (Rich.) D. Don ex DC.	x	11	x	2	Si
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	x	1			Sc
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	x	55	x	95	Si
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	x	39	x	59	Si
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	x	36	x	22	Si
	<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	x	2	x	9	Si
Myristicaceae	<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	x	12	x	3	St
Myrtaceae	<i>Calypttranthes brasiliensis</i> Spreng.			x	1	Si
	<i>Eugenia umbeliflora</i> O. Berg	x	1			Si
	<i>Eugenia umbrosa</i> O. Berg	x	2	x	5	Si
	<i>Eugenia</i> sp.			x	2	Sc
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	x	2	x	22	Si
	<i>Myrcia silvatica</i> Barb. Rodr.	x	43	x	19	Si
	<i>Myrcia spectabilis</i> DC.	x	11	x	2	Si
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	x	6	x	3	Si
Myrtaceae 1	x	3			Sc	
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	x	2	x	1	Si
Ochnaceae	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	x	15	x	15	Si
Peraceae	<i>Chaetocarpus myrsinites</i> Baill.	x	4			Sc
	<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	x	16			Si
	<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.			x	2	Sc
Phyllanthaceae	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	x	29	x	1	Si

Continua...

Continuação – Tabela 4...

Família	Espécie	Adulta	N _i	Regenerante	N _i	GE
Picramniaceae	<i>Picramnia gardneri</i> Planch.			x	6	Sc
	<i>Picramnia</i> sp.	x	4			Sc
Polygonaceae	<i>Coccoloba parimensis</i> Benth.			x	1	Sc
	<i>Coccoloba</i> sp.			x	2	Sc
Primulaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	x	1			P
Rubiaceae	<i>Amaioua</i> sp.	x	1			Sc
	<i>Coussarea andrei</i> M.S. Pereira & M.R. Barbosa	x	1			Sc
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	x	3			Si
	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	x	35	x	13	St
Sapindaceae	<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	x	2			Si
	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	x	11	x	19	Si
	<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	x	5	x	6	Si
	<i>Cupania</i> sp.1	x	1			Sc
	<i>Talisia retusa</i> R.S. Cowan	x	1	x	1	Si
Sapotaceae	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.	x	11	x	12	St
	<i>Pouteria grandiflora</i> (A. DC.) Baehni			x	31	Si
	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	x	2			St
	<i>Pouteria</i> sp.	x	1	x	1	Sc
	<i>Pradosia</i> sp.	x	1			Sc
Schoepfiaceae	<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	x	5			Si
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	x	12			Si
Siparunaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	x	5	x	6	Si
Urticaceae	<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.			x	3	P
	<i>Pourouma acutiflora</i> Trécul	x	6			Si
Violaceae	<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	x	2	x	1	Sc
Indeterminada 1	Indeterminada 1	x	9	x	1	Sc
Total			1.324		1.197	

Em relação ao número de indivíduos por espécies, os melhores resultados foram para *Protium heptaphyllum* (261), *Thyrsodium spruceanum* (141), *Eschweilera ovata* (102), e *Brosimum guianense* (95), representando 50,04% dos indivíduos. A espécie *Protium heptaphyllum* também foi a de maior número de indivíduos no trabalho realizado por Lima

(2011), em área de Mata Atlântica em São Lourenço da Mata – PE. Sugere-se que a elevada densidade de *Protium heptaphyllum* pode estar relacionada às condições ambientais favoráveis para seu estabelecimento, como por exemplo, sombreamento médio, típico de espécies secundárias iniciais.

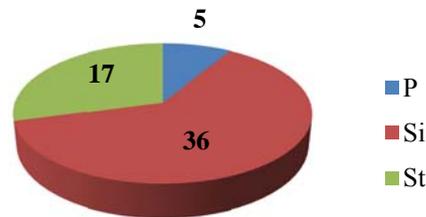
Das 10 espécies que tiveram maiores valores de importância no levantamento arbóreo adulto, apenas duas não foram registradas na regeneração natural: *Maprounea guianensis*, com 29 indivíduos e *Schefflera morototoni* com 33 indivíduos. Vale ressaltar que estas duas espécies marcaram presença em 47,50% e 57,50%, das parcelas, respectivamente. O fato dessas duas espécies apresentarem um bom número de indivíduos e uma boa distribuição na área, e não ocorrerem na regeneração, pode estar relacionado a fatores intrínsecos ou extrínsecos.

Ao avaliar a similaridade florística das espécies arbóreas adultas com as regenerantes, pelo índice de similaridade de Jaccard, verificou-se que 50,83% das espécies ocorreram tanto na estrutura arbórea quanto na regenerante, sugerindo que, possivelmente, não ocorrerão grandes mudanças futuras na fitofisionomia do fragmento. Segundo Oliveira (2011), esse valor indica que a flora dos estratos amostrados neste estudo possui grande similaridade do ponto de vista da composição de espécies. Kent e Coker (1992) ressaltam ainda que a similaridade entre comunidades é considerada alta quando atingir valor maior ou igual a 50%. Observou-se, também, que 32,5% das espécies ocorreram apenas no levantamento arbóreo e 16,67% no regenerante.

As distribuições das espécies regenerativas em grupos ecológicos aproximam-se das obtidas para o estrato arbóreo. Das 81 espécies amostradas, apenas 23 foram consideradas sem caracterização quanto à classificação sucessional. A maioria dessas espécies são identificadas apenas em gênero, família e indeterminadas. Entre as espécies caracterizadas, 62,07% foram identificadas como secundária inicial, as pioneiras tiveram 8,62% e as secundárias tardias 29,31% (Figura 8).

Apesar do percentual expressivo de tardias, foram as espécies de início de sucessão, pioneiras e secundárias iniciais que representaram 70,69% das espécies inventariadas. Nunes et al. (2003) relataram que a porcentagem elevada de secundárias iniciais em uma área pode ser explicada por algum tipo de fragmentação, distúrbio ou perturbação ocorrida anteriormente.

Figura 8 - Distribuição das espécies em seus respectivos grupos ecológicos, em um Fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, localizado no município de Sirinhaém, PE, em que: P- Pioneira, Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia.



A sucessão secundária mostra um estágio de regeneração com predominância das espécies secundárias iniciais, assim como ocorreu no estrato arbóreo, comprovando a condição jovem da floresta. Isso foi evidenciado por meio da distribuição diamétrica (Figura 5) e hipsométrica (Figura 6A), em que os centros de classes de diâmetro e altura mostraram que a área estudada se encontra na forma equilibrada e balanceada, apresentando maior ocorrência de indivíduos jovens. Resultados semelhantes foram registrados por Sousa-Júnior (2006) e Alencar (2009), em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco.

3.2.3 Estrutura fitossociológica e índices de diversidade e equabilidade

A regeneração natural teve uma densidade total de 11.970 ind. ha⁻¹, com uma área basal de 3,28 m² ha⁻¹. As espécies de maior densidade relativa (DR) foram *Protium heptaphyllum* (21,80%), *Thyrsodium spruceanum* (11,78%), *Eschweilera ovata* (8,52%), *Brosimum guianense* (7,94%), *Guatteria pogonopus* (6,35%), *Brosimum rubescens* (4,93%), *Erythroxylum citrifolium* (4,18%), *Symphonia globulifera* (2,76%), *Pouteria grandiflora* (2,59%), e *Myrcia guianensis* (1,84%), representando 72,69% da densidade total da regeneração natural (Tabela 5). A espécie *Protium heptaphyllum* também esteve entre as de maior densidade relativa no trabalho realizado por Sousa-Júnior (2006), em um fragmento de floresta urbana, Recife – PE. Conforme mencionado anteriormente, a ocorrência dessas espécies tem relação com as características ambientais, uma vez que, se tratam de espécies secundárias iniciais.

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural das espécies arbórea, inventariadas na Mata de Coelhas, Usina Trapiche S/A, Sirinhaém, Pernambuco. Dados em ordem decrescente de VI, em que: Ni – Número de indivíduos da espécie i, DA - Densidade absoluta em ind/ha, DR – Densidade relativa em %, FA - Frequência absoluta em %, FR - Frequência relativa em %, DoA - Dominância absoluta em m²/ha, DoR - Dominância relativa em %, VC - Valor de cobertura e VI - Valor de importância

Espécies	Ni	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
<i>Protium heptaphyllum</i>	261	2610	21,80	82,50	7,08	0,49228	15,02864	36,83	43,91
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	141	1410	11,78	87,50	7,51	0,47445	14,48445	26,26	33,77
<i>Eschweilera ovata</i>	102	1020	8,52	77,50	6,65	0,26409	8,06235	16,58	23,24
<i>Brosimum guianense</i>	95	950	7,94	72,50	6,22	0,17974	5,48724	13,42	19,65
<i>Guatteria pogonopus</i>	76	760	6,35	72,50	6,22	0,21682	6,61919	12,97	19,19
<i>Brosimum rubescens</i>	59	590	4,93	62,50	5,36	0,19988	6,10195	11,03	16,40
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	50	500	4,18	55,00	4,72	0,04865	1,48529	5,66	10,38
<i>Symphonia globulifera</i>	33	330	2,76	47,50	4,08	0,11448	3,49486	6,25	10,33
<i>Pouteria grandiflora</i>	31	310	2,59	22,50	1,93	0,09372	2,86125	5,45	7,38
<i>Myrcia guianensis</i>	22	220	1,84	35,00	3,00	0,04325	1,32050	3,16	6,16
<i>Myrcia silvatica</i>	19	190	1,59	32,50	2,79	0,05527	1,68739	3,27	6,06
<i>Lacistema robustum</i>	21	210	1,75	30,00	2,58	0,04845	1,47919	3,23	5,81
<i>Cupania racemosa</i>	19	190	1,59	30,00	2,58	0,05027	1,53453	3,12	5,70
<i>Casearia javitensis</i>	13	130	1,09	25,00	2,15	0,07440	2,27132	3,36	5,50
<i>Helicostylis tomentosa</i>	22	220	1,84	25,00	2,15	0,04754	1,45123	3,29	5,44
<i>Miconia affinis</i>	11	110	0,92	20,00	1,72	0,08938	2,72858	3,65	5,36
<i>Cordia nodosa</i>	18	180	1,50	30,00	2,58	0,02982	0,91039	2,41	4,99
<i>Erythroxylum mucronatum</i>	13	130	1,09	17,50	1,50	0,03498	1,06799	2,15	3,66
<i>Ouratea polygyna</i>	15	150	1,25	20,00	1,72	0,01755	0,53583	1,79	3,51
<i>Pouteria bangii</i>	12	120	1,00	15,00	1,29	0,03915	1,19519	2,20	3,49
<i>Sorocea hilarii</i>	9	90	0,75	12,50	1,07	0,04034	1,23151	1,98	3,06
<i>Miconia prasina</i>	12	120	1,00	12,50	1,07	0,03068	0,93653	1,94	3,01
<i>Protium giganteum</i>	7	70	0,58	15,00	1,29	0,02793	0,85279	1,44	2,73
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	7	70	0,58	15,00	1,29	0,02039	0,62261	1,21	2,49
<i>Cupania revoluta</i>	6	60	0,50	10,00	0,86	0,02972	0,90738	1,41	2,27
<i>Miconia pyrifolia</i>	5	50	0,42	10,00	0,86	0,03092	0,94394	1,36	2,22
<i>Miconia hypoleuca</i>	5	50	0,42	12,50	1,07	0,01978	0,60390	1,02	2,09
<i>Eugenia umbrosa</i>	5	50	0,42	7,50	0,64	0,03260	0,99535	1,41	2,06
<i>Maytenus distichophylla</i>	4	40	0,33	10,00	0,86	0,02335	0,71271	1,05	1,91
<i>Siparuna guianensis</i>	6	60	0,50	10,00	0,86	0,00990	0,30217	0,80	1,66
<i>Licania</i> sp.	6	60	0,50	10,00	0,86	0,00935	0,28541	0,79	1,65
<i>Sloanea garckeana</i>	3	30	0,25	7,50	0,64	0,02288	0,69845	0,95	1,59
<i>Hirtella racemosa</i>	4	40	0,33	7,50	0,64	0,01703	0,51977	0,85	1,50
<i>Inga thibaudiana</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,02837	0,86606	1,03	1,46
<i>Virola gardneri</i>	3	30	0,25	7,50	0,64	0,01369	0,41800	0,67	1,31
<i>Myrcia spectabilis</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01981	0,60482	0,77	1,20
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01808	0,55181	0,72	1,15
<i>Dialium guianense</i>	6	60	0,50	2,50	0,21	0,01336	0,40792	0,91	1,12
<i>Miconia</i> sp.1	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01549	0,47288	0,64	1,07
<i>Lecythis</i> sp.	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01483	0,45284	0,62	1,05
<i>Myrcia splendens</i>	3	30	0,25	7,50	0,64	0,00498	0,15193	0,40	1,05
Fabaceae 1	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01472	0,44934	0,62	1,05

Continua...

Continuação – Tabela 5...

Espécies	Ni	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC	VI
Fabaceae 3	4	40	0,33	2,50	0,21	0,01607	0,49064	0,82	1,04
<i>Picramnia gardneri</i>	6	60	0,50	2,50	0,21	0,00949	0,28966	0,79	1,01
<i>Cordia sellowiana</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,01259	0,38448	0,55	0,98
<i>Tovomita brevistaminea</i>	3	30	0,25	5,00	0,43	0,00849	0,25907	0,51	0,94
<i>Plathymenia foliolosa</i>	2	20	0,17	2,50	0,21	0,01725	0,52674	0,69	0,91
Fabaceae 2	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00911	0,27817	0,45	0,87
<i>Couepia rufa</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00624	0,19039	0,36	0,79
<i>Abarema</i> sp.	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00577	0,17613	0,34	0,77
<i>Inga</i> sp.	2	20	0,17	2,50	0,21	0,01258	0,38397	0,55	0,77
<i>Miconia tomentosa</i>	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00551	0,16833	0,34	0,76
Indeterminada 1	1	10	0,08	2,50	0,21	0,01429	0,43622	0,52	0,73
<i>Parkia pendula</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,01387	0,42330	0,51	0,72
<i>Eugenia</i> sp.	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00341	0,10410	0,27	0,70
<i>Cecropia hololeuca</i>	3	30	0,25	2,50	0,21	0,00742	0,22649	0,48	0,69
<i>Swartzia pickelii</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,01165	0,35569	0,44	0,65
<i>Cocoloba</i> sp.	2	20	0,17	5,00	0,43	0,00131	0,04006	0,21	0,64
<i>Inga cayennensis</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00616	0,18813	0,27	0,49
<i>Chamaecrista</i> sp.	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00548	0,16736	0,25	0,47
<i>Calyptanthes brasiliensis</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00436	0,13303	0,22	0,43
<i>Tapirira guianensis</i>	2	20	0,17	2,50	0,21	0,00136	0,04164	0,21	0,42
<i>Talisia retusa</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00336	0,10264	0,19	0,40
<i>Nectandra cuspidata</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00306	0,09339	0,18	0,39
<i>Sclerolobium densiflorum</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00259	0,07893	0,16	0,38
<i>Ocotea</i> sp.2	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00250	0,07619	0,16	0,37
<i>Sloanea guianensis</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00224	0,06824	0,15	0,37
<i>Pouteria</i> sp.	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00191	0,05833	0,14	0,36
<i>Andira fraxinifolia</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00176	0,05367	0,14	0,35
<i>Ocotea</i> sp.1	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00176	0,05367	0,14	0,35
<i>Erythroxylum squamatum</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00168	0,05141	0,13	0,35
<i>Coccoloba parimensis</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00161	0,04920	0,13	0,35
<i>Andira nitida</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00161	0,04920	0,13	0,35
<i>Miconia</i> sp.2	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00134	0,04084	0,12	0,34
<i>Miconia minutiflora</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00109	0,03326	0,12	0,33
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00109	0,03326	0,12	0,33
<i>Paypayrola blanchetiana</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00092	0,02808	0,11	0,33
<i>Licania kunthiana</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00087	0,02646	0,11	0,32
<i>Clusia nemorosa</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00067	0,02043	0,10	0,32
<i>Guapira opposita</i>	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00046	0,01399	0,10	0,31
<i>Rauvolfia</i> sp.	1	10	0,08	2,50	0,21	0,00032	0,00972	0,09	0,31
Total	1197	11970	100	1165	100	3,28	100	200	300

As espécies mais frequentes foram *Thyrsodium spruceanum* (87,5%), *Protium heptaphyllum* (82,5%), *Eschweilera ovata* (77,5%), *Brosimum guianense* (72,5%) e *Guatteria pogonopus* (72,5%), com ênfase para as espécies *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum* que dentre as 40 unidades amostrais, estiveram presentes em 35 e 33, respectivamente. A maior frequência dessas espécies se justifica pela ampla dispersão

zoocórica (VAN DER PIJL, 1982), uma vez que seus frutos são muito apreciados pela fauna, principalmente por pássaros. Resultado semelhante foi registrado por Oliveira et al. (2013), em que a espécie *Protium heptaphyllum* esteve presente em 93,33% das unidades amostrais, ocorrendo em 14 das 15 unidades.

Quanto à dominância relativa (DR), a espécie *Protium heptaphyllum* teve o maior valor (15,02%), devido ao grande número de indivíduos desta espécie. As demais espécies com maiores valores foram *Thyrsodium spruceanum*, com 14,48% e *Eschweilera ovata*, com 8,06%. As mesmas três espécies (*Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum* e *Eschweilera ovata*) apresentaram maior dominância em um levantamento realizado por Silva (2010) em área de Mata Atlântica, no município de Camaragibe – PE.

A espécie *Protium heptaphyllum* destacou-se com o maior Valor de Importância (VI), apresentando 14,64% do total de VI. Outras espécies que se sobressaíram pela sua importância foram: *Thyrsodium spruceanum* com 11,26%, *Eschweilera ovata* com 7,75% e *Brosimum guianense* com 6,55%. Tais espécies atingiram boas posições no VI devido, primeiramente, à elevada densidade, que por sua vez, fez com que a dominância também fosse elevada, e em seguida, por apresentarem boa distribuição na área.

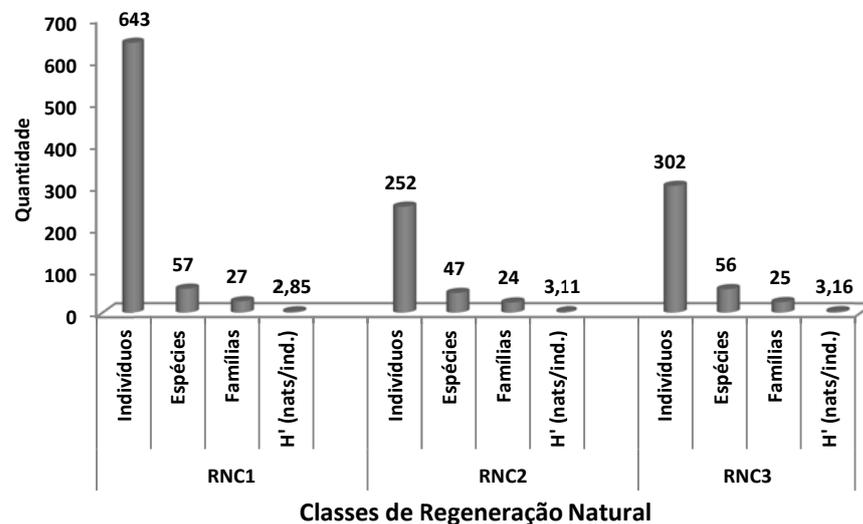
Essas quatro espécies também se sobressaíram em termos de VI no levantamento arbóreo adulto, e conforme tal levantamento, todas se enquadram no grupo sucessional das secundárias iniciais, sugerindo que a área em estudo apresenta um estágio intermediário de sucessão, visto que, a composição do componente arbóreo adulto é formada, em sua maioria, por indivíduos jovens. Uhl e Murphy (1981) complementam afirmando que a ocorrência de grandes adensamentos de árvores finas no fragmento, indica que existiram perturbações, e que esse ambiente pode se encontrar em estágio inicial ou médio de sucessão.

A diversidade de espécies arbóreas na regeneração natural, estimada pelo índice de Shannon (H'), foi 3,10 nats. ind.⁻¹ e a equabilidade de Pielou (J) foi igual a 0,74. Resultados semelhantes foram registrados por Lima (2011), em São Lourenço da Mata – PE, na Mata de Quizanga e Mata de Indaiá, registrando os índices 3,20 e 3,22 nats. ind.⁻¹, respectivamente. Torres (2014), também no município de São Lourenço da Mata, registrou H' 3,28 nats. ind.⁻¹ e a equabilidade de Pielou (J) foi igual a 0,77, resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo. Segundo Aparício et al. (2011), o resultado encontrado para o fragmento estudado é considerado comum em áreas florestais atlânticas de Pernambuco, evidenciando uma diversidade significativa de espécies.

3.2.4 Estimativa da regeneração natural

Dos 1.197 indivíduos amostrados, a primeira classe de altura teve 643, correspondendo a: 57 espécies, 27 famílias e $H' 2,85 \text{ nats. ind.}^{-1}$. A segunda classe teve 252 indivíduos (47 espécies, 24 famílias e $H' 3,11 \text{ nats. ind.}^{-1}$) e a terceira classe teve 302 indivíduos (56 espécies, 25 famílias e $H' 3,16 \text{ nats. ind.}^{-1}$) (Figura 9).

Figura 9 - Informações quantitativas por Classe de Regeneração Natural, do fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.



Com isso, a distribuição do número de indivíduos quanto às classes de altura, seguiu da seguinte forma: CI > CIII > CII (Tabela 6). De acordo com Lima et al. (2013), este comportamento pode ser atribuído a uma fase inicial de sucessão, pois no início do processo sucessional há muitos indivíduos pertencentes a poucas espécies. Verifica-se, ainda, que a diversidade aumenta a cada classe, evidenciando a riqueza presente no sub-bosque.

Tabela 6 - Estimativa da Regeneração Natural Total da população amostrada (RNT) por classe de altura nas subunidades amostrais do fragmento Mata do Coelho, em Sirinhaém, PE, em que DR = Densidade Relativa, FR = Frequência Relativa, RNC1 = Regeneração Natural na Classe 1 de altura, RNC2 = Regeneração Natural na Classe 2 de altura e RNC3 = Regeneração Natural na Classe 3 de altura. Espécies ordenadas segundo valores decrescentes de RNT

Espécies	CLASSE 1			CLASSE 2			CLASSE 3			RNT (%)
	DR1 (%)	FR1 (%)	RNC1 (%)	DR2 (%)	FR2 (%)	RNC2 (%)	DR3 (%)	FR3 (%)	RNC3 (%)	
<i>Protium heptaphyllum</i>	26,13	9,33	17,73	19,05	11,54	15,29	14,90	9,84	12,37	15,13
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	9,80	8,67	9,23	11,11	9,89	10,50	16,56	10,33	13,45	11,06
<i>Eschweilera ovata</i>	10,11	8,33	9,22	7,54	7,69	7,62	5,96	6,89	6,43	7,75
<i>Brosimum guianense</i>	9,49	7,67	8,58	8,73	8,79	8,76	3,97	4,43	4,20	7,18
<i>Guatteria pogonopus</i>	4,98	6,67	5,82	5,56	4,95	5,25	9,93	9,35	6,64	6,90
<i>Brosimum rubescens</i>	3,73	5,00	4,37	4,37	5,49	4,93	7,95	6,89	7,42	5,57
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	6,38	7,00	6,69	3,57	3,30	3,43	0,00	0,00	0,00	3,37
<i>Symphonia globulifera</i>	2,80	5,33	4,07	3,17	3,30	3,24	2,32	1,97	2,14	3,15
<i>Pouteria grandiflora</i>	1,87	2,33	2,10	2,78	2,75	2,76	3,97	2,46	3,22	2,69
<i>Lacistema robustum</i>	1,56	2,33	1,94	2,38	3,30	2,84	1,66	1,97	1,81	2,20
<i>Helicostylis tomentosa</i>	1,56	2,33	1,94	2,38	2,75	2,56	1,99	1,97	1,98	2,16
<i>Myrcia guianensis</i>	2,02	3,33	2,68	2,38	2,75	2,56	0,99	1,48	1,23	2,16
<i>Myrcia silvatica</i>	1,24	2,67	1,96	2,38	2,20	2,29	1,66	2,46	2,06	2,10
<i>Cupania racemosa</i>	1,24	2,00	1,62	2,38	2,75	2,56	1,66	2,46	2,06	2,08
<i>Casearia javitensis</i>	0,16	0,33	0,24	1,98	2,20	2,09	2,32	3,44	2,88	1,74
<i>Erythroxylum mucronatum</i>	0,78	1,67	1,22	1,98	2,75	2,37	0,99	1,48	1,23	1,61
<i>Cordia nodosa</i>	2,49	4,00	3,24	0,79	1,10	0,95	0,00	0,00	0,00	1,40
<i>Pouteria bangii</i>	0,62	1,00	0,81	1,19	1,65	1,42	1,66	1,48	1,57	1,27
<i>Miconia affinis</i>	0,31	0,67	0,49	0,79	0,55	0,67	2,32	2,95	2,64	1,27
<i>Ouratea polygyna</i>	1,87	2,00	1,93	0,40	0,55	0,47	0,66	0,98	0,82	1,08
<i>Miconia prasina</i>	1,09	1,00	1,04	1,19	1,10	1,14	0,66	0,98	0,82	1,00
<i>Protium giganteum</i>	0,47	0,67	0,57	0,79	1,10	0,95	0,66	0,98	0,82	0,78
<i>Sloanea garckeana</i>	0,31	0,67	0,49	1,19	1,10	1,14	0,33	0,49	0,41	0,68
<i>Eugenia umbrosa</i>	0,16	0,33	0,24	0,79	1,10	0,95	0,66	0,98	0,82	0,67
<i>Miconia hypoleuca</i>	0,16	0,33	0,24	0,79	1,10	0,95	0,66	0,98	0,82	0,67
<i>Licania sp.</i>	0,47	0,67	0,57	1,19	1,65	1,42	0,00	0,00	0,00	0,66
<i>Cupania revoluta</i>	0,47	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00	0,99	1,48	1,23	0,66
<i>Siparuna guianensis</i>	0,47	0,67	0,57	0,79	1,10	0,95	0,33	0,49	0,41	0,64
<i>Himatanthus phagedaenicus</i>	0,78	1,33	1,06	0,00	0,00	0,00	0,66	0,98	0,82	0,63
<i>Miconia pyrifolia</i>	0,31	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00	0,99	1,48	1,23	0,57
<i>Maytenus distichophylla</i>	0,16	0,33	0,24	0,79	1,10	0,95	0,33	0,49	0,41	0,53
<i>Hirtella racemosa</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,99	1,48	1,23	0,49
<i>Sorocea hilarii</i>	0,62	0,67	0,64	0,00	0,00	0,00	0,66	0,98	0,82	0,49
<i>Dialium guianense</i>	0,62	0,33	0,48	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,45
<i>Picramnia gardneri</i>	0,62	0,33	0,48	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,45
<i>Virola gardneri</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,66	0,98	0,82	0,43
<i>Myrcia splendens</i>	0,16	0,33	0,24	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,38
<i>Tovomita brevistaminea</i>	0,16	0,33	0,24	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,38
Fabaceae 3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,49	0,91	0,30
<i>Couepia rufa</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,29
<i>Miconia tomentosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,29
<i>Myrcia spectabilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,29

Continua...

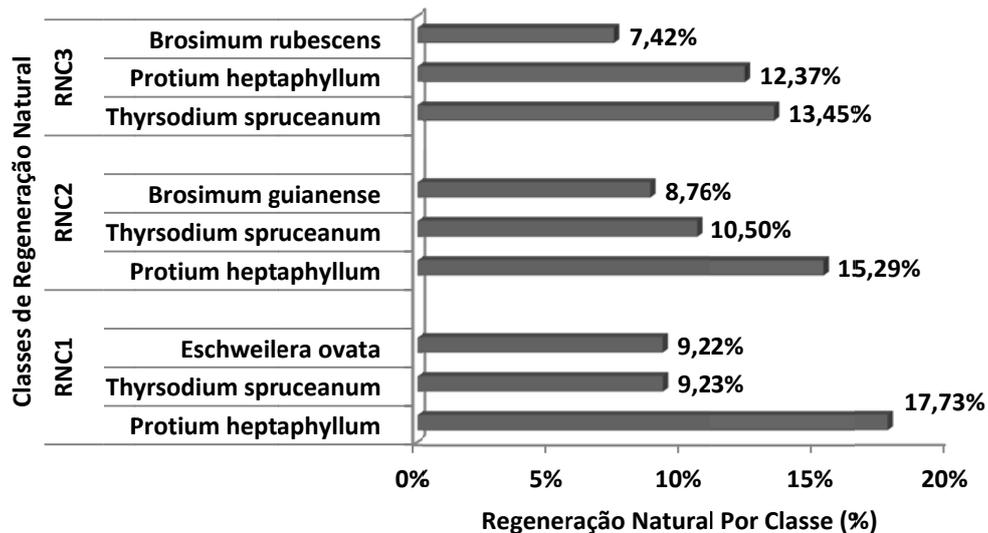
Continuação – Tabela 6...

Espécies	CLASSE 1			CLASSE 2			CLASSE 3			RNT (%)
	DR1 (%)	FR1 (%)	RNC1 (%)	DR2 (%)	FR2 (%)	RNC2 (%)	DR3 (%)	FR3 (%)	RNC3 (%)	
<i>Plathymenia foliolosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,33	0,49	0,41	0,29
Fabaceae 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,98	0,82	0,27
<i>Inga thibaudiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,98	0,82	0,27
<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,98	0,82	0,27
<i>Cecropia hololeuca</i>	0,31	0,33	0,32	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,27
<i>Abarema</i> sp.	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
<i>Cordia sellowiana</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
Fabaceae 1	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
<i>Inga</i> sp.	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
<i>Lecythis</i> sp.	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
<i>Miconia</i> sp.1	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,22
<i>Cocoloba</i> sp.	0,31	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Eugenia</i> sp.	0,31	0,67	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
Indeterminada 1	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Miconia minutiflora</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Miconia</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Ocotea</i> sp.1	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Ocotea</i> sp.2	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Pouteria</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Sclerobium densiflorum</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Swartzia pickelii</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Talisia retusa</i>	0,00	0,00	0,00	0,40	0,55	0,47	0,00	0,00	0,00	0,16
<i>Calyptanthes brasiliensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Chamaecrista</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Inga cayennensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Nectandra cuspidata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Parkia pendula</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Sloanea guianensis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,49	0,41	0,14
<i>Tapirira guianensis</i>	0,31	0,33	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Andira nitida</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Clusia nemorosa</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Coccoloba parimensis</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Erythroxylum squamatum</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Guapira opposita</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Licania kunthiana</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Paypayrola blanchetiana</i>	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Rauvolfia</i> sp.	0,16	0,33	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Total	100									

As espécies com maiores percentuais de Regeneração Natural na Classe 1 (RNC1) foram: *Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum* e *Eschweilera ovata*. Na Regeneração Natural da Classe 2 (RNC2) as espécies *Protium heptaphyllum* e *Thyrsodium spruceanum*, continuaram entre as principais, seguida por *Brosimum guianense*. Já na classe 3 (RNC3) a

espécie *Thyrsodium spruceanum* troca de posição com *Protium heptaphyllum*, seguida por *Brosimum rubescens* (Figura 10).

Figura 10 - Relação das espécies com maiores índices de Regeneração Natural por Classe de altura na população amostrada, expressos em porcentagem, no fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.



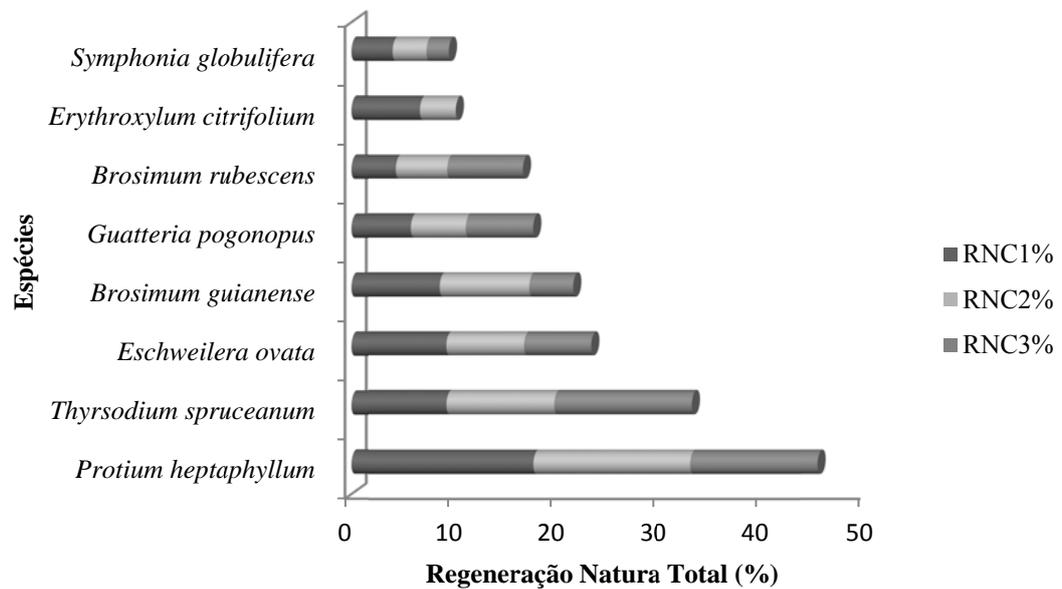
Protium heptaphyllum e *Thyrsodium spruceanum* destacaram-se em termos de abundância e distribuição nas três classes de regeneração natural (RNC1, RNC2 e RNC3), corroborando com Silva et al. (2007), em estudo realizado em área de Mata Atlântica no município de Catende – PE. Alencar et al. (2011), estudando a regeneração de espécies arbóreas em um fragmento florestal no município de Tamandaré – PE, também citam *Protium heptaphyllum* como uma das espécies mais representativas entre as três classes de regeneração. De acordo com Marangon et al. (2008), espécies que se destacam nas três classes de regeneração natural possuem uma boa capacidade de regeneração pelo desempenho observado.

Observou-se que, das 81 espécies encontradas, 32 (39,51%) se encontram em apenas uma classe de altura, 19 (23,46%) estão presentes em duas classes e 30 (37,03%) estão presentes em todas as classes de altura.

As espécies *Protium heptaphyllum* (15,13%), *Thyrsodium spruceanum* (11,06%), *Eschweilera ovata* (7,75%), *Brosimum guianense* (7,18%), *Gutteria pogonopus* (6,90%), *Brosimum rubescens* (5,57%), *Erythroxylum citrifolium* (3,37%) e *Symphonia globulifera* (3,15%), juntas, corresponderam a um percentual de RNT de 60,11%, e representam as oito

espécies com maiores valores de importância (Figura 10). As espécies *Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum* e *Eschweilera ovata* também tiveram os maiores valores nas estimativas de regeneração natural em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa, estudados por Silva et al. (2007) e Aparício et al. (2011).

Figura 11 - Relação das oito espécies que apresentaram maiores índices de Regeneração Natural Total (RNT) da população amostrada, expressos em porcentagem, no fragmento Mata do Coelho, Sirinhaém, PE.



Das 81 espécies, 60 tiveram valores de RNT inferiores a 1,0%. Silva et al. (2010) explicam que este resultado indica que futuramente tais espécies poderão ter dificuldades para se estabelecerem na área. Aparício et al. (2011), por sua vez, sugerem um monitoramento dessas espécies a longo prazo, a fim de se obter um melhor entendimento da regeneração natural da área e sua estimativa futura.

4. Conclusões

Com base nos resultados encontrados, o fragmento estudado mostra-se relevante para a conservação da biodiversidade, uma vez que tem uma diversidade significativa de espécies (arbóreas e regenerantes), indicando elevada uniformidade entre os indivíduos e as espécies dentro da comunidade vegetal, ressaltando que os valores observados são similares aos registrados em outros fragmentos de floresta ombrófila no Estado de Pernambuco.

Ao analisar a diversidade por classe de altura, verifica-se um aumento a cada classe, evidenciando a riqueza presente no sub-bosque, na qual, aproximadamente, 51% das espécies ocorreram tanto na estrutura arbórea adulta quanto na regenerante, sugerindo que, possivelmente, essas espécies futuramente, irão compor a estrutura arbórea adulta desta floresta.

Ressalta-se a importância da conservação deste fragmento e de outros nesta região que é dominada pelo cultivo da cana-de-açúcar, visando à manutenção da flora e fauna associadas a esses ambientes florestais.

REFERÊNCIAS

- APARICIO, W. C. S. et al. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 6, n. 3, p. 483-488, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a791>>. Acesso em 22 ago. 2016.
- ALENCAR, A. L. et al. Regeneração natural avançada de espécies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith., na zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 2, p. 183-192, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050983218>>. Acesso em 22 ago. 2016.
- ALENCAR, A. L. **Regeneração natural de espécies arbóreas de floresta ombrófila densa em sub-bosque de Eucalyptus saligna Smith. e Pinus caribaea Morelet var. caribaea e estudo alelopático na zona da mata de Pernambuco**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de jan. de 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.
- ALVES, A. R. et al. Regeneração natural em um fragmento florestal urbano em diferentes formatos de unidades amostrais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 7, n. 2, p. 169-178, 2012. Disponível em <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1350>>. Acesso em 22 ago. 2016.
- ALVES, S. L. et al. Regeneração natural em uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 5, n. 2, p. 152-168, 2010. Disponível em <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/286>>. Acesso em 22 ago. 2016.
- ALVES-JÚNIOR, F. T. et al. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Recife, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 1, n. 1, p. 49-56, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1190/119018241008/>>. Acesso em: 03 de set. de 2016.
- APAC - **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. 2016. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em: 22 de set. de 2016.
- APARICIO, W. C. S. et al. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 6, n. 3, p. 483-488, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a791>>. Acesso em 22 ago. 2016.

APG III. Angiosperm Phylogeny Group III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**. London, v.16, [s.n], p.105-121, 2009. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/APG1.pdf>>. Acesso em: 16 de ago. de 2016.

AZEVÊDO, J. K. C. **Percepção dos proprietários sobre a biodiversidade de suas florestas e a necessidade de incentivos econômicos para sua conservação na APA Aldeia-Beberibe, Pernambuco**. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015. Disponível em:<<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/16610>>. Acesso em: 26 de dez. de 2016.

BARBOSA, U. N. **Aspectos ecológicos e influência de *Artocarpusheterophyllus* Lam na estrutura do componente arbóreo de fragmento florestal urbano, Recife, PE**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de ago. de 2016.

BRANDÃO, C. F. L. S. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração natural em fragmentos de floresta atlântica de diferentes tamanhos, em Sirinhaém, Pernambuco**. 2013. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 25 de ago. de 2016.

BRANDÃO, C. F. L. S. et al. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu-Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2009. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i1a9>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

BRANDÃO, C. F. L. S. **Estrutura e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa em Igarassu, Pernambuco**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 25 de ago. de 2016.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. 2 edition. **Wm. C. Brown Publishers**: Iowa. 1984. Disponível em: <http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Ecologia_de_Poblaciones_y_Comunidades_files/GeneralEcology.pdf>. Acesso em: 26 de dez. de 2016.

CASCANTE, A. M.; ESTRADA, A. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. **Revista de biología tropical**, San José, Costa Rica, v. 49, n. 1, p. 213-225, 2001. Disponível em <<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/16873>>. Acesso em 19 ago. 2016.

CASTRO, E. B. V.; FERNANDEZ, F. A. S. A fragmentação florestal na Reserva Biológica de Poço das antas como consequência das intervenções de engenharia na bacia do rio São João (RJ). In: **Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Fortaleza**. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Associação Caatinga. 2002. p. 649-659.

CORDEIRO, J.; RODERJAN, C. V.; RODRIGUES, W. A. Plantas lenhosas da Floresta Ombrófila Mista do Parque Municipal das Araucárias - Guarapuava (PR). **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 7, n. 3, p. 441-460, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5777/ambiencia.2011.03.03>>. Acesso em: 16 de ago. de 2016.

COSTA JÚNIOR, R. F. et al. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Mata Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 3, n. 3, p. 276-282, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53418204>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

COLWELL, R. K. EstimateS 9.1.0. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs. 2013. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 02/09/2016.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Sirinhaém, estado de Pernambuco. **CPRM/PRODEEM**. Recife, 2005. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/Atlas_Digital_RHS/pernambuco/relatorios/SIRI151.pdf>. Acesso em 20 de ago. 2016.

DETTENBORN, G. R. **Investigação de isoflavonas em espécies de leguminosas nativas do Sul do Brasil, com ênfase em Trifolium rio-grandense Burkat**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28520>>. Acesso em: 04 de set. de 2016.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação – SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

ESPIG, S. A. et al. Composição e eficiência da utilização biológica de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 3, p. 307-314, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098441>>. Acesso em: 04 de set. de 2016.

FELFILI, J. M. Diameter and height distributions in a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, p. 155-162, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041997000200006>>. Acesso em: 20 de ago. de 2016.

FEITOSA, A. A. N. **Diversidade de espécies arbóreas associadas ao solo em topossequencia de fragmento de mata atlântica de Pernambuco**. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004.

FERRAZ, E. M. N.; RODAL, M. J. N. Caracterização fisionômica-estrutural de um remanescente de floresta ombrófila montana de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, MG, v. 20, n. 4, p. 911-926, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/0D/abb/v20n4/15.pdf>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

FORZZA, R. C. et al. **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, vol. 1, 2010. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/z3529>>. Acesso em: 27 de ago. de 2016.

GANDOLFI, S. et al. 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. Disponível em: <<http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/1995/1995rbbv55n4p753-767.pdf>>. Acesso em: 02 de set. de 2016.

GARCIA, C. C. et al. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050984512>>. Acesso em 22 ago. 2016.

GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise das estruturas diamétrica e hipsométrica de fragmentos florestais localizados na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 239-251, 2009. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/14553/9775>>. Acesso em: 20 de ago. de 2016.

GUIMARÃES, F. J. P. et al. Estrutura de um fragmento florestal no Engenho Humaitá, Catende, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 13, p. 940-947, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700017>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

GUSSON, A. E. et al. A Família Fabaceae nas Florestas Estacionais Semidecíduais do Triângulo Mineiro. **IX Simpósio Nacional Cerrado**. Brasília, DF, v.9, 2008. Disponível em: <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/fichas/00203_trab1_ficha.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/fichas/00203_trab1_ficha.pdf)>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, A. M.; GARCÍA-MÉNDEZ, S. Diversidad, estructura y regeneración de la selva tropical estacionalmente seca de la Península de Yucatán, México. **Revista de Biología Tropical**, San José, Costa Rica, v. 63, n. 3, p. 603-616, 2015. Disponível em <<http://www.redalyc.org/pdf/449/44939781004.pdf>>. Acesso em: 19 de ago. 2016.

HERRERA, H. A. R. et al. Análise Florística e Fitossociológica do Componente Arbóreo da Floresta Ombrófila Mista Presente na Reserva Florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC - Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, 2009; 39(3): 485-500. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i3.15349>>. Acesso em 17 de jan. 2017.

HOLANDA, A. C. et al. Estrutura de espécies arbóreas sob efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 103-114, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100012>>. Acesso em 05 set. 2016.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: CDDI/IBGE, 2012. 271 p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 19 de ago. 2016.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.56, p.83-99, dez. 1999.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description analyses**. Behaven Press, London. 1992. 363p.

LIMA, A. S. et al. Regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, PE, v. 8, n. 2, p. 273-278, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i2a2369>>. Acesso em 13 de set. de 2016.

LIMA, A. S. **Regeneração natural em fragmentos de floresta ombrófila densa na bacia do Rio Capibaribe, Pernambuco**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. Disponível em: <<https://ppgcf-ufpr.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 25 de ago. de 2016.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London: CroomHelm, 1988. 179 p.

MALCZEWSKI, F. L.; FRITSCH, M.; POVALUK, M. Ocorrência de Fabaceae–Mimosoidea em APPs da faixa de domínio da rodovia BR-116, trecho Curitiba, PR a Capão Alto, SC. **Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar**, Canoinhas, SC, v. 3, n. 2, p. 102-117, 2014. Disponível em:<<http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/viewFile/549/502>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

MARANGON, G. P. et al. Dispersão de sementes de uma comunidade arbórea em um remanescente de Mata Atlântica, município de Bonito, PE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 5, n. 5, p. 80-87, 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/466>>. Acesso em: 03 de set. de 2016.

MARANGON, L. C. et al. Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000100020>>. Acesso em: 14 de set. de 2016.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n. 2, p.207-215, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200010>>. Acesso em: 19 de ago. de 2016.

MARANGON, L. C **Florística e fitossociologia de área de floresta estacional semidecidual visando dinâmica de espécies florestais arbóreas no município de Viçosa, MG. 1999**. 139 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 1999.

MARMONTEL, C. V. F. et al. Caracterização da vegetação secundária do bioma mata atlântica com base em sua posição na paisagem. **Bioscience Journal**, Urbelânida, MG, v.29, n. 6 p. 2042-2052, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18116>>. Acesso em: 04 de set. de 2016.

MENDONÇA, N. T. **Florística e fitossociologia em fragmento de Mata Atlântica – Serra da Bananeira, Estação Ecológica de Murici, Alagoas**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 13 de ago. de 2016.

MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. **Inventário florestal: programas de estudo**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2002. 189 p.

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

NAPPO, M. E. et al. Dinâmica da estrutura diamétrica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, p.35-46. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000600006>>. Acesso em: 05 de set. de 2016.

NUNES, Y. R. F. et al. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, MG, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000200005>>. Acesso em: 19 de jan. de 2017.

OLIVEIRA, A. N. et al. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.4, p. 627-642, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000400005>>. Acesso em: 23 de set. de 2016.

OLIVEIRA, B. O. **Florística e estrutura fitossociológica de mata ciliar na bacia do Rio Goiana - PE**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 23 de ago. de 2016.

OLIVEIRA, L. S. B. et al. Fitossociologia da regeneração natural de uma Floresta Ombrófila densa em Moreno, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 8, n. 1, p. 119-124, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i1a2097>>. Acesso em: 13 de set. de 2016.

OLIVEIRA, O. E. **Florística e fitossociologia de fragmentos em área ecotonal cerrado-pantanal no município de Santo Antônio do Leverger-Mato Grosso**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, 2011. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/4cee2f0125b1aaeca9dd563566dd2ddc.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. de 2017.

OLIVEIRA, S. B. O. et al. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 6, n. 3, p. 502-507. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i3a1384>>. Acesso em: 03 de set. de 2016.

PAULA, A. et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 3, p. 407-423, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v18n3/v18n3a02>>. Acesso em: 04 de set. de 2016.

PELL, S. A. et al. Anacardiaceae. In the families and genera of vascular plants. X. Flowering plants. Eudicots. Sapindales, Cucurbitales, Myrtales. **K. Kubitzki. Springer**, Berlin, Germany. p. 7–50. 2011. Disponível em: <<http://www.springer.com/gp/book/9783642143960>>. Acesso em: 10 de dez. de 2016.

PEREIRA, V. J.; KAPLAN, M. A. C. *Artocarpus*: um gênero exótico de grande bioatividade. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 1-15, 2013. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v20n1/v20n1a01.pdf>>. Acesso em: 10 de jan. de 2017.

PESSOA, M. M. L. **Sucessão ecológica em fragmento de Floresta Atlântica e em sub-bosques de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, em Sirinhaém, Pernambuco**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de ago. de 2016.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: J. Wiley, 1975. 165 p.

PINHEIRO, M. H.; MONTEIRO, R. Análise estrutural e considerações sobre a dinâmica sucessional de dois fragmentos florestais semidecíduais do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, MG, v. 23, n. 4, p. 968-975, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062009000400007>>. Acesso em 17 jan. 2017.

PULZ, F. A. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequidiana com a matriz de transição. **Cerne**, v. 5, n. 1, p. 1-14, 1999.

ROA-ROMERO, H. A.; SALGADO-MORA, M. G.; ALVAREZ-HERRERA, J. Analysis of the Structure Arborea Agroforestry System Cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Soconusco, Chiapas-Mexico. **Acta biológica Colombiana**, Bogotá, Colômbia, v. 14, n. 3, p. 97-110, 2009. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2009000300007>. Acesso em 19 ago. 2016.

ROCHA, K. D. **Estrutura da vegetação arbórea em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de jan. de 2017.

SANTOS, W. B. **Estrutura do componente arbóreo da borda e interior do fragmento de floresta ombrófila, Mata do Camurim, em São Lourenço da Mata - PE, Brasil.** 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 23 de ago. de 2016.

SCHORN, L. A. **Estrutura e dinâmica de estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, Santa Catarina.** 2005. 192f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2005. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/2214>>. Acesso em: 29 de dez. de 2016.

SCOLFORO, J. R. **Inventário Florestal.** Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 228p.

SILVA, A. P. F. F.; BENTES-GAMA, M. M. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Aberta em área de assentamento rural no distrito de Jaci Paraná, Porto Velho, Rondônia. **Ambiência**, Guarapuava, PR, v. 4, n. 3, p. 435-452, 2008. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/145/161>>. Acesso em: 18 de ago. de 2016.

SILVA, R. K. S. et al. Estrutura e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em um trecho de mata ciliar, Sirinhaém, Pernambuco, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 32, n. 69, p. 1, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.69.01>>. Acesso em 19 ago. 2016.

SILVA, F. B. R. et al. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco– Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária. 2001. 1 CD-ROM. (Documentos, n. 35).

SILVA, K. E. et al. Floristic composition and similarity of 15 hectares in Central Amazon, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, San José, Costa Rica, v. 59, n. 4, p. 1927-1938, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v59n4/a40v59n4.pdf>>. Acesso em: 18 de ago. de 2016.

SILVA, K. E.; MATOS, F. D. A.; FERREIRA, M. M. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 38, n. 2, p. 213-222, 2008. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n2/v38n2a04>>. Acesso em 19 ago. 2016.

SILVA-JÚNIOR, J. F et al. Fitossociologia do componente arbóreo em um remanescente de Floresta Atlântica no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 3, n. 3, p. 276-282, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i3a337>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016

SILVA, R. K. S. et al. Florística e sucessão ecológica da vegetação arbórea em área de nascente de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5239/agraria.v5i4.829>>. Acesso em: 02 de set. de 2016.

SILVA, C. T. et al. Avaliação temporal da florística arbórea de uma floresta secundária no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000300014>>. Acesso em: 02 de set. de 2016.

SILVA, W. C. et al. Estrutura horizontal e vertical do componente arbóreo em fase de regeneração natural na Mata Santa Luzia, no Município de Catende - PE. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 863-869, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500011>>. Acesso em 14 de set. de 2016.

SILVA, W.C. et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981964>>. Acesso em 14 de set. de 2016.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. Dendrometria e inventário florestal. Viçosa: UFV, 2007.

SOUSA-JÚNIOR, P. R. C. **Estrutura da comunidade arbórea e da regeneração natural em um fragmento de floresta urbana, Recife-PE**. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. Disponível em:<<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de jan. de 2017.

SOUZA, A. L. et al. Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce SA, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 411-419, 2002. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v26n4/a03v26n4.pdf>>. Acesso em 22 de ago. de 2016.

SOUZA, L. A. G. Levantamento da habilidade nodulífera e fixação simbiótica de N₂ nas Fabaceae da região amazônica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, v. 6, n. 10, p. 1-11, 2010. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010b/levantamento.pdf>>. Acesso em: 27 de ago. de 2016.

STEVENS, A. D. Influência da agricultura itinerante na regeneração da vegetação de pousio no leste da Amazônia. **Eschborn**: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 1999.

STURGES, H. A. The Choice of a Class Interval. **Journal of the American Statistical Association**, v. 21, n.153, p. 65-66, 1926. Disponível em: <http://www.aliquote.org/cours/2012_biomed/biblio/Sturges1926.pdf>. Acesso em: 25 de nov. de 2016.

TEIXEIRA, L. J. **Fitosociologia e florística do componente arbóreo em topossequencia na Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

TEIXEIRA, L. J. et al. Relações entre a florística arbórea e características do solo em um fragmento de Floresta Atlântica, Tamandaré-PE. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v40i3.18924>>. Acesso em: 03 de set. de 2016.

TORRES, J. E. L. **Espécies arbóreas regenerantes na borda e no interior de um fragmento de floresta atlântica em Pernambuco**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 19 de set. de 2016.

UHL, C.; MURPHY, P. G. Composition, structure, and regeneration of a “tierra firme” forest in the Amazon Basin of Venezuela. **Tropical Ecology**, Aberdeen, v.22, n.2, p.219-237, 1981.

VALCARCEL, R. et al. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 923-930, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n5/a16v31n5>>. Acesso em 20 de ago. 2016.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin: Springer Verlag, 1982. 215 p. Disponível em <<http://www.springer.com/us/book/9783642879272>>. Acesso em 19 jan. 2017.

VÁSQUEZ-VÉLEZ, A. I. Estructura y diversidad de la vegetación del Parque Nacional Natural de la Isla Gorgona, Colombia. **Revista de Biología Tropical**, San José, Costa Rica, v. 62, n. 1, p. 13-26, 2014. Disponível em <<http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v62s1/a02v62s1.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2016.

VITÓRIA, E. P. **Estrutura da vegetação arbórea de dois fragmentos florestais na Zona da Mata Norte de Pernambuco**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 30 de ago. de 2016.

VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. 1994. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.

WHITMORE, T. C. **An introduction to the tropical rain forests**. Oxford: Claredon Press, 1990.

CAPÍTULO II

Eficiência nutricional como indicadora de espécies florestais para restauração de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

RESUMO

Os solos florestais tropicais são limitantes ao desenvolvimento das plantas. Particularmente na recuperação de áreas degradadas, a escolha das espécies é importante, principalmente quando a recuperação for realizada com espécies nativas que têm uma relação peculiar com os sítios onde se estabeleceram e exigências nutricionais específicas. A eficiência de utilização biológica dos nutrientes dessas espécies pode contribuir para a recomendação de seu uso em áreas degradadas da Floresta Atlântica. Assim, esse estudo teve como objetivos determinar os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg de espécies arbóreas nativas em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, estimar a biomassa foliar das espécies, calcular o conteúdo dos nutrientes armazenado na biomassa foliar e determinar a eficiência de utilização biológica desses nutrientes. A partir de um estudo fitossociológico do fragmento, foram definidas as dez espécies de maior densidade absoluta, sendo selecionados três indivíduos que apresentaram, aproximadamente, o diâmetro à altura do peito (DAP) médio referente a cada espécie, coletando-se 25 folhas da parte intermediária da copa, nos quatro pontos cardeais de cada indivíduo. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg nas amostras de folhas das espécies e a biomassa foliar foi estimada por uma equação alométrica, calculando-se o conteúdo e a eficiência de utilização biológica dos nutrientes pelas espécies. As espécies florestais tiveram alta demanda por N e baixa por P, podendo se estabelecer em ambientes férteis em N e restritivos para P, com exceção das espécies *Myrcia silvatica* e *Tapirira guianensis* que podem ser recomendadas para solos com pouca disponibilidade de N. As espécies *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum* podem ser recomendadas para ambientes com pouca disponibilidade de K e Mg, respectivamente. Em fragmentos florestais de solos com baixa disponibilidade de Ca, a espécie *Brosimum rubescens* pode ser utilizada para restauração florestal. A eficiência de utilização biológica pode indicar fragmento florestal diversificado, estabelecido e equilibrado nutricionalmente.

Palavras chave: biomassa, eficiência nutricional, floresta atlântica.

CHAPTER II

Nutritional efficiency as indicator of forest species for restoration of Dense Ombrophylous Lowland Forest in Pernambuco, Brazil

ABSTRACT

Tropical forest soils are limiting to the development of plants. Particularly in the recovery of degraded areas, the choice of species is important, especially when the recovery is carried out with native species that have a peculiar relation with the sites where they are established and specific nutritional requirements. The efficiency of biological utilization of the nutrients of these species can contribute to the recommendation of their use in degraded areas of the Atlantic Forest. The objective of this study was to determine the nutrient contents N, P, K, Ca and Mg of native tree species in a remnant of lowland dense ombrophilous forest, to estimate the leaf biomass of the species, to calculate the nutrient content stored in the soil. Leaf biomass and to determine the biological utilization efficiency of these nutrients. From a phytosociological study of the fragment, the ten species with the highest absolute density were defined, and three individuals were selected, which presented approximately the average diameter of the chest (DBH) for each species, and 25 leaves in the four cardinal points of each individual. N, P, K, Ca and Mg levels were determined in the leaf samples of the species and the leaf biomass was estimated by an allometric equation, calculating the content and the efficiency of the biological utilization of the nutrients by the species. The forest species had high demand for N and low for P, being able to establish in fertile environments in N and restrictive for P, with the exception of the species *Myrcia silvatica* and *Tapirira guianensis* that can be recommended for soils with little availability of N. *Thyrsodium spruceanum* and *Protium heptaphyllum* may be recommended for environments with low availability of K and Mg, respectively. In forest fragments of soils with low Ca availability, *Brosimum rubescens* can be used for forest restoration. Biological utilization efficiency may indicate diversified, established and nutritionally balanced forest fragment.

Keywords: biomass, nutritional efficiency, atlantic forest.

1. Introdução

A Floresta Atlântica é responsável por uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil e vem sendo impactada por constantes pressões antrópicas, pondo em risco a riqueza de espécies endêmicas que compõem o Bioma (BOSA et al., 2015). De acordo com Chaves et al. (2013), devido ao elevado grau de perturbações antrópicas neste Bioma, sua conservação representa um dos maiores desafios das regiões tropicais brasileiras.

Segundo Hencker et al. (2012), uma forma de minimizar esse impacto ambiental é por meio da preservação do que ainda existe e da recuperação do que já foi degradado, considerando sua importância para a biodiversidade. No processo de recuperação é necessário o uso de espécies nativas, levando em consideração as características de cada região (NOFFS et al., 2000), sendo que, para isso, primeiramente se deve conhecer a composição florística original, assim como sua estrutura horizontal, porque estas informações indicam a situação da área, fornecendo base para decisões no planejamento de futuras atividades, que visem preservar a floresta (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A implantação de projetos de recuperação de ecossistemas degradados, por meio de reflorestamento de espécies nativas, além de garantir a manutenção da biodiversidade, também auxilia na redução da concentração do gás carbônico na atmosfera, razão de ter crescido a procura e incentivo por projetos de recuperação, por meio de reflorestamentos com espécies nativas (ANDRADE; BOARETTO, 2012). Porém, vale ressaltar que as espécies florestais nativas têm exigências nutricionais peculiares, porque se relacionam com os sítios em que se estabeleceram. Isto é determinante para o sucesso dos projetos de recuperação florestal (SORREANO et al., 2011). Dessa forma, é necessário a avaliação da eficiência de utilização biológica dos nutrientes das diferentes espécies florestais, para auxiliar o silvicultor a optar pelas espécies mais adequadas para os projetos de recuperação florestal (CALDEIRA et al., 2002; CALDEIRA et al., 2004).

A eficiência de utilização biológica dos nutrientes é a capacidade que a planta possui de absorver e utilizar os nutrientes e pode variar em função de diferenças genotípicas e da interação genótipo-ambiente (BEHLING et al., 2014). Moura et al. (2006) conceituaram coeficiente de utilização biológico como a quantidade de biomassa seca (kg) produzida pela quantidade de nutriente absorvido e acumulado (kg). Assim, quanto menor for a quantidade de nutriente acumulado no componente arbóreo e maior for a quantidade de biomassa produzida, maiores serão os valores dos coeficientes de utilização biológico.

Dentre os diversos conceitos de eficiência nutricional, Machado et al. (2001) definiram como sendo a capacidade da planta em produzir alto rendimento em um meio que possua características que afetem diretamente a produção-padrão. Quando os nutrientes são disponibilizados em pequenas quantidades, as plantas absorvem menos, fazendo uso deles de forma mais eficiente, o que caracteriza uma espécie como eficiente nutricionalmente (FAGERIA et al., 1988).

Devido à elevada diversidade de espécies florestais e seus distintos comportamentos nutricionais, é difícil generalizar suas demandas por nutrientes e respostas à fertilização (VIEIRA, 2013). Por essa razão, a avaliação da nutrição mineral é importante, uma vez que o suprimento adequado dos elementos minerais se torna essencial para o sucesso do crescimento das espécies nativas (SIQUEIRA et al., 1995; ANDRADE; BOARETTO, 2012). Taiz e Zieger (2004) ressaltaram ainda que o suprimento inadequado de um nutriente mineral resulta em distúrbio nutricional que se manifesta por sintomas de deficiência bem característicos, interferindo na produção de biomassa das espécies.

De acordo com Benton-Jones et al. (1990), a realização da análise foliar para avaliação do estado nutricional das plantas, baseia-se no fato de existir uma correlação positiva entre sua taxa de crescimento ou de produção e o teor de nutrientes nos seus tecidos. Desta forma, os teores dos nutrientes nas folhas vêm sendo utilizados como indicadores do estado nutricional da planta (VITOUSEK; SANFORD, 1986), porque, utilizando-se a biomassa e o conteúdo de nutrientes, calcula-se a eficiência nutricional das espécies de um povoamento florestal (ESPIG et al., 2008).

A demanda de nutrientes pela planta depende da sua taxa de crescimento e da eficiência com que ela converte os nutrientes absorvidos em biomassa (DEL-QUIQUI et al., 2004). Portanto, o conhecimento dos aspectos nutricionais de espécies nativas é ferramenta importante para compreender o estabelecimento das espécies, principalmente em solos com baixa disponibilidade nutricional (SOUZA et al., 2012).

Diante deste contexto, esse estudo teve como objetivos, determinar os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg de espécies arbóreas nativas em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, estimar a biomassa foliar das espécies, calcular o conteúdo dos nutrientes armazenados na biomassa foliar e determinar a eficiência de utilização biológica destes nutrientes.

2. Material e métodos

2.1 Caracterização do solo

O solo do fragmento florestal foi amostrado em três profundidades (0,0-0,05; 0,05-0,20; e 0,20-0,40 m) e caracterizado química e fisicamente (Tabela 1). A amostragem do solo constituiu-se na coleta de três amostras simples por parcela para formação de uma composta.

Tabela 1 - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Atributos	Profundidade (m)		
	0,0-0,05	0,05-0,20	0,20-0,40
pH (H ₂ O)	3,88	4,10	4,53
P (mg dm ⁻³)	1,37	1,30	1,10
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,30	0,12	0,05
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,83	0,46	0,40
K (cmol _c dm ⁻³)	0,06	0,05	0,04
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,69	1,37	1,02
(H+Al) (cmol _c dm ⁻³)	8,94	7,00	5,47
SB ¹	1,19	0,63	0,49
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³) ²	2,88	2,00	1,51
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³) ³	10,13	7,63	5,96
m (%) ⁴	58,68	68,50	67,55
V (%) ⁵	11,75	8,26	8,22
Fe (mg dm ⁻³)	155,61	135,24	139,27
Cu (mg dm ⁻³)	1,82	1,81	1,87
Zn (mg dm ⁻³)	5,14	4,41	6,09
Mn (mg dm ⁻³)	9,92	8,79	9,39
Areia Total (g kg ⁻¹)	498,20	413,70	384,10
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	420,70	321,11	296,60
Areia Fina (g kg ⁻¹)	77,50	92,60	87,50
Silte (g kg ⁻¹)	285,30	313,90	270,70
Argila (g kg ⁻¹)	216,50	272,40	345,20

¹Soma de bases; ²Capacidade de troca de cátions efetiva; ³Capacidade de troca de cátions potencial; ⁴Saturação por alumínio; ⁵Saturação por bases.

O Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram extraídos com KCl 1,0 mol L⁻¹ e dosados por titulometria. O P, K⁺, Fe, Cu, Zn e Mn foram extraídos com Mehlich⁻¹, sendo P dosado por espectrofotometria, K⁺ por fotometria de chama e Fe, Cu, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ e dosada por titulometria. Com os resultados dessas análises químicas, calculou-se a soma de bases (SB), a saturação por bases (V), a saturação por Al (m), a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC_{efetiva}) e a capacidade de troca de cátions potencial (CTC_{potencial}). Fisicamente o solo foi caracterizado pela granulometria. Todos os procedimentos analíticos foram conforme Embrapa (2011).

2.2 Amostragem das espécies florestais e procedimentos analíticos para determinação dos teores dos nutrientes nas folhas

Para realização da amostragem foliar foram selecionadas dez espécies que apresentaram maior DA nos estudos fitossociológicos. Posteriormente, foram selecionados três indivíduos de cada espécie que apresentaram diâmetro à altura do peito (DAP) semelhante ao DAP médio de todos os indivíduos daquela espécie. As árvores foram selecionadas também pelo seu estado fitossanitário e com as copas perfeitamente estruturadas, caracterizando adequadamente a espécie.

Em seguida foram coletadas 25 folhas da parte intermediária da copa, nos quatro pontos cardeais (YOUNG; CARPENTER, 1976). As folhas coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa com ventilação forçada de ar e mantidas a 65 °C para a secagem do material foliar. Após atingir peso constante, o material foi moído, homogeneizado e acondicionado em frascos previamente limpos e secos, para análises posteriores (MALAVOLTA et al., 1997).

As análises dos nutrientes contidos nas folhas das espécies foram realizadas no Laboratório de Química do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Os nutrientes avaliados foram: N, P, K, Ca e Mg. O P, K, Ca e Mg foram extraídos por digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983). Posteriormente, o Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 2011), P foi dosado por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974) e K determinado por fotometria de chama (EMBRAPA, 2011). O N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado por destilação e titulação pelo método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

2.3 Biomassa foliar das espécies florestais, conteúdo e eficiência de utilização biológica dos nutrientes

Para estimativa da biomassa foliar foi utilizada a equação de Golley et al. (1978), que estabelece uma relação entre o DAP e a biomassa de folhas, utilizando a equação:

$$\sqrt[3]{\hat{Y}} = 7,14 + 0,5081X$$

Em que:

\hat{Y} = estimativa da biomassa de folhas (kg)

X = DAP médio (cm) das espécies florestais

Optou-se pela equação alométrica de Golley et al. (1978) por ser específica para biomassa foliar. Outras equações alométricas para florestas tropicais (SALDARRIAGA et al., 1988; BROWN et al., 1989; BUEGER, 2005; BUEGER; DELITTE, 2008) não foram desenvolvidas especificamente para folhas. Espig et al. (2008) determinaram a eficiência de utilização de nutrientes em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, utilizando a equação de Golley et al. (1978), servindo como parâmetro para o referido trabalho.

Foi estimada a biomassa foliar média de cada espécie (kg planta^{-1}) de maior DA, por meio do DAP médio. Para obter o DAP médio por espécie, somaram-se os DAPs de todos os indivíduos de cada espécie de maior DA, dividindo-se pelo número de indivíduos da espécie. Em seguida, para transformar a biomassa de cada espécie por área (kg ha^{-1}), multiplicou-se a biomassa pela DA. A biomassa foliar total da área foi estimada somando-se as biomassas de todas as espécies (ESPIG et al., 2008).

O conteúdo de nutrientes na biomassa foliar das espécies em kg ha^{-1} foi obtido por meio da multiplicação do teor (g kg^{-1}) pela biomassa foliar (kg ha^{-1}). A eficiência de utilização biológica de cada nutriente foi calculada pela razão entre a biomassa foliar da espécie e o conteúdo de nutrientes armazenado na biomassa (ESPIG et al., 2008).

2.4 Análises estatísticas

O procedimento estatístico para estudo dos dados dos teores, conteúdos e eficiências de utilização de N, P, K, Ca e Mg foi a análise de variância (ANAVA) e comparações de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, quando os efeitos foram significativos, ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o ASSISTAT para realização das análises estatísticas (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3. Resultados e discussão

3.1 Biomassa foliar das espécies florestais

A estimativa da biomassa foliar total do fragmento foi de 11.480 kg ha⁻¹ e as dez espécies de maior DA contribuíram com 4.120,75 kg ha⁻¹, correspondendo a 35,89% da biomassa foliar total estimada (Tabela 2). Pesquisas realizadas por Golley et al. (1978), estudando ciclagem de nutrientes em Floresta Tropical Úmida no Panamá; Drumond et al. (1997) estudando distribuição de biomassa e de nutrientes em coberturas florestais em Minas Gerais, no Brasil; e Espig et al. (2008), estudando composição e eficiência de utilização biológica de nutrientes em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco no Brasil, estimaram a biomassa foliar total das espécies, como sendo de: 7.300 kg ha⁻¹, 4.000 kg ha⁻¹ e 13.400 kg ha⁻¹, respectivamente.

A biomassa foliar total estimada neste trabalho foi um pouco inferior à constatada por Espig et al. (2008), que pode se justificar porque a área do fragmento estudado por esses pesquisadores tinha um estágio sucessional mais avançado, representado por maiores quantidades de espécies secundárias tardias. No entanto, a diferença na estimativa de biomassa foliar entre os dois fragmentos poderia ter sido ainda maior, porque Espig et al. (2008) selecionaram espécies com maior valor de importância (VI), fazendo com que espécies pouco abundantes e mal distribuídas entrassem na seleção das mais importantes, mesmo com poucos indivíduos, apenas por apresentar área basal muito superior às demais, fazendo com que o parâmetro dominância fosse elevado.

O fragmento estudado por Espig et al. (2008) apresentava um estágio mais avançado de sucessão, devido à observância de diversos parâmetros que constam na Resolução CONAMA nº 31, de 7/12/1994 (BRASIL, 1994). Porém, se os autores tivessem utilizado maior DA ao invés de maior VI, a estimativa de biomassa foliar total do fragmento teria sido ainda mais elevada, por exemplo: a espécie *Lecythis pisonis*, apenas com quatro indivíduos, foi selecionada em detrimento de *Protium heptaphyllum* com 26 indivíduos e *Brosimum conduru* com 25, que não ficaram entre as dez espécies de maior VI e tinham maiores estimativas de biomassa foliar por área do que *Lecythis pisonis* (ESPIG, 2003).

A biomassa foliar das espécies arbóreas com maior DA apresentaram uma variação de 4,92 a 6,96 kg planta⁻¹ e 172,55 a 1.355,78 kg ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa da biomassa foliar por indivíduo (kg planta⁻¹) e por área (kg ha⁻¹), densidade absoluta (DA) e diâmetro a altura do peito (DAP) médio das espécies florestais em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas Pernambuco, Brasil

Espécies florestais	DA	DAP (médio)	Biomassa foliar por indivíduo (kg planta ⁻¹)	Biomassa foliar por área (kg ha ⁻¹)
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	246	10,89	5,43	1.335,78
<i>Protium heptaphyllum</i>	134	13,97	5,86	785,24
<i>Tapirira guianensis</i>	68	22,19	6,96	473,28
<i>Brosimum guianense</i>	55	9,33	5,20	286,00
<i>Eschweilera ovata</i>	52	9,71	5,25	273,00
<i>Myrcia silvatica</i>	43	7,64	4,94	212,42
<i>Brosimum rubescens</i>	39	7,48	4,92	191,88
<i>Helicostylis tomentosa</i>	36	9,61	5,24	188,64
<i>Casearia javitensis</i>	35	7,51	4,93	172,55
<i>Schefflera morototoni</i>	33	15,82	6,12	201,96
Biomassa foliar total	-	-	-	4.120,75

Thyrsodium spruceanum teve maior biomassa foliar por área (1.335,78 kg ha⁻¹), devido a maior DA da espécie. Observou-se pouca variação em biomassa foliar individual, constatando-se que a biomassa total está diretamente relacionada com a densidade, com exceção da *Casearia javitensis* que apesar de ter maior DA do que a *Schefflera morototoni*, teve menor biomassa por área, devido a sua pouca biomassa foliar individual (Tabela 2).

Ressalta-se que esta variação na biomassa pode ser atribuída à composição florística, topografia, fertilidade do solo e sazonalidade das espécies (SCHUMACHER; POGGIANI, 1993; BRUN et al., 2001; CUMMINGS et al., 2002). Watzlawick et al. (2012) ainda explicaram que essa diferença também está relacionada ao diâmetro mínimo estipulado nos levantamentos, porque, quanto menor for o critério de inclusão, maior o número de indivíduos por espécie e conseqüentemente, maior a quantidade de biomassa por hectare.

Mesmo sendo muito variável, a biomassa representa um dos principais componentes do balanço nutricional, tornando-se, portanto, indicador de impactos ambientais, bem como do status nutricional do sítio, auxiliando no entendimento da estrutura de um ecossistema (BRUN et al., 2010).

3.2 Teores de nutrientes nas folhas das espécies florestais

Os teores de nutrientes nas folhas das espécies florestais foram encontrados na ordem decrescente: N>Ca>Mg>K>P (Tabela 3). Estudos em fragmentos de florestas tropicais realizados por Golley et al. (1978) e Brown et al. (1994) e, também em fragmentos de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas realizados por Leão e Silva (1991), Clevalário-Júnior

(1996), Drumond et al. (1997) e Espig et al. (2008) relataram a seguinte ordem decrescente: N>Ca>K>Mg>P. Neste estudo constataram-se teores de Mg mais elevados do que os de K.

Os teores de Mg trocável do solo deste fragmento foram muito elevados e bem maiores do que os teores de K trocável (Tabela 1), fazendo com que a absorção de Mg pelas plantas tenha sido maior do que de K. Os teores de Mg trocável do solo estavam tão elevados, que foram também maiores do que os teores de Ca trocável, o que poderia ter feito com que as plantas absorvessem mais Mg do que Ca. No entanto, as plantas possuem mecanismos de absorção específicos, podendo fazer com que haja absorção preferencial de um cátion em detrimento de outro (SILVERTOWN, 2004).

Tabela 3 - Teores de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, grupo ecológico (GE), médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil, em que: Si – Secundária inicial e St – Secundária tardia

Espécies florestais	GE	N	P	g Kg ⁻¹		
				K	Ca	Mg
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	Si	16,85 c	1,41 c	1,39 c	5,89 c	3,66 b
<i>Protium heptaphyllum</i>	Si	25,29 a	1,64 b	2,76 b	2,97 d	1,92 b
<i>Tapirira guianensis</i>	Si	15,07 d	1,59 b	1,86 c	11,86 a	4,11 b
<i>Brosimum guianense</i>	Si	21,14 b	1,63 b	6,41 a	3,44 d	7,25 a
<i>Eschweilera ovata</i>	Si	18,11 c	1,64 b	2,05 c	2,98 d	3,43 b
<i>Myrcia silvatica</i>	Si	15,21 d	1,17 d	1,82 c	7,46 b	2,77 b
<i>Brosimum rubescens</i>	Si	17,36 c	1,36 c	1,66 c	2,00 d	3,32 b
<i>Helicostylis tomentosa</i>	Si	22,49 b	1,75 a	5,47 a	4,31 d	3,12 b
<i>Casearia javitensis</i>	St	18,67 c	1,42 c	2,80 b	3,00 d	3,28 b
<i>Schefflera morototoni</i>	Si	17,17 c	1,72 a	3,43 b	7,08 b	3,76 b
Média		18,74	1,53	2,96	5,09	3,66
F _{calculado}		30,62**	28,96**	25,72**	46,91**	11,23**
C.V. (%)		6,31	3,88	19,59	14,99	19,67

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott até o nível de 5% de probabilidade.

Para o N, a espécie que apresentou maior teor foi *Protium heptaphyllum* com 25,29 g kg⁻¹, diferindo estatisticamente das outras espécies. Os menores teores de N foram das espécies *Tapirira guianensis*, com 15,07 g kg⁻¹ e *Myrcia silvatica*, com 15,21 g kg⁻¹, que não diferiram estatisticamente (Tabela 3). Santos-Filho et al. (2007) relataram que teores adequados de N variam entre 12 e 35 g kg⁻¹, portanto, os teores de N determinados neste estudo variaram nesse intervalo.

O N é um elemento estruturante para as plantas, além de ser constituinte das moléculas de clorofila, portanto, sua deficiência diminui o teor de clorofila na planta (MALAVOLTA et al., 1997), resultando no sintoma de clorose generalizada (amarelamento das folhas),

sobretudo nas folhas mais velhas (primeiro sintoma) (CONCEIÇÃO et al., 2013). Barroso et al. (2005), estudando deficiências de macronutrientes em mudas de *Tectona grandis*, constataram que a deficiência de N causou, além da clorose, redução drástica do crescimento, porque, segundo Silveira et al. (2002), ausência ou deficiência de N também faz com que ocorra paralisação da emissão de brotos.

Os teores de P variaram de 1,17 (*Myrcia silvatica*) a 1,75 g kg⁻¹ (*Helicostylis tomentosa*) e foram, em média, de 1,53 g kg⁻¹, superiores aos teores encontrados por Espig et al. (2008), que variaram de 0,61 a 1,37 g kg⁻¹ com média de 0,95 g kg⁻¹. Segundo Faquin (2005), o P é bastante móvel na planta, sendo redistribuído pelo floema, de tecidos mais velhos para os mais jovens. Santos (2010), estudando a cultura do café, constatou que, à medida que as plantas se tornavam mais velhas, a maior parte do P movia-se para as sementes ou para os frutos. Malavolta et al. (1997) ressaltaram que o baixo teor de P pode estar relacionado com a idade das plantas, porque, quanto mais velhas, menor o teor deste nutriente. Assim, pode ser que os teores de P encontrados neste trabalho tenham sido superiores aos do trabalho de Espig et al. (2008) pela estrutura das plantas, formadas em sua maioria, por indivíduos jovens, formados principalmente por espécies secundárias iniciais. Adicionalmente, constataram-se baixos teores de P no solo (Tabela 1), sugerindo que nesse fragmento ocorra uma maior ciclagem deste nutriente, fazendo com que houvesse espécies mais bem nutridas em P.

Para K, os teores mais elevados foram encontrados em *Brosimum guianense* e *Helicostylis tomentosa*, que não diferiram estatisticamente (Tabela 3). Estas duas espécies também se destacaram no trabalho de Espig et al. (2008), porém o teor médio encontrado por Espig et al. (2008), que foi de 12,23 g kg⁻¹ foi bem superior ao determinado nesse estudo, que foi de 2,96 g kg⁻¹. De acordo com Malavolta (1980), o teor médio de K é de 10 g kg⁻¹, portanto, o baixo teor deste nutriente pode ter relação com as características químicas do solo. De fato, os teores de K foram baixos (Tabela 1), mas essa é uma característica comum em solos tropicais. Especificamente para este fragmento, as relações Ca/K e, principalmente, Mg/K podem ter influenciado a baixa absorção de K pelas plantas.

De acordo com Perez et al. (2016), o K não apresenta função estrutural e possui como função principal a ativação de enzimas, estando também relacionado ao potencial osmótico da planta, influenciando a expansão celular e transporte de íons, sendo fundamental no movimento estomático. Dessa forma, plantas deficientes em K possuem menor desempenho fotossintético, devido à abertura estomática não acontecer de forma regular, reduzindo a entrada de CO₂ (PRADO, 2008).

Constatou-se que o teor médio de Ca estava dentro do critério estabelecido por Malavolta (1980) que é de 5,0 g kg⁻¹. Mesmo apresentando valores dentro do limite estabelecido pelo referido autor, o teor médio de Ca encontrado neste trabalho foi três vezes inferior ao relatado por Espig et al. (2008). Isso, possivelmente pode estar relacionado à época de coleta do material. Laviola et al. (2007), estudando a dinâmica de Ca, constataram que, no período de floração, as folhas tiveram menor teor de Ca, devido à diluição do nutriente. Já na fase reprodutiva, após atingirem o mínimo teor, os teores de Ca nas folhas aumentaram novamente até que alcançaram teor máximo do elemento.

Epstein (1975) explica que, além da importante relação com a resistência mecânica dos tecidos, o Ca é imprescindível para a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico, sendo importante para a floração, por isso, existe uma demanda elevada das flores pelo nutriente nesse período.

Malavolta et al. (2002; 2006) relataram que as flores constituem um forte dreno temporário de nutrientes, extraindo aproximadamente ¼ de Ca, em relação ao total de Ca alocado na parte aérea da planta. Assim, como 70% da amostragem das folhas das espécies ocorreram no período de floração, os teores de Ca das folhas podem ter sido influenciados por essa alta demanda por Ca na floração das espécies do fragmento.

Adicionalmente, Silva et al. (1998), avaliando a translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis*, constataram que os teores de Ca nas folhas aumentaram com a idade da folha, apresentando teores significativamente inferiores nas folhas jovens. Mendes et al. (2011) avaliando o teor e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estágios foliares de seringueira, também encontraram aumento significativo com o desenvolvimento foliar. Vieira e Schumacher (2009) justificaram que o acréscimo dos teores de Ca em relação à idade das folhas pode ser explicado pelo aumento na produção de constituintes estruturais da folha e pela baixa mobilidade deste elemento na planta, porque é um elemento estrutural associado à lignificação das paredes celulares.

Como o fragmento estudado encontra-se em estágio médio de sucessão, formado principalmente por indivíduos jovens, pode ser que essa também seja a causa do baixo teor de Ca encontrado nas folhas. O fragmento do trabalho de Espig et al. (2008) estava em estágio de sucessão mais avançado, quando comparado com o fragmento deste estudo e, por isso, os teores encontrados por aqueles autores foram mais elevados.

Baixos teores de Ca trocável foram constatados nas análises de solo do fragmento (Tabela 1), demonstrando a pobreza do solo neste nutriente. Os teores e a distribuição dos nutrientes no solo variam durante a fase de crescimento das espécies florestais (NOVAIS et

al., 1986). Segundo Barros et al. (2000), a exigência nutricional está relacionada com a mobilidade dos nutrientes na planta, assim, espera-se um aumento do teor de Ca ao longo do tempo de crescimento da planta, por se tratar de um elemento pouco móvel, e, possivelmente, um pouco mais no solo, principalmente na camada superficial.

Em relação ao Mg, os teores encontrados não variaram muito, sendo o maior teor determinado na espécie *Brosimum guianense*, que foi de 7,25 g kg⁻¹. As demais espécies apresentaram teores intermediários, que variaram de 1,92 até 4,11 g kg⁻¹, e média de 3,66 g kg⁻¹, similar ao teor determinado por Espig et al. (2008), que foi 3,65 g kg⁻¹. O teor deste elemento na folha está dentro da faixa ideal que é de 1,5 a 5,0 g kg⁻¹ (SANTOS-FILHO et al., 2007). A espécie *Brosimum guianense* apresentou teor de Mg nas folhas superior às demais espécies.

Segundo Kozlowski et al. (1991), é comum que os maiores teores de Mg sejam observados nas folhas, porque o Mg faz parte do complexo fotossintético, ou seja, faz parte da estrutura da clorofila.

O teor de Mg trocável no solo foi três vezes maior que o encontrado por Espig et al. (2008), para as duas primeiras camadas de solo, e cinco vezes maior quando comparado com a terceira camada. Este elevado teor de Mg trocável no solo pode ter inibido a absorção de K trocável, fazendo com que o teor de K nas plantas tenha sido baixo. Segundo Moreira et al. (1999) e Arantes e Nogueira (1986), altos teores de Ca e Mg trocável no solo geraram inibição competitiva com o K trocável. Clark et al. (1997) observaram, em culturas agrícolas, que ocorreu redução no teor de Ca da parte aérea, com o aumento da aplicação de Mg ao solo. Nesse contexto, Orlando-Filho et al. (1996) ressaltaram que a presença excessiva de um nutriente pode prejudicar os processos de absorção do outro. A interação desses macronutrientes no sistema solo-planta é medida pela absorção da planta (SCHERER, 1998).

3.3 Conteúdo de nutrientes nas folhas das espécies florestais

O N foi o nutriente com maior conteúdo nas folhas das espécies de maior DA (Tabela 4). A espécie *Thyrsodium spruceanum* apresentou o maior conteúdo de N, que foi de 22,51 kg ha⁻¹ e as espécies *Casearia javitensis*, *Myrcia silvatica*, *Brosimum rubescens*, *Schefflera morototoni*, *Helicostylis tomentosa* e *Eschweilera ovata* foram as que tiveram menores conteúdos de N, que foram: 3,22; 3,23; 3,33, 3,47, 4,24 e 4,94 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo estatisticamente iguais.

Tabela 4 - Conteúdo de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Espécies florestais	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg ha ⁻¹ -----				
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	22,51 a	1,88 a	1,86 a	7,87 a	4,89 a
<i>Protium heptaphyllum</i>	19,86 b	1,29 b	2,17 a	2,33 c	1,51 b
<i>Tapirira guianensis</i>	7,13 c	0,75 c	0,88 b	5,61 b	1,95 b
<i>Brosimum guianense</i>	6,05 c	0,47 d	1,83 a	0,98 e	2,07 b
<i>Eschweilera ovata</i>	4,94 d	0,45 d	0,56 c	0,81 e	0,94 c
<i>Myrcia silvatica</i>	3,23 d	0,25 f	0,39 c	1,58 d	0,59 c
<i>Brosimum rubescens</i>	3,33 d	0,26 f	0,32 c	0,38 e	0,64 c
<i>Helicostylis tomentosa</i>	4,24 d	0,33 e	1,03 b	0,81 e	0,59 c
<i>Casearia javitensis</i>	3,22 d	0,25 f	0,48 c	0,52 e	0,57 c
<i>Schefflera morototoni</i>	3,47 d	0,35 e	0,69 b	1,43 d	0,76 c
Média	7,80	0,63	1,02	2,23	1,45
F _{calculado}	144,57**	1.326,40**	34,00**	109,28**	42,64**
C.V. (%)	13,30	4,13	19,88	18,55	24,49

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott até o nível de 5% de probabilidade.

A espécie *Thyrsodium spruceanum* foi a espécie que mais acumulou N no fragmento, devido a sua elevada biomassa de folhas por área (1.335,78 kg ha⁻¹) (Tabela 2). A espécie *Protium heptaphyllum*, além de ter uma biomassa de folhas relativamente alta (Tabela 2), teve, também, o mais alto teor de N nas folhas, que foi de 25,29 g kg⁻¹ (Tabela 3), fazendo com que o conteúdo de N desta espécie tenha sido também elevado (Tabela 4). A elevada produção de folhas da espécie *Thyrsodium spruceanum* fez com que esta espécie tivesse também, os maiores conteúdos de P (1,88 kg ha⁻¹), Ca (7,87 kg ha⁻¹) e Mg (4,89 kg ha⁻¹). Em relação ao K, *Protium heptaphyllum*, *Thyrsodium spruceanum* e *Brosimum guianense* foram estatisticamente iguais, com os maiores conteúdos (2,17; 1,86 e 1,83 kg ha⁻¹, respectivamente).

As espécies *Casearia javitensis*, *Myrcia silvatica* e *Brosimum rubescens* apresentaram baixos conteúdos de P (0,25; 0,25 e 0,26 kg ha⁻¹, respectivamente). *Casearia javitensis* e *Brosimum rubescens* foram algumas das espécies que tiveram menores conteúdos de Mg, Ca e K.

De acordo com Caldeira et al. (2007), diferentes conteúdos de macronutrientes nas folhas podem estar relacionados à mobilidade dos elementos dentro da planta.

Espig et al. (2008) relataram acúmulos de N, P e Mg em espécies de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas inferiores aos encontrados neste trabalho. No entanto, para os nutrientes K e Ca, também estudados por estes mesmos autores, os acúmulos foram maiores do que os deste estudo.

3.4 Eficiência de utilização dos nutrientes

As espécies florestais tiveram eficiências de utilização de nutrientes diferentes. Adicionalmente, foram mais eficientes na utilização de um nutriente do que outro. Assim, as espécies florestais apresentaram a seguinte ordem decrescente de eficiência nutricional: P>K>Mg>Ca>N (Tabela 5). Segundo Barbosa (2012), a variação na eficiência pode estar relacionada à disponibilidade dos nutrientes no solo ou pode ser uma característica intrínseca da espécie.

Tabela 5 - Eficiência de utilização biológica de nutrientes nas folhas das espécies florestais de maior densidade absoluta, médias e coeficientes de variação dos dados em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.

Espécies florestais	N	P	K	Ca	Mg
	----- kg kg ⁻¹ -----				
<i>Thyrsodium spruceanum</i>	59,34 b	710,52 b	718,16 a	169,73 d	273,17 b
<i>Protium heptaphyllum</i>	39,54 c	608,71 c	361,86 c	337,01 b	520,03 a
<i>Tapirira guianensis</i>	66,38 a	631,04 c	537,82 b	84,36 e	242,71 b
<i>Brosimum guianense</i>	47,27 c	608,51 c	156,28 d	291,84 b	138,16 c
<i>Eschweilera ovata</i>	55,26 b	606,67 c	487,50 b	337,04 b	290,43 b
<i>Myrcia silvatica</i>	65,76 a	849,68 a	544,67 b	134,44 d	360,03 b
<i>Brosimum rubescens</i>	57,62 b	738,00 b	599,63 b	504,95 a	299,81 b
<i>Helicostylis tomentosa</i>	44,49 c	571,64 d	183,15 d	232,89 c	319,73 b
<i>Casearia javitensis</i>	53,59 b	690,20 b	359,48 c	331,83 b	302,72 b
<i>Schefflera morototoni</i>	58,20 b	577,03 d	292,70 c	141,23 d	265,74 b
Média	54,75	659,20	424,12	256,53	301,25
F _{calculado}	15,74**	35,14**	15,24**	44,00**	11,54**
C.V. (%)	7,01	3,90	19,47	12,96	15,83

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott até o nível de 5% de probabilidade.

As menores eficiências de utilização observadas foram para N e Ca, variando entre 39,54 a 66,38 e 84,36 a 504,95 kg kg⁻¹, respectivamente (Tabela 5). A baixa eficiência de utilização deve-se a maior absorção desses nutrientes, pois à medida que aumenta o teor de nutrientes na planta, o índice de eficiência de utilização diminui (MACHADO et al., 2001). De fato, os maiores teores de nutrientes nas espécies foram de N e Ca (Tabela 3).

As maiores eficiências de utilização biológica ocorreram devido à manutenção de boa produção de matéria seca (Tabela 2), mesmo sob menores teores de P e K no tecido (Tabela 3), resultando em menor acumulação de P e K (Tabela 4). Ou seja, mesmo sob baixos teores de nutrientes nos tecidos, as espécies mostraram boa eficiência de conversão desses nutrientes em biomassa (LUCA et al., 2002).

Segundo Saidelles et al. (2010), a eficiência de utilização de nutrientes possibilita o reconhecimento de espécies que contribuem para a sustentabilidade florestal, pois, quando se conhece a eficiência no uso de um nutriente e a expectativa de produção de biomassa, torna-se possível estimar a quantidade de nutrientes necessária para um adequado balanço nutricional.

A espécie *Myrcia silvatica* apresentou capacidade de se estabelecer em ambientes com pouca disponibilidade de P e N, devido à elevada eficiência dessa espécie em produzir biomassa utilizando quantidades mais reduzidas destes nutrientes. Da mesma forma, em ambientes com pouca disponibilidade de K e Mg as espécies *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum*, respectivamente, podem ser introduzidas por apresentarem elevada eficiência de utilização biológica para estes nutrientes, assim como *Brosimum rubescens* para Ca e *Tapirira guianensis* para o N.

A nutrição vegetal está qualificando o ambiente e sendo responsável pela diversidade de espécies. Há indicação de um fragmento estabelecido e equilibrado nutricionalmente.

4. Conclusões

As espécies florestais apresentaram alta demanda por N e baixa por P, podendo se estabelecer em ambientes férteis em N e restritivos para P, com exceção das espécies *Myrcia silvatica* e *Tapirira guianensis*, que podem ser recomendadas para solos com pouca disponibilidade de N;

As espécies *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum* podem ser recomendadas para ambientes com pouca disponibilidade de K e Mg, respectivamente;

Em fragmentos florestais de solos com baixa disponibilidade de Ca, a espécie *Brosimum rubescens* pode ser utilizada para restauração florestal;

A eficiência de utilização biológica pode indicar fragmento florestal diversificado, estabelecido e equilibrado nutricionalmente.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F.; BOARETTO, A. E. Deficiência nutricional em plantas jovens de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 40, n. 95, p. 383-392, 2012. Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr95/cap09.pdf>>. Acesso em 19 de set. de 2016.
- ARANTES, E. M.; NOGUEIRA, F. D. Efeito da relação Ca/Mg do corretivo e níveis de potássio na produção de matéria seca, nas concentrações de K, Ca e Mg, e nas relações catiônicas da parte aérea. **Ciência Prática**, Bebedouro, SP, v. 10, p. 136-145, 1986.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.
- BARROSO, D. G. et al. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 671-679, 2005. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000500002>>. Acesso em 01 de out. de 2016.
- BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, São Paulo: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BEHLING, M. et al. Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 837-846, 2014. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48832704008>>. Acesso em 23 de ago. de 2016.
- BENTON-JONES, J.; ECK, H. V.; VOSS, R. Plant Analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: WESTERMAN, R.L. (Ed.) **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, p.521-549, 1990.
- BOSA, D. M. et al. Florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 49-58, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100005>>. Acesso em 19 de set. de 2016.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.21, p.73-85, 1974.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods tropical forest with applications to forest inventory data. **Forest Science**, v. 35, n. 4, p.881-902, 1989. Disponível em <<http://www.ingentaconnect.com/contentone/saf/fs/1989/00000035/00000004/art00003>>. Acesso em 31 de dez. de 2016.
- BROWN, S. et al. Soil biological processes in tropical ecosystems. In: WOOMER, P.L. e SWIFT, M.J., eds. **The biological management of tropical soil fertility**. Nairobi, TSBF, 1994. p.15-46.

BRUN, E. J. et al. Dinâmica de micronutrientes na biomassa florestal em estágios sucessionais de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 38, n. 86, p. 307-318, 2010. Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr86/cap18.pdf>>. Acesso em 27 de set. de 2016.

BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 277 - 285, 2001. Disponível em <<http://coral.ufsm.br/rba/p27792.html>>. Acesso em 21 de set. de 2016.

BURGER, D. M. **Modelos alométricos para a estimativa da fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar, SP**. 2005. 112 f. Tese (Doutorado em ciências, área de ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-17072008-163652/pt-br.php>>. Acesso em 20 de set. de 2016.

BURGER, D. M.; DELITTI, W. B. C. Allometric models for estimating the phytomass of a secondary Atlantic Forest area of southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas-SP, v. 8, n. 4, p. 131-136, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000400012>>. Acesso em 31 de dez. de 2016.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes–Floresta Ombrófila Mista Montana–Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, PR, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.

CALDEIRA, M. V. W.; RONDON-NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Eficiência do uso de micronutrientes e sódio em três procedências de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 39-47, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000100006>>. Acesso em 18 de set. de 2016.

CALDEIRA, M. V. W.; RONDON-NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 615-620, 2002. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000500012>>. Acesso em 19 de set. de 2016.

CHAVES, A. D. C. G. et al. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, PB, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013. Disponível em <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/449>>. Acesso em 19 de set. de 2016.

CLARK, R. B. et al. Maize growth and mineral acquisition on acid soil amended with flue gas desulfurization byproducts and magnesium. **Communi. Soil Sci. Plant Anal**, v. 28, p. 1441-1459, 1997. Disponível em:<<https://naldc.nal.usda.gov/catalog/42165>>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.

CLEVELÁRIO-JÚNIOR, J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano**. 1996. 135p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CONCEIÇÃO, G. M. et al. Teores de Micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn E Zn) em espécies de Poaceae de uma área de Cerrado Maranhense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, GO, v. 9, n. 17, p. 1051-1063, 2013. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/24629>>. Acesso em 30 de set. de 2016.

CUMMINGS, D. L. et al. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.130, p.293–307, 2002. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00587-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00587-4)>. Acesso em 19 de set. de 2016.

DEL-QUIQUI, E. M. et al. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, SP, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i3.1826>>. Acesso em 19 de set. de 2016.

EMBRAPA - **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. – Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

DRUMOND, M. A. et al. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do Médio Rio Doce-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.21, p.187-199, 1997.

ESPIG, S. A. et al. Composição e eficiência da utilização biológica de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 18, n. 3, p. 307-314, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098441>>. Acesso em: 18 de set. de 2016.

ESPIG, S. A. **Distribuição de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco**. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003.

EPSTEIN, E. 1975. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. São Paulo, EDUSP, 1975. 344p.

FAGERIA, N. K. et al. Response of rice cultivars to phosphorus supply on a oxisol. **Fertilizer research**, Dordrecht, v. 16, n. 3, p. 195-206, 1988. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1007/BF01051370>>. Acesso em 18 de set. de 2016.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA – FAEPE, 2005. 183p.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo. EPU-EDUSP, 1978. 256p.

HENCKER, C.; ASSIS, A. M.; LIRIO, E. J. Fitossociologia de um trecho de floresta estacional semidecidual no município de Itarana (ES). **Natureza on line**, Santa Teresa, ES, v. 10, n. 3, p. 153-159, 2012. Disponível em <http://www.labgestufes.com.br/sistema/downloads/85/01_henckercetal_153159.pdf>. Acesso em 18 de set. de 2016.

KOZLOWSKI, T. T., KRAMER, P. J., PALLARDY, S. G. **The physiology ecology of wood plants**. San Diego, USA: Academic, 1991. 657p.

LAVIOLA, B. G. et al. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. **Revista brasileira de ciência do solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 319-329, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200014>>. Acesso em 02 de out. de 2016.

LEÃO, A. C.; SILVA, L. A. M. Bioelementos na cobertura vegetal e no solo do ecossistema dos tabuleiros costeiros do sudeste da Bahia, Brasil. **Agrotropica**, 3:87-92, 1991.

LUCA, E. F. et al. Eficiência de absorção e utilização de fósforo (^{32}P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 59, n. 3, p. 543-547, 2002. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v59n3/10588.pdf>>. Acesso em 05 de out. de 2016.

MACHADO, C. T. T.; FURLANI, A. C.; MACHADO, A. T. Índices de eficiência de variedades locais de melhoradas de milho ao fósforo. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 60, n. 3, p. 225-238, 2001. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v60n3/a10v60n3.pdf>>. Acesso em 05 de out. de 2016.

MALAVOLTA, E. et al. Repartição de nutrientes nas flores, folhas e ramos da laranjeira cultivar natal. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 28, n. 3, p. 506-511, 2006. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452006000300036>>. Acesso em 02 de out. de 2016.

MALAVOLTA, E. et al. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. R. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 37:1017-1022, 2002. Disponível em <<http://www.rragroflorestal.com.br/documents/100.pdf>>. Acesso em 02 de out. de 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254p.

MENDES, A. D. R. et al. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estágios foliares de seringueira. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 42, n. 4, p.525-532, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000400010>>. Acesso em 03 de out. de 2016.

MOURA, O. N. et al. Conteúdo de nutrientes na parte aérea e eficiência nutricional em *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 1, n. 1, p. 23-29, 2006. Disponível em <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=17&path%5B%5D=11>>. Acesso em 06 de out. de 2016.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; EVANGELISTA, A. R. Influência da relação cálcio:magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 2, p. 249-255, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000200014>>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.

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

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica: uma experiência da CESP Companhia Energética de São Paulo. **Série Cadernos da Biosfera** 3: 1-48. 2000.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento de *Eucalyptus* spp. Níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista árvore**, Viçosa, MG, v. 10, n. 1, p. 105-111, 1986. Acesso em 31 de dez. de 2016.

ORLANDO-FILHO, J. O. et al. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

PEREZ, B. A. P. et al. Potassium doses for African mahogany plants growth under two hydric conditions. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 22, p. 1973-1979, 2016. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11026>>. Acesso em 06 de out. de 2016.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP 2008. 407 p.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, 2001. 338 p.

SAIDELLES, F. L. F. et al. Determinação do ponto de amostragem para a quantificação de macronutrientes em *Acacia mearnsii* de Wild. **Floresta**, Curitiba, PR v. 40, n. 1, p. 49-62, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v40i1.17098>>. Acesso em 06 de out. de 2016.

SALDARRIAGA, J. G. et al. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **The Journal of Ecology**, Oxford, p. 938-958, 1988. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2307/2260625>>. Acesso em 31 de dez. de 2016.

SANTOS-FILHO, B. G. et al. Comportamento Nutricional de Espécies Arbóreas Utilizadas no Reflorestamento de Áreas Degradadas Sob o Impacto da Exploração Petrolífera na Região de Urucu, Município de Coari, AM. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, supl. 2, p. 1134-1136, 2007. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/910/738>>. Acesso em 01 de out. de 2016.

SANTOS, C. S. **Efeito de doses crescentes de P₂O₅ na qualidade da bebida do café**. 2010. 32 f. Graduação (Tecnologia em Cafeicultura) – Instituto Federal de Educação Sul de Minas Gerais, 2010.

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em latossolo húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 57-62, 1998. Disponível em: <<http://www.sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n1a08.pdf>>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantados em Anhembi, SP. **Ciência florestal**, Santa Maria, RS, v. 3, n. 1, p. 21-34, 1993.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, A. C.; SANTOS, A. R.; PAIVA, A. V. Translocacao de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 4, p. 11-18, 1998. Disponível em: <http://www.unifenas.br/pesquisa/download/ArtigosRev1_98/rev3.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, MG, v. 8, n. 2, p. 107-116, 2002. Disponível em <<http://www.rragroflorestal.com.br/documents/100.pdf>>. Acesso em 01 de out. de 2016.

SILVERTOWN, J. Plant coexistence and the niche. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 19, n.11, p.605-611, 2004. Disponível em <<http://doi.org/10.1016/j.tree.2004.09.003>>. Acesso em 30 de dez. de 2016.

SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R., et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 28p.

SOUZA, N. H. et al. Estudo nutricional da canafistula (ii): eficiência nutricional em função da adubação com nitrogênio e fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 803-812, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500002>>. Acesso em 18 de set. de 2016.

SORREANO, M. C. M. et al. Deficiência de macronutrientes em mudas de sangra D'Água (*Croton urucurana*, Baill). **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 17, n. 3, p. 347-352, 2011. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v17n3/v17n3a08.pdf>>. Acesso em 18 de set. de 2016.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

VIEIRA, T. A. S. **Crescimento e eficiência nutricional de leguminosas arbóreas pioneiras e não pioneiras**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2013. Disponível em <<http://repositorio.ufv.br/handle/123456789/3154>>. Acesso em 19 de set. de 2016.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098893>>. Acesso em 03 de out. de 2016.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD J. R. R. L. Nutrient cycling in most tropical forest. **Annual Review Ecology Science**, v. 17, p. 137- 167, 1986. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.001033>>. Acesso em 18 de set. de 2016.

YOUNG, H. E.; CARPENTER, P. N. Sampling variation of nutrient element content within and between trees of the same species. **Oslo biomass studies**, p. 75-99, 1976.

WATZLAWICK, L. F. et al. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 40, n. 95, p. 353-362, 2012. Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr95/cap06.pdf>>

CAPÍTULO III

Estacionalidade do aporte de serrapilheira e nutrientes em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

RESUMO

Espécies vegetais que compõem a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas não são caducifólias. Portanto, nestes ambientes tropicais, o aporte de serrapilheira pode ser influenciado por variações climáticas, como precipitação pluvial e temperatura. Isso é importante porque essas variações climáticas têm se intensificado nos últimos anos, podendo comprometer o equilíbrio da ciclagem de nutrientes nesses ambientes tropicais. Portanto, este estudo objetivou avaliar a influência das variações climáticas no aporte estacional de serrapilheira e nutrientes em remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. O aporte de serrapilheira e nutrientes foi monitorado mensalmente de junho de 2014 a maio de 2015. Para isso, foram instalados 40 coletores na área do fragmento. No material vegetal aportado, foram determinados os teores e calculados os conteúdos de N, P, K, Ca e Mg. O aporte de serrapilheira foi de 8.261,15 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e dos nutrientes de 244,93 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O N foi o nutriente mais aportado, podendo ciclar, 113,75 kg ha⁻¹ ano⁻¹. O aporte de serrapilheira não foi influenciado pelas variações climáticas. As deposições de material vegetal só dependeram da senescência natural dos órgãos das espécies. Por outro lado, o aporte de K pela serrapilheira foi influenciado pela precipitação pluvial e temperatura e o aporte de P apenas pela temperatura, que podem intervir no equilíbrio da ciclagem natural desses nutrientes no ecossistema.

Palavras chave: floresta tropical, ciclagem de nutrientes, nutrição florestal.

CHAPTER III

Seasonality of litter and nutrient contribution in fragments of Ombrophilous Dense Lowland Forest in Pernambuco, Brazil

ABSTRACT

Plant species that make up the Dense Ombrophilous Lowland Forest are not deciduous. Therefore, in these tropical environments, the contribution of litter can be influenced by climatic variations, such as rainfall and temperature. This is important because these climatic variations have intensified in recent years and may compromise the nutrient cycling balance in these tropical environments. Therefore, this study aimed to evaluate the influence of climatic variations on the seasonal contribution of litter and nutrients in remnants of Dense Ombrophilous Lowland Forest in Pernambuco, Brazil. The contribution of litter and nutrients was monitored monthly from June 2014 to May 2015. For this, 40 collectors were installed in the fragment area. The contents of N, P, K, Ca and Mg were determined in the input material. The litter contribution was $8.261,15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ and the nutrients were $244,93 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. N was the most favored nutrient, being able to cycle, $113,75 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. The litter supply was not influenced by climatic variations. The depositions of plant material depended only on the natural senescence of the organs of the species. On the other hand, the contribution of K by litter was influenced by rainfall and temperature and the contribution of P only by temperature, which can interfere in the balance of the natural cycling of these nutrients in the ecosystem.

Keywords: tropical rainforest, nutrient cycling, forest nutrition.

1. Introdução

A nutrição das florestas tropicais é influenciada pelo conteúdo de nutrientes que são transferidos ao solo. O aporte de serrapilheira é o principal responsável pela entrada de nutrientes no sistema florestal (COSTA et al., 2010; DINIZ et al., 2015).

A serrapilheira atua na interceptação da luz, no sombreamento das sementes e plântulas, na redução da evaporação da água, além de atenuar o impacto da gota de chuva ao solo, o que reduz o escoamento superficial e a perda de nutrientes (BARBOSA; FARIA, 2006). É fonte de C e energia para os organismos do solo e também é considerada a fração mais dinâmica e, provavelmente, a mais variável não só entre ecossistemas, mas também dentro de um mesmo ecossistema (CORREIA; ANDRADE, 1999).

De acordo com Spain (1984), a formação da camada de serrapilheira depende da produção e da velocidade de decomposição da matéria orgânica que varia conforme a composição do substrato, atividade dos decompositores, condições ambientais, principalmente, temperatura e umidade relativa do ar, e das propriedades físicas do solo.

Durante a sua decomposição, os nutrientes são liberados, sobretudo, na camada superficial do solo (SCHERR, 2008). O material orgânico se mineraliza e incorpora C e N ao horizonte mineral do solo (SANTOS, 2007). A ciclagem nutricional é que o mantém a exuberância e a alta produção de biomassa das florestas tropicais, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes (ESPIG et al., 2009).

Segundo Figueiredo-Filho et al. (2003) o material aportado varia em função da tipologia vegetal e da condição climática. Uma forma de avaliar essa variação é por meio do monitoramento da produção da serrapilheira. Isso permite compreender o processo de ciclagem de nutrientes, avaliar a capacidade produtiva da floresta e relacionar os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais das espécies.

Dessa forma, o aporte de serrapilheira se torna um importante bioindicador das variações climáticas em ambientes florestais, porque o aporte pode variar com a temperatura do ar e, ou, precipitação pluvial (FREIRE et al., 2014; FERREIRA et al., 2014).

Segundo Moreira e Silva (2004), o maior aporte de serrapilheira ocorre devido ao déficit hídrico no solo, que normalmente ocorre durante a estação seca. Quando a esse fenômeno se adicionam altas temperaturas do ar, comumente registradas nesse período do ano, as espécies florestais são submetidas ao estresse hídrico, perdem material vegetal sobretudo folhas, incrementando o aporte de serrapilheira sobre o solo.

No entanto, como nesse período há pouca umidade no solo, a decomposição é reduzida e os nutrientes se acumulam na serrapilheira. Selle (2007), revisando a ciclagem de

nutrientes em ecossistemas florestais, constatou que o aporte de serrapilheira era maior nas estações secas e de temperaturas do ar mais elevadas. Porém, a decomposição ocorria mais rápida em épocas de maiores precipitações pluviais.

Espécies vegetais que compõem a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas não são caducifólias. Portanto, nesses ambientes tropicais, o aporte de serrapilheira pode ser influenciado por variações climáticas, como precipitação pluvial e temperatura. Isso é importante porque essas variações climáticas têm se intensificado nos últimos anos, podendo comprometer o equilíbrio da ciclagem de nutrientes nesses ambientes tropicais.

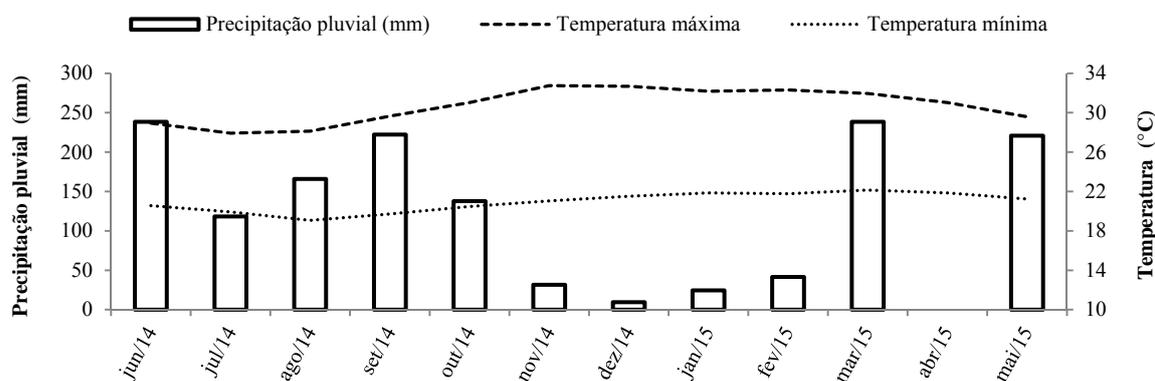
Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da precipitação pluvial e temperatura do ar no aporte estacional de serrapilheira e nutrientes em remanescente de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, conforme descrito no primeiro capítulo. Os dados de temperatura (mínima e máxima) foram obtidos no Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil e estimados em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI et al., 2006) para o período de junho de 2014 a maio de 2015 (Figura 1).

Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima durante o período de monitoramento da deposição de serrapilheira no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. Fonte: Cavalcanti et al. (2006) e Oliveira et al. (2016).



Foi realizada a caracterização química e física do solo do fragmento florestal em três profundidades (0,0-0,05; 0,05-0,20; e 0,20-0,40 m) (Tabela 1), conforme descrita no capítulo II.

Tabela 1 - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Atributos	Profundidade (m)		
	0,0-0,05	0,05-0,20	0,20-0,40
pH (H ₂ O)	3,88	4,10	4,53
P (mg dm ⁻³)	1,37	1,30	1,10
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,30	0,12	0,05
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,83	0,46	0,40
K (cmol _c dm ⁻³)	0,06	0,05	0,04
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,69	1,37	1,02
(H+Al) (cmol _c dm ⁻³)	8,94	7,00	5,47
SB ¹	1,19	0,63	0,49
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³) ²	2,88	2,00	1,51
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³) ³	10,13	7,63	5,96
m (%) ⁴	58,68	68,50	67,55
V (%) ⁵	11,75	8,26	8,22
Fe (mg dm ⁻³)	155,61	135,24	139,27
Cu (mg dm ⁻³)	1,82	1,81	1,87
Zn (mg dm ⁻³)	5,14	4,41	6,09
Mn (mg dm ⁻³)	9,92	8,79	9,39
Areia Total (g kg ⁻¹)	498,20	413,70	384,10
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	420,70	321,11	296,60
Areia Fina (g kg ⁻¹)	77,50	92,60	87,50
Silte (g kg ⁻¹)	285,30	313,90	270,70
Argila (g kg ⁻¹)	216,50	272,40	345,20

¹Soma de bases; ²Capacidade de troca de cátions efetiva; ³Capacidade de troca de cátions potencial; ⁴Saturação por alumínio; ⁵saturação por bases.

2.2 Coleta da deposição de serrapilheira e procedimentos analíticos para determinação dos nutrientes

No centro das parcelas utilizadas para o estudo fitossociológico foram instalados coletores para monitoramento mensal da deposição de serrapilheira. A coleta da serrapilheira foi realizada de junho de 2014 a maio de 2015. Para coleta do material foram utilizados coletores com as dimensões de 1 m x 1m (1 m² de área). Os coletores foram confeccionados com tela de nylon com malha de um milímetro e paredes de 0,25 m de altura e instalados de forma suspensa a, aproximadamente, 0,50 m do solo.

Considerou-se como serrapilheira todo material que era depositado dentro dos coletores, sem fracionamento. Sua produção foi quantificada a partir da seguinte equação (LOPES et al., 2002):

$$PS = (\sum PMS \times 10.000) / Ac$$

Em que: PS é a produção de serrapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); PMS é a produção mensal de serrapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$); 10.000 é um fator de transformação de m^2 para hectare; e Ac é a área do coletor (m^2).

A cada mês, a serrapilheira depositada era acondicionada em sacos de papel etiquetados e levada à estufa de circulação forçada de ar a $65\text{ }^\circ\text{C}$ até peso constante. Esse material foi pesado para determinação do peso seco, moído, homogeneizado e acondicionado em frascos previamente limpos e secos.

Os nutrientes avaliados foram: N, P, K, Ca e Mg. O P, K, Ca e Mg foram extraídos por digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983). Posteriormente, o Ca e Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EMBRAPA, 2011), P foi dosado por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974) e K determinado por fotometria de chama (EMBRAPA, 2011). O N foi extraído por digestão sulfúrica e determinado por destilação e titulação pelo método Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

2.3 Procedimentos estatísticos

Os dados de deposição de serrapilheira, teores e aporte de nutrientes foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F ao nível de 5% de probabilidade foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa de análises estatísticas ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

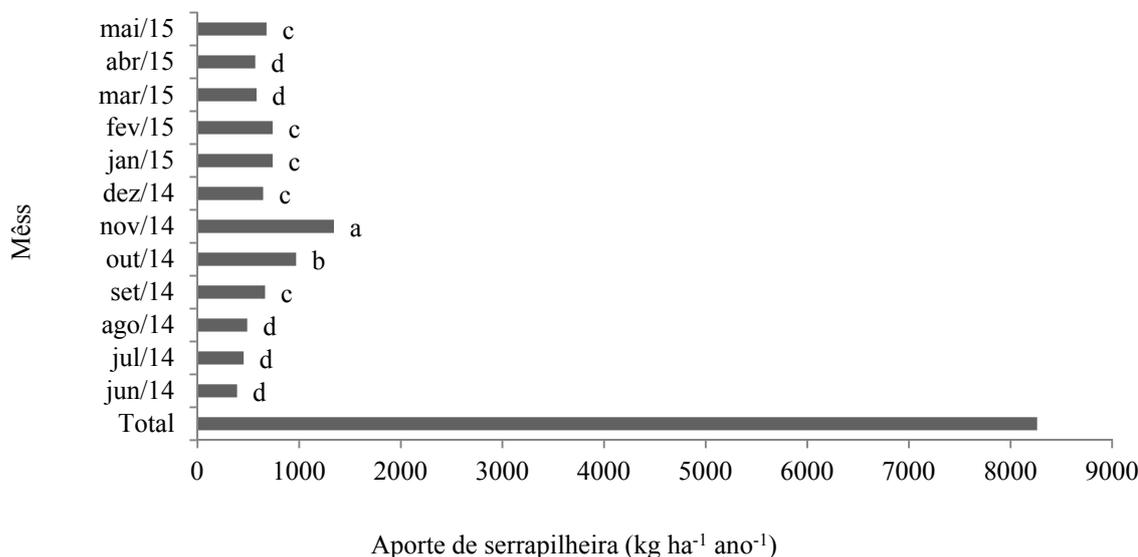
A coleta dos dados foi realizada em 40 coletores distribuídos em toda a área do fragmento. Essa distribuição causa alta variabilidade, porque não há controle local e a densidade absoluta das espécies é muito variável entre as parcelas. Por isso, nas variáveis em que os dados variaram acima de 30% foi realizada uma transformação de \sqrt{x} dos dados. As relações entre os fatores climáticos (temperatura média e precipitação pluvial) e o aporte de serrapilheira e nutrientes foram avaliadas por correlações de Pearson (r) e foi considerada correlação significativa até o nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussão

3.1 Deposição de serrapilheira

O aporte anual de serrapilheira foi de $8.261,15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, variando ao longo do ano, sendo maior no mês de novembro (Figura 2).

Figura 2 - Aporte de serrapilheira mensal e anual no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. (Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott até o nível de 5% de probabilidade).



O aporte observado neste estudo foi semelhante ao de Machado et al. (2015), que quantificaram 8.960 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em um fragmento de Floresta Atlântica no Rio de Janeiro, Brasil, também em estágio médio de sucessão. Segundo Chazdon (2012), o maior aporte em florestas em estágios mais avançados de sucessão pode estar relacionado com a complexidade estrutural da vegetação, porque com o avanço da sucessão, ocorrem alterações na composição e na diversidade de espécies vegetais.

Custódio Filho et al. (1996), estudando a produção de serrapilheira e aporte de nutrientes em uma Floresta Pluvial Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), relataram produção anual de 6.054,10 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Gomes et al. (2010), em fragmentos de Floresta Atlântica no Rio de Janeiro, Brasil, mensuraram aporte médio de 4.900 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Esses aportes foram menores do que o observado neste estudo, porque esses fragmentos estavam em estágio inicial de sucessão. Outra possibilidade de diminuição do aporte de serrapilheira é a declividade do fragmento (GOMES et al. 2010).

De acordo com Vitousek e Sanford-Júnior (1986), o estágio sucessional da vegetação e a fertilidade do solo são fatores que causam variações não só no aporte de serrapilheira, mas também em todos os aspectos da ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. Outro fator importante é a topografia, que modifica a dinâmica da ciclagem de nutrientes, devido ao maior escoamento superficial observado em fragmentos florestais de declives elevados.

Aportes de serrapilheira maiores do que os encontrados neste estudo foram quantificados por Machado et al. (2008), que estudaram a produção de serrapilheira em floresta secundária, como bioindicador de recuperação florestal em plantio adensado de revegetação ($10.170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Espig et al. (2009), avaliando aporte de serrapilheira em fragmento de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil, relataram aporte anual de $10.070 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Golley et al. (1978) e Nunes (1980), mensuraram o aporte de serrapilheira em 11.350 e $11.200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no Panamá e no Brasil, respectivamente.

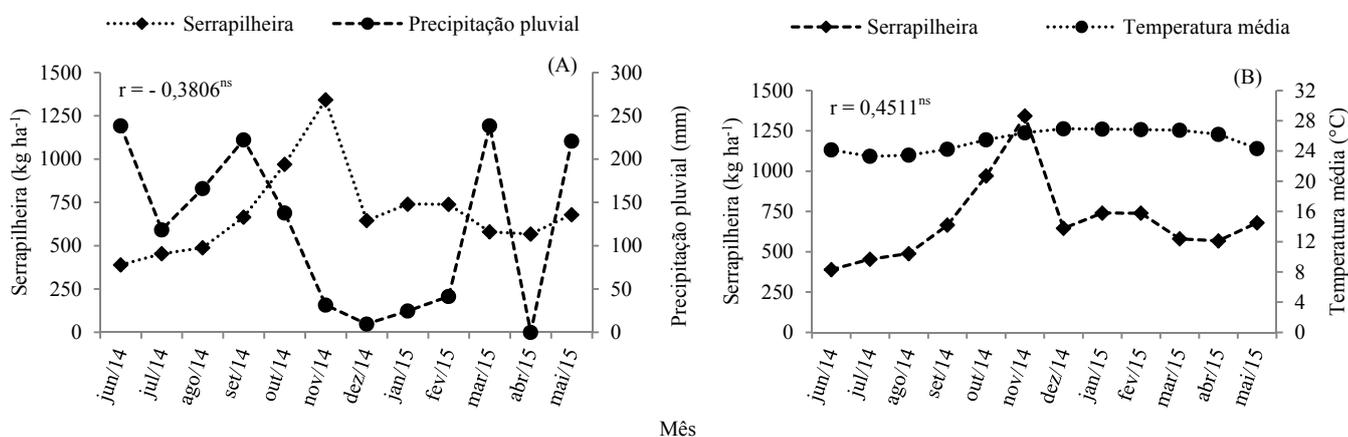
As características químicas do solo do fragmento estudado por Espig et al. (2009) foram similares à deste estudo (Tabela 1), apresentando acidez muito elevada, solo distrófico e elevada saturação por Al. Isto reforça a hipótese de que o elevado aporte de serrapilheira possa ter relação direta com o estágio sucessional, porque o fragmento estudado por Espig et al. (2009) estava em estágio sucessional mais avançado do que o deste estudo.

Golley et al. (1978), em revisão sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas de trópicos úmidos, afirmaram que a quantidade de serrapilheira aportada em florestas tropicais em todo o mundo varia entre 4.620 e $11.610 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Andrade et al. (1999) relataram que, em média, nas florestas tropicais com solos de baixa fertilidade, se constataram aportes de $7.500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de matéria seca na forma de resíduos orgânicos formadores da serrapilheira, enquanto que em solos de fertilidade média essa produção é de $10.500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e em áreas montanhosas de $6.300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Os maiores aportes ao longo do ano no fragmento ocorreram no período mais seco, que foi de outubro/2014 a fevereiro/2015 (Figura 2), sendo a maior deposição constatada no mês de novembro de 2014 ($1.342,39 \text{ kg ha}^{-1}$) (Figura 2). O maior aporte de serrapilheira pela floresta no período seco, pode ser uma resposta da vegetação ao estresse hídrico, porque a queda das folhas reduz a perda de água por transpiração (HERBOHN; CONGDON, 1993; MARTINS; RODRIGUES 1999).

Apesar do maior aporte de serrapilheira ter ocorrido no período mais seco do ano, não se observou correlação do aporte de serrapilheira nem com a precipitação pluvial e nem com a temperatura (Figura 3), portanto para este estudo não houve influência destes fatores climáticos sobre a produção de serrapilheira ao longo do ano. Esta correlação também não foi observada por Giácomo et al. (2012) em áreas de cerrado.

Figura 3 - Correlação do aporte de serrapilheira com a precipitação pluvial (A) e temperatura média (B) em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. ^{ns}Não significativo até o nível de 5% de probabilidade.



Scoriza e Piña-Rodrigues (2014) relataram que alguns estudos afirmaram existir relação entre a deposição de serrapilheira com fatores climáticos, porém essa correlação podia ser comumente fraca e imprecisa. Brun et al. (2001), avaliando a relação entre a produção de serrapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul, Brasil, observaram baixas correlações de variações climáticas e estágios sucessionais de aporte de serrapilheira.

No entanto, Espig et al. (2009), avaliando o aporte de serrapilheira e nutrientes em um fragmento de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil, encontraram correlação negativa da produção de serrapilheira com a precipitação pluvial. Porém, o coeficiente de correlação foi baixo ($r = -0,5491$) quando os autores consideraram toda a serrapilheira depositada, e um pouco mais alto ($r = -0,5853$), quando consideraram apenas a deposição de folhas.

Em regiões tropicais, as variações da precipitação pluvial ao longo do ano são muito frequentes e podem influenciar a deposição de serrapilheira de maneira inversamente proporcional. Neste estudo, isso não ocorreu porque a precipitação pluvial entre os meses de junho a setembro de 2014 e de março a maio de 2015 foram atípicas e muito variáveis (Figuras 1 e 3), impossibilitando uma correlação significativa com a deposição de serrapilheira.

Por outro lado, a temperatura média do ar em regiões tropicais, principalmente, próximas aos oceanos, não são muito variáveis (Figuras 1 e 3), porque ocorre uma regulação térmica promovida pela umidade relativa do ar advinda do oceano, fazendo com que o aporte de serrapilheira não se correlacione com essa variável climática.

3.2 Teores de nutrientes na serrapilheira

Os teores dos nutrientes aportados na serrapilheira obedeceram a seguinte ordem decrescente: N>Ca>Mg>K>P (Tabela 2). Esse comportamento também foi constatado por Lima et al. (2010), em área com formação vegetal predominante de transição entre Cerrado e floresta secundária mista.

Villa et al. (2016) estudando aporte de nutrientes em área de restauração, observaram que o P foi o de menor teor (N>Ca>K>Mg>P). Esta mesma sequência de distribuição também foi observada por Pinto et al. (2009), para floresta estacional semidecidual no início de sucessão, em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 2 - Teores mensais de nutrientes na serrapilheira do fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Mês/ano	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹				
Junho/2014	13,09 b	0,78 b	2,74 a	8,28 b	5,80 c
Julho/2014	14,94 a	0,82 b	1,52 b	9,57 b	6,00 c
Agosto/2014	14,10 a	0,95 a	0,91 c	5,99 c	6,10 c
Setembro/2014	13,78 b	0,89 b	1,02 c	7,40 c	6,50 b
Outubro/2014	12,59 b	0,85 b	1,10 c	8,31 b	7,10 a
Novembro/2014	13,01 b	0,95 a	1,67 b	8,16 b	7,40 a
Dezembro/2014	14,67 a	1,00 a	1,49 b	6,03 c	4,00 e
Janeiro/2015	13,66 b	1,09 a	2,78 a	4,59 c	3,60 e
Fevereiro/2015	13,74 b	1,11 a	2,53 a	5,31 c	3,80 e
Março/2015	14,44 a	1,01 a	1,48 b	9,44 b	5,09 c
Abril/2015	14,38 a	1,05 a	2,29 a	10,88 a	4,70 d
Mai/2015	14,52 a	0,85 b	1,25 c	11,18 a	5,50 c
Média	13,91	0,95	1,73	7,93	5,50
F _{calculado}	3,67**	5,98**	29,65**	8,09**	44,69**
C.V. (%)	17,37	29,24	22,37	31,80	21,66

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os teores de N variaram entre 12,59 e 14,94 g kg⁻¹, sem que tenha havido diferença significativa entre os meses de julho, agosto e dezembro de 2014 e março, abril e maio de 2015 (maiores teores), bem como entre os meses de junho, setembro, outubro e novembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015 (menores teores) (Tabela 2).

O teor médio de P registrado foi de 0,95 g kg⁻¹ (Tabela 2). Este valor é superior ao determinado por Espig et al. (2009), que foi de 0,50 g kg⁻¹. O fragmento estudado por Espig et al. (2009) apresentava um estágio sucessional mais avançado, fazendo com que o P tenha sido translocado das folhas velhas, para as mais jovens, devido a sua mobilidade.

Por outro lado, o teor médio de K na serrapilheira foi de $1,73 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 2). O teor de K na serrapilheira observado nesse trabalho foi inferior ao determinado por Espig et al. (2009), em área de Floresta Atlântica em Pernambuco, Brasil, e pode estar relacionado com pequenas taxas desse nutriente na ciclagem biogeoquímica (GODINHO et al., 2013). O baixo teor de K também pode estar relacionado com a facilidade de lixiviação deste nutriente diretamente da superfície das folhas pela água das chuvas, devido a sua elevada solubilidade.

O teor médio de Ca foi $7,93 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 2). Segundo Godinho et al. (2014) e Villa et al. (2016), este teor elevado ocorre devido ao fato do Ca ser um componente estrutural das células do tecido vegetal e um dos últimos nutrientes liberados para o solo via decomposição da serrapilheira. No entanto, para Caldeira et al. (2008), isso também pode estar relacionado com a pouca mobilidade do Ca nos tecidos vegetais e com a longevidade das folhas, fazendo com que ele permaneça em maiores quantidades em folhas senescentes do que outros nutrientes.

Os teores de Mg diferiram significativamente entre os meses avaliados (Tabela 2). O teor médio foi de $5,50 \text{ g kg}^{-1}$, superior aos determinados por Golley et al. (1978) e Espig et al. (2009), que foram de $2,04 \text{ g kg}^{-1}$ e $2,42 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. De acordo com Viera e Schumacher (2010), algumas vezes, o baixo teor pode ser explicado pela translocação deste nutriente das folhas senescentes para as mais jovens, diminuindo, dessa forma, o teor na serrapilheira. Neste fragmento, especificamente, o solo apresentava elevados teores de Mg trocável (Tabela 1), refletindo na nutrição das espécies e, conseqüentemente, no aporte.

3.3 Aporte de nutrientes da serrapilheira

O aporte anual dos nutrientes ao solo apresentou a seguinte ordem decrescente: $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P}$ (Tabela 3). O aporte de N e Ca são altos na maioria das florestas tropicais estudadas. Esse fato acontece, principalmente, porque ambos ocorrem em maiores proporções no componente folha (BARBOSA; FARIA, 2006; ESPIG et al., 2009; CALVI et al., 2009) que corresponde a maior parte da serrapilheira (SILVA et al., 2009).

Tabela 3 - Aporte mensal e anual de nutrientes da serrapilheira do fragmento Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Mês/ano	N	P	K	Ca	Mg
	kg ha ⁻¹				
Junho/2014	5,09 g	0,30 e	1,07 b	3,22 d	2,20 e
Julho/2014	6,78 f	0,37 e	0,69 c	4,34 d	2,70 e
Agosto/2014	6,89 f	0,46 d	0,44 d	2,92 d	3,00 e
Setembro/2014	9,17 d	0,59 c	0,67 c	4,92 c	4,30 c
Outubro/2014	12,21 b	0,83 b	1,07 b	8,07 b	6,80 b
Novembro/2014	17,46 a	1,27 a	2,24 a	10,95 a	10,00 a
Dezembro/2014	9,47 d	0,65 c	0,96 b	3,89 d	2,50 e
Janeiro/2015	10,11 c	0,80 b	2,06 a	3,39 d	2,60 e
Fevereiro/2015	10,16 c	0,82 b	1,87 a	3,92 d	2,80 e
Março/2015	8,38 e	0,59 c	0,86 c	5,47 c	3,40 d
Abril/2015	8,17 e	0,59 c	1,30 b	6,17 c	2,60 e
Mai/2015	9,86 c	0,58 c	0,85 c	7,59 b	3,70 d
Média	9,48	0,66	1,17	5,41	3,90
Total (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	113,75	7,85	14,08	64,85	44,40
F _{calculado}	147,98**	62,60**	45,53**	19,67**	233,49**
C.V. (%)	17,22	31,15	22,73	31,59	24,16

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. **significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Foram aportados 244,93 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nutrientes ao solo (Tabela 3). O N foi o mais aportado (46,4% do aporte anual) e o P o menos aportado (3,2% do aporte anual). Como o solo do fragmento apresenta baixa fertilidade natural (Tabela 1), a nutrição florestal pode ser dependente da ciclagem de nutrientes. Esta, por sua vez, pode ser influenciada pelas variações climáticas, tanto para o aporte de nutrientes, como para a decomposição do material vegetal aportado.

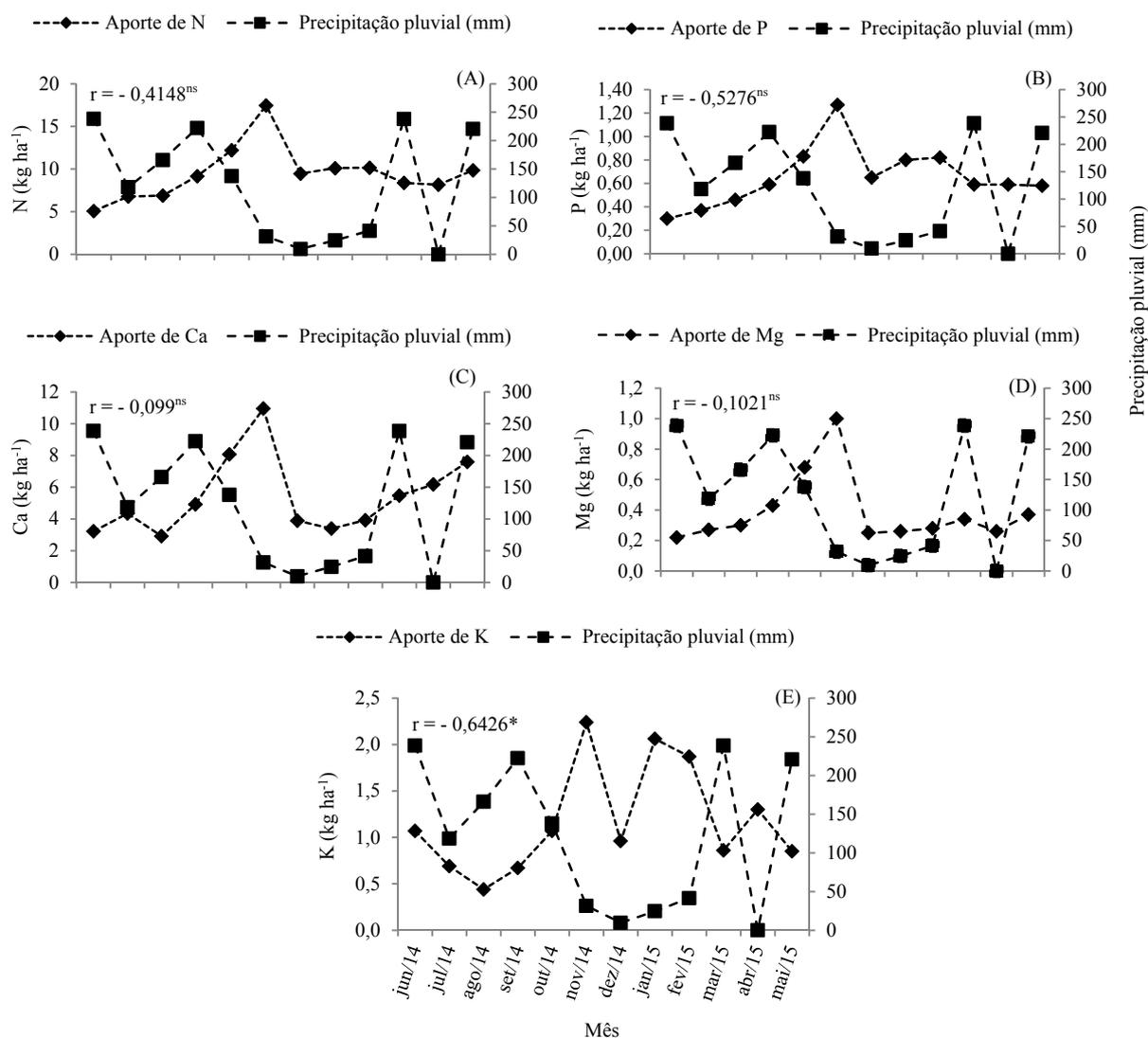
Aerts (1996) explicou que o P é um elemento muito móvel na planta e em algumas espécies com folhas senescentes, ocorre translocação de 40 a 60% do elemento localizado nas folhas mais velhas, para outros órgãos mais jovens da planta antes da abscisão foliar, fazendo com que este nutriente seja redistribuído e utilizado na formação de novos tecidos. Os teores de P na serrapilheira, neste fragmento, não foram baixos (Tabela 2), comparativamente a outros estudos na mesma região, como o de Espig et al. (2009). No entanto, a migração de P pode ter ocorrido, reduzindo o aporte.

Correlações realizadas entre os aportes dos nutrientes da serrapilheira e a precipitação pluvial mostraram que os aportes de N, P, Ca e Mg não foram influenciados por essa variável climática (Figura 4). No entanto, a correlação entre os aportes médios mensais do K com a

precipitação pluvial foi significativa e inversa, ou seja, os maiores aportes de K ocorreram no período de menor precipitação pluvial (Figura 4), resultado que corrobora com os de Espig et al. (2009).

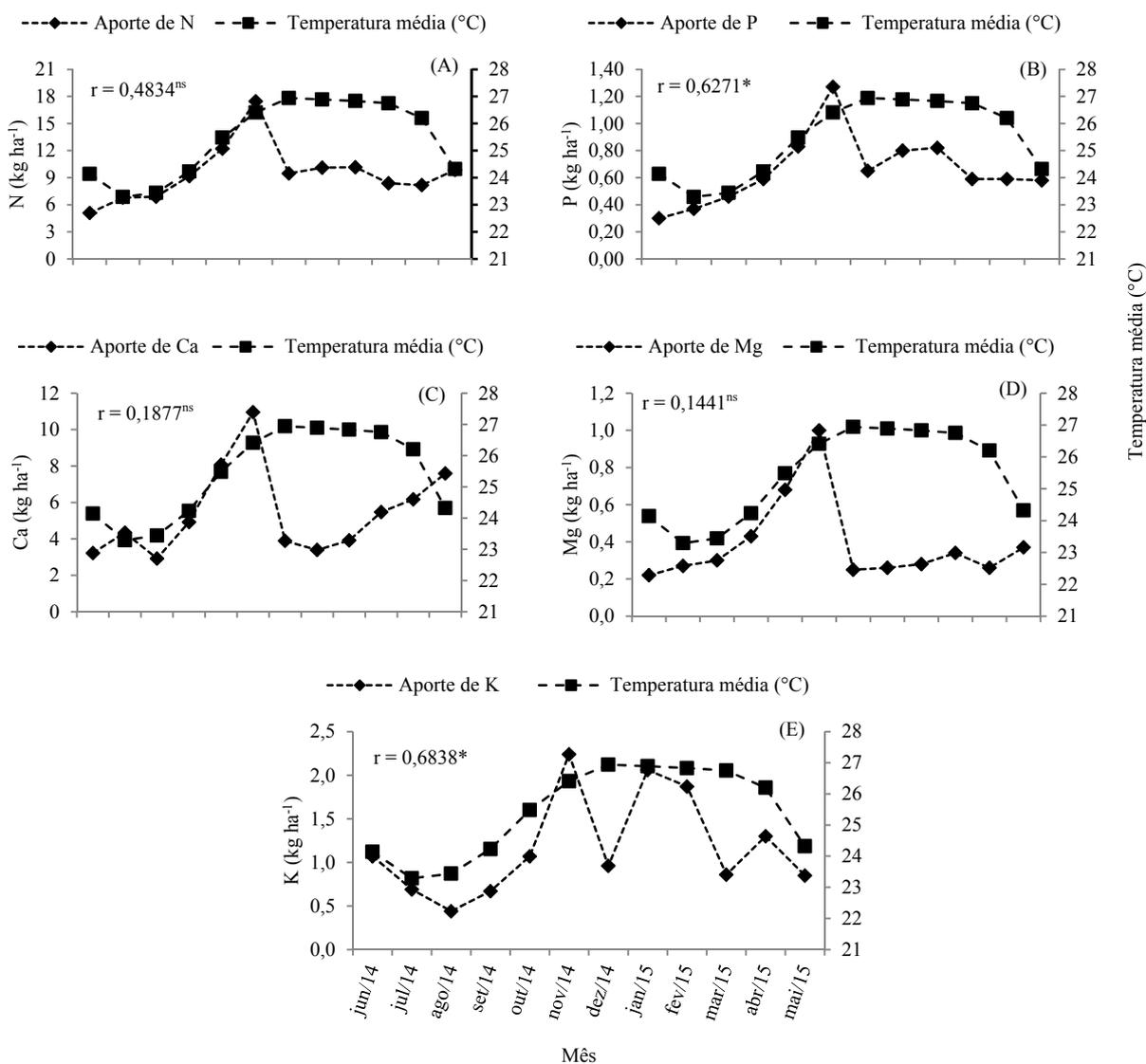
Segundo Arcova e Cicco (1987), esse comportamento pode ser devido à forma iônica em que o K se encontra nos vegetais, podendo ser facilmente extraído dos tecidos, tanto pela água da chuva, quanto pela própria umidade do solo e, posteriormente, perdido por lixiviação (BOER et al., 2007).

Figura 4 - Correlação do Aporte de nitrogênio (A), fósforo (B), cálcio (C), magnésio (D) e potássio (E) com a precipitação pluvial em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo.



Constatou-se, também, correlação entre os aportes médios mensais de P e K com a temperatura do ar, ou seja, maiores aportes ocorreram nos períodos mais quentes (Figura 5). Segundo Holanda (2012), as correlações podem ser atribuídas às funções destes nutrientes, como também a sua dinâmica no sistema solo-planta, em que o K é facilmente lixiviado, ou seja, o período de maior precipitação pluvial será onde ocorrerá os menores aportes desse nutriente na serrapilheira (Figura 4 E).

Figura 5 - Correlação do aporte de nitrogênio (A), fósforo (B), cálcio (C), magnésio (D) e potássio (E) com a temperatura média em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil. *Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo.



Entretanto, a maior temperatura está associada ao maior aporte, porque nos períodos em que é mais elevada, ocorre maior abscisão foliar das plantas para evitar elevados níveis de transpiração, reduzindo o estresse hídrico provocado por condições adversas, como elevadas temperaturas do ar e baixa precipitação pluvial (Figura 5 E).

O P é um elemento primordial no metabolismo vegetal, principalmente nos aspectos relacionados com a aquisição, estocagem e utilização de energia e, antes de iniciar o período de abscisão foliar, este elemento é translocado para outros compartimentos da planta, a exemplo do caule (HOLANDA, 2012). Mesmo não sendo constatada correlação do aporte de P com a precipitação, a correlação foi acima de 52% (Figura 4 B), mostrando que existe relação da precipitação pluvial com o aporte deste nutriente, mesmo em pequenas proporções.

Dessa forma, assim como o K, o P também é facilmente lixiviado da superfície foliar pela chuva (RESENDE et al., 1996), ou seja, apenas a maior temperatura do ar está associada ao maior aporte porque não ocorre perda desse nutriente por lixiviação. Silva (2014), avaliando produção e concentração de nutrientes via serrapilheira em Floresta Ombrófila Densa, também constatou correlação do P com a temperatura do ar.

4. Conclusões

A deposição de serrapilheira foi de $8.261,15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aportando $244,93 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nutrientes, sendo o N o nutriente mais aportado, com, $113,75 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$;

O aporte de serrapilheira não foi influenciado pelas variações climáticas. As deposições de material vegetal só dependeram da senescência natural dos órgãos das espécies;

O aporte de K pela serrapilheira foi influenciado pela precipitação pluvial e temperatura e o aporte de P apenas pela temperatura, que podem interferir no equilíbrio da ciclagem natural destes nutrientes no ecossistema.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennial: are there general patterns. **Journal of Ecology**, [S.l.], v. 84, n. 3, p. 597-608, 1996.
- ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22 p. (Documentos, 13).
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Fluxo de nutrientes através da precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. **Boletim Técnico. IF**. São Paulo, v.41, n.1, p.37-58, 1987.
- BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, p. 461-476, 2006. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/23498740>>. Acesso em 21 de set. de 2016.
- BATAGLIA, O. C. et al. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, São Paulo: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, set. 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000900008>>. Acesso em 21 de set. de 2016.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.21, p.73-85, 1974.
- BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 9, n. 2, p. 277 - 285, 2001. Disponível em <<http://coral.ufsm.br/rba/p27792.html>>. Acesso em 21 de set. de 2016.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2853/2421>>. Acesso em 20 de set. de 2016.
- CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000100021>>. Acesso em 13 de dez. de 2016.
- CALVI, G. P., PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA-JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 2, p.131-138, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098404>>. Acesso em 15 de dez. de 2016.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**. Belém, v. 7, p. 195-218, 2012. Disponível em: <[http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao\(chazdon\).pdf](http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv7n3_2012/regeneracao(chazdon).pdf)>. Acesso em: 11 de dez. de 2016.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Editora Gênese, 1999.

COSTA, C. C. A. et al. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de Caatinga na flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200008>>. Acesso em 20 de set. de 2016.

CUSTÓDIO-FILHO, A. et al. Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, SP, v. 8, n. 1, p. 1-16, 1996.

DINIZ, A. R. et al. Biomassa, estoque de carbono e de nutrientes em estágios sucessionais da floresta atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, PE v. 10, n. 3, p. 443-451, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v10i3a4264>>. Acesso em 20 de set. de 2016.

EMBRAPA - **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. – Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

ESPIG, S. A. et al. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000500017>>. Acesso em 12 de out. de 2016.

FERREIRA, M. L. et al. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary Atlantic Forest of São Paulo, sp, southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 591-600, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000400002>>. Acesso em 01 de jan. de 2017.

FIGUEIREDO-FILHO, A. et al. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 13, n. 1, p.11-18, 2003. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981718>>. Acesso em 21 de set. de 2016.

FREIRE, M.; SCORIZA, R. I N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influência do clima no aporte de serrapilheira em uma floresta ombrófila densa montana. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 9, n. 3, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i3a4142>>. Acesso em 21 de set. de 2016.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga–MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050987549>>. Acesso em 16 de out. de 2016.

GODINHO, T. O. et al. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne**, Lavras, MG, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602014000100002>>. Acesso em 17 de out. de 2016.

GODINHO, T. O. et al. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 41, p. 131-144, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602014000100002>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo. EPU-EDUSP, 1978. 256p.

GOMES, J. M. et al. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i3a552>>. Acesso em 12 de out. de 2016.

HOLANDA, A. C. **Estrutura da comunidade arbustivo-arbórea e suas interações com o solo em uma área de caatinga, Pombal-PB**. 2012. 164 f. Tese (Doutorado Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. Disponível em: <<https://ppgcf-ufupe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 25 de ago. de 2016.

HERBOHN, J. L.; CONGDON, R. A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in north Queensland wet tropical rain forest. II. Litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, n. 03, p. 365-380, 1993. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/2559537>>. Acesso em 16 de out. de 2016.

LIMA, S. S. et al. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 75-84, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100009>>. Acesso em 16 de out. de 2016.

LOPES, M. I. S.; DOMINGOS, M.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. (Ed.) **Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica**. Seropédica: EDUR – UFRRJ, 2002. p. 72-102.

MACHADO, D. L. et al. Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da Mata Atlântica na bacia do rio Paraíba do Sul, RJ. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v31n1a2015-23092>>. Acesso em: 11 de dez. de 2016.

MACHADO, M. R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000100016>>. Acesso em 12 de out. de 2016.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 22, p. 405-412, 1999. Disponível em <[http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22\(3\)a09.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22(3)a09.pdf)>. Acesso em 13 de out. de 2016.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 49-59, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000100007>>. Acesso em 01 de jan. de 2017.

NUNES, K. S. **Ciclagem de nutrientes na mata de Dois Irmãos – Recife**. 1980. 123f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PINTO, S. I. C. et al. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 653-663, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000400008>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

RESENDE, M.; KER, J. C.; BAHIA-FILHO, A. F. C. Desenvolvimento sustentado do Cerrado. In: ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.) O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p.169-200.

SANTOS, E. **Carbono, nitrogênio e relação C/N em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa, Antonina-PR**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal do Paraná, 2007. Disponível em: <http://www.pgcisolo.agrarias.ufpr.br/dissertacao/2007_08_30_santos.pdf>. Acesso em: 25 de set. de 2016.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, 2008. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v38i2.11620>>. Acesso em 20 de set. de 2016.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de Floresta Estacional em Sorocaba, SP. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 687-696, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v44i4.34274>>. Acesso em 16 de out. de 2016.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, 2007. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/6912/4577>>. Acesso em 12 de jan. de 2017.

SILVA, A. D. **Produção e concentração de nutrientes via deposição de liteira na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra - PA**. 2014. 90 f. Tese (Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia) – Universidade Federal do Oeste do Pará, 2014.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, C. J. et al. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 39, n. 3, p. 591-600, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n3/v39n3a14.pdf>>. Acesso em 16 de dez. de 2016.

SPAIN, A. V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology**, v.72, n. 3, p. 947-961, 1984. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.2307/2259543>>. Acesso em 20 de set. de 2016.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

VIERA, M.; SCHUMACHER, V. Teores e aporte de nutrientes na serapilheira de *Pinus taeda* L. e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 85-94, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100010>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

VILLA, E. B. et al. Aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. 2016. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 23, n. 1, p. 90-99, 2016. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.067513>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000600004>>. Acesso em 21 de set. de 2016.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD - Júnior, R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 137-167, 1986.

VOGEL, L. M. et al. Avaliação da devolução da serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 17, n. 3, p. 187 - 196, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981950>>. Acesso em 16 de out. de 2016.

CAPÍTULO IV

Relação nutricional solo-floresta em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

RESUMO

As Florestas Tropicais, em grande parte, estão estabelecidas em solos pobres em nutrientes minerais, o que torna sua manutenção dependente da ciclagem, processo denominado de equilíbrio dinâmico. Este estudo teve como objetivo analisar a relação solo-vegetação em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, com o intuito de identificar a contribuição do solo na nutrição florestal, por meio da caracterização química e física do solo, da avaliação da distribuição de nutrientes em diferentes profundidades e da determinação dos conteúdos de nutrientes do material vegetal (biomassa foliar, serrapilheira dos coletores e na manta). Foram observados decréscimos nos teores de Ca, Mg, P e K com o aumento da profundidade do solo. Foi constatado que a maior contribuição nutricional para a vegetação é fornecida pela manta e que o solo contribui pouco, atuando basicamente como forma de sustentação da vegetação no fragmento estudado.

Palavras chave: ciclagem de nutrientes, floresta atlântica, nutrição florestal.

CHAPTER IV

Soil-forest relationship in a fragment of Dense Ombrophylous Forest of the Lowlands, in the Zona da Mata of Pernambuco, Brazil

ABSTRACT

Tropical Forests, for the most part, are established in soils poor in mineral nutrients, which makes their maintenance dependent on cycling, a process called dynamic equilibrium. The objective of this study was to analyze the relationship between soil and vegetation in a fragment of Ombrophylous Dense Lowland Forest in Pernambuco, with the aim of identifying the contribution of soil to forest nutrition, through soil chemical and physical characterization, Distribution of nutrients at different depths and determination of the nutrient contents of the plant material (leaf biomass, collector litter and blanket). Decreases in Ca, Mg, P and K levels were observed with increasing soil depth. It was verified that the greatest nutritional contribution to the vegetation is provided by the manta and that the soil contributes little, acting basically as a way of sustaining the vegetation in the studied fragment.

Keywords: nutrient cycling, atlantic forest, forest nutrition.

1. Introdução

As florestas tropicais, geralmente estão estabelecidas em solos de baixa fertilidade natural, o que torna sua nutrição dependente da ciclagem de nutrientes, processo importante para o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade das florestas naturais (SELLE, 2008).

A ciclagem de nutrientes refere-se ao processo de absorção, retenção, restituição e redistribuição interna entre os tecidos vegetais e transferência desses nutrientes, acumulados na serrapilheira, novamente para o solo, para serem reabsorvidos. Sua compreensão é fundamental para o entendimento da dinâmica dos ecossistemas, porque envolve o conhecimento do estoque e do fornecimento dos nutrientes à vegetação (DOMINGOS et al., 1997). Segundo Pinto et al. (2009) a dinâmica sucessional das florestas secundárias tropicais está estreitamente relacionada com o processo de ciclagem de nutrientes.

Este processo de transferência envolve basicamente dois ciclos: um externo (geoquímico), que se refere à movimentação de nutrientes para dentro e para fora do ecossistema florestal, e um interno (biológico), que se subdivide em “bioquímico”, referente à movimentação dos nutrientes dentro da própria planta, e “biogeoquímico”, que abrange a ciclagem dos nutrientes entre a serrapilheira e o solo (PRITCHETT, 1979). A serrapilheira, constitui-se na camada de restos vegetais e animais disposta na superfície do solo, representando o principal meio de transferência de matéria orgânica e nutrientes (SCHUMACHER et al., 2004), e o solo, que é considerado estratificador da paisagem, influenciando a regeneração e estabelecimento da vegetação, especialmente das florestas (RESENDE et al. 2005). Suas características químicas e físicas podem ser importantes fatores abióticos que influenciam a composição florística e a distribuição de espécies vegetais (LAU; JARDIM, 2014; VELOSO et al., 2014).

Os atributos químicos do solo são os fatores mais importantes nas relações solo-planta e exercem grande influência na ocorrência dos mais variados tipos de vegetação (DICK; SCHUMACHER, 2015). Conhecer a vegetação natural e sua relação com os solos onde ocorrem, além de poder auxiliar na conservação da biodiversidade local, pode contribuir para orientar os projetos de restauração da vegetação (KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al., 2005).

As relações entre solo e vegetação têm sido avaliadas a partir de métodos multivariados (SCIPIONI et al., 2009), por permitirem uma análise exploratória das relações entre diversas variáveis, sendo possível explicar correlações entre essas variáveis e conhecer em quais delas a contribuição da variação é maior. Assim, essa técnica vem sendo muito

utilizada para estudar ambientes altamente heterogêneos (FELFILI, 2007; PRAGANA et al., 2012), como as florestas, contribuindo para um melhor conhecimento do bioma e funcionando como ferramenta no planejamento de conservação a ser adotado, a fim de gerar conhecimento básico para futuros trabalhos visando a sua preservação e/ou recuperação (GODINHO et al., 2013).

De acordo com Dick e Schumacher (2015) entender a relação existente entre o solo e os ecossistemas é um subsídio imprescindível na tomada de decisão quanto às estratégias de recuperação/restauração de áreas degradadas ou em processo de degradação. Assim, esse estudo teve como objetivo quantificar os nutrientes P, K, Ca e Mg em diferentes profundidades do solo, na manta orgânica sob a superfície do solo, na serrapilheira e estocados na biomassa foliar de dez espécies florestais em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, visando relacionar esses diferentes compartimentos e inferir sobre a ciclagem de nutrientes nesse ambiente tropical.

2. Material e métodos

2.1 Determinação do conteúdo da biomassa foliar e da serrapilheira

O conteúdo de nutrientes nas folhas das espécies florestais e na serrapilheira foram determinados conforme descritos nos capítulos 2 e 3, respectivamente. No caso da serrapilheira foi avaliado apenas o conteúdo referente ao mês de outubro/2014, período em que foi realizada a coleta da biomassa foliar, assim como a coleta da manta e do solo.

2.2 Coleta da manta orgânica e determinação de nutrientes

Considerou-se manta, a serrapilheira na superfície do solo, que foi amostrada com gabarito (moldura de madeira) de 0,30 m x 0,30 m. As amostras foram coletadas nas 40 parcelas delimitadas para a realização dos estudos fitossociológicos e onde se instalou os coletores para coleta da serrapilheira. A amostragem foi realizada em três pontos distintos da parcela, de forma diagonal. Foram realizadas análises dos nutrientes Ca, Mg, P e K, conforme descrito no capítulo 2.

2.3 Coleta do solo e determinação de nutrientes

Nos mesmos pontos onde foi realizada a amostragem da manta orgânica, foram retiradas três subamostras simples de solo para compor uma amostra composta. O solo do fragmento florestal foi amostrado em três profundidades (0,0-0,05; 0,05-0,20; e 0,20-0,40 m) e caracterizado química e fisicamente.

As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). O Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} foram extraídos com KCl 1,0 mol L^{-1} e dosados por titulometria. O P, K^+ , Fe, Cu, Zn e Mn foram extraídos com Mehlich-1, sendo P dosado por espectrofotometria, K^+ por fotometria de chama e Fe, Cu, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica. A acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} e dosada por titulometria. Todas as determinações foram realizadas conforme métodos descritos por Donagema et al. (2011). Com os resultados dessas análises químicas, calculou-se a soma de bases (SB), a saturação por bases (V), a saturação por Al (m), a capacidade de troca de cátions efetiva ($\text{CTC}_{\text{efetiva}}$) e a capacidade de troca de cátions potencial ($\text{CTC}_{\text{potencial}}$). Fisicamente o solo foi caracterizado quanto à composição granulométrica.

2.4 Análises estatísticas

Os dados do estoque de nutrientes na biomassa foliar das espécies de maior DA do fragmento e nas diferentes profundidades do solo foram submetidos à análise da variância (ANAVA) ($p > 0,05$). Quando os efeitos de diferentes espécies ou diferentes profundidades foram significativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott ($p > 0,05$). Os dados de conteúdo de nutrientes na serrapilheira e na manta orgânica foram submetidos a estatística descritiva para obtenção da média, desvio padrão e coeficiente de variação.

Para avaliar o grau de correlação entre os estoques de nutrientes do solo (P, K, Ca e Mg), biomassa foliar, serrapilheira e manta orgânica foi utilizada a correlação canônica e correlação discriminante.

3. Resultados e discussão

3.1 Conteúdo de nutrientes na biomassa foliar

Os dados relacionados ao conteúdo de nutrientes na biomassa foliar encontram-se descritos no capítulo 2.

3.2 Conteúdo de nutrientes na serrapilheira

O retorno dos nutrientes ao solo apresentou a seguinte ordem decrescente: Ca (8,07 kg ha⁻¹) > Mg (6,80 kg ha⁻¹) > K (1,07 kg ha⁻¹) > P (0,83 kg ha⁻¹) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estatística descritiva dos conteúdos de nutrientes da serrapilheira em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Estatística descritiva	P	K	Ca	Mg
Média	0,83	1,07	8,07	6,80
Mediana	0,80	1,01	6,67	6,84
Desvio padrão	0,14	0,34	5,07	1,29
Variância	0,02	0,11	25,73	1,68
Coeficiente de variação	17,28	31,99	62,88	18,94

O retorno de Ca geralmente é alto na maioria das florestas tropicais estudadas. Esse fato acontece, principalmente porque este nutriente ocorre em maiores proporções no componente folha (BARBOSA; FARIA, 2006; ESPIG et al., 2009; CALVI et al., 2009) e este componente compõe a maior parte da serrapilheira (SILVA et al., 2009).

Aerts (1996) explicou que o P é um elemento muito móvel na planta e em algumas espécies com características senescentes, ocorre translocação de 40 a 60% do elemento localizado nas folhas mais velhas, para outros órgãos mais jovens da planta antes da abscisão foliar, fazendo com que este nutriente seja redistribuído e utilizado na formação de novos tecidos. Os teores de P na serrapilheira neste fragmento não foram baixos, comparativamente a outros estudos na mesma região, como o de Espig et al. (2009). No entanto, a migração de P pode ter ocorrido, reduzindo seu aporte.

O segundo maior aporte de nutrientes foi observado para o Mg (6,80 kg ha⁻¹). Esse valor pode estar associado ao elevado teor registrado no solo (Tabela 3), refletindo na nutrição da planta.

3.3 Conteúdo de nutrientes na manta orgânica

A quantidade de nutrientes da manta foi superior a biomassa foliar e a serrapilheira. O retorno dos nutrientes ao solo, mensurado na manta orgânica, em média, apresentou a seguinte ordem decrescente: Ca>P>K>Mg (Tabela 2), apresentando mais P que na biomassa foliar (capítulo 1) e serrapilheira (Tabela 1).

O nutriente encontrado em maior conteúdo foi o Ca, quando comparado com a biomassa foliar e serrapilheira, fato esse que pode estar relacionado com a sua pouca

mobilidade nos tecidos vegetais e com a longevidade das folhas (MALAVOLTA et al., 1998). O Ca também foi o nutriente com maior conteúdo na manta, no trabalho realizado por Espig (2003).

Tabela 2 – Estatística descritiva dos conteúdos de nutrientes da manta orgânica em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Estatística descritiva	P	K	Ca	Mg
Média	3,16	1,37	37,57	13,51
Mediana	3,00	1,24	33,48	12,15
Desvio padrão	0,86	0,88	17,57	5,99
Variância	0,75	0,78	308,96	35,95
Coefficiente de variação	27,42	64,48	46,78	44,39

3.4 Atributos do solo

Avaliando a caracterização do solo, constata-se que não houve diferença estatística entre as profundidades para os atributos: Fe, Cu, Zn, Mn e Silte (Tabela 3).

Os valores de pH diferiram estatisticamente entre as profundidades. Os valores mais baixos de pH em solos de florestas se justificam pelo fato dessas áreas apresentarem maiores deposições de serrapilheira e, conseqüentemente, no processo de decomposição ocorrer maior liberação de ácidos orgânicos, o que diminui os valores de pH do solo (RODRIGUES et al., 2010). No processo de decomposição da matéria orgânica, ocorre a liberação de prótons H^+ e estes tendem a acidificar os solos (MELLO et al., 1984). Em termos nutricionais para as plantas, a faixa ideal de pH situa-se entre 5,6 e 6,2, pois a maioria dos nutrientes nessa faixa se encontra na forma solúvel e disponível (COSTA; ZOCHE, 2009). Estudos realizados por Espig et al. (2008b) e Benites et al. (2010), em área de Floresta Atlântica, em condições de elevada umidade, constataram baixo pH indicando que solos sobre vegetação nativa são geralmente ácidos.

Aliado a isso, os valores de acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial do solo ($H+Al$) decresceram em profundidade. De acordo com Cardoso et al. (2011), valores elevados estão associados ao pH baixo. O Al é tóxico às plantas e aumenta à medida que o pH diminui (SOUSA et al., 2007). O fragmento estudado por Espig et al. (2008b) apresentou elevados valores de acidez trocável (Al^{3+}) e acidez potencial no solo ($H+Al$), quando comparado com este estudo, decrescendo em profundidade.

Tabela 3 - Caracterização do solo no fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Atributos	Profundidade (m)		
	0,0-0,05	0,05-0,20	0,20-0,40
pH (H ₂ O)	3,88 c	4,10 b	4,53 a
P (mg dm ⁻³)	1,37 a	1,30b	1,10 b
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,30 a	0,12 b	0,05 b
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,83 a	0,46 b	0,40 b
K (cmol _c dm ⁻³)	0,06 a	0,05 b	0,04 c
Al (cmol _c dm ⁻³)	1,69 a	1,37 b	1,02 c
(H+Al) (cmol _c dm ⁻³)	8,94 a	7,00 b	5,47 c
SB ¹	1,19 a	0,63 b	0,49 b
CTC efetiva (cmol _c dm ⁻³) ²	2,88 a	2,00 b	1,51 c
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³) ³	10,13 a	7,63 b	5,96 c
m (%) ⁴	58,68 b	68,50 a	67,55 a
V (%) ⁵	11,75 a	8,26 b	8,22 b
Fe (mg dm ⁻³)	155,61 a	135,24 a	139,27 a
Cu (mg dm ⁻³)	1,82 a	1,81 a	1,87 a
Zn (mg dm ⁻³)	5,14 a	4,41 a	6,09 a
Mn (mg dm ⁻³)	9,92 a	8,79 a	9,39 a
Areia Total (g kg ⁻¹)	498,20 a	413,70 b	384,10 b
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	420,70 a	321,11 b	296,60 b
Areia Fina (g kg ⁻¹)	77,50 b	92,60 a	87,50 a
Silte (g kg ⁻¹)	285,30ab	313,90 a	270,70 b
Argila (g kg ⁻¹)	216,50 c	272,40 b	345,20 a

¹Soma de bases; ²Capacidade de troca de cátions efetiva; ³Capacidade de troca de cátions potencial; ⁴Saturação por alumínio; ⁵saturação por bases.

Com o aumento da profundidade ocorreu redução dos teores de nutrientes, da saturação por bases e da CTC, o que, por decorrência elevou a saturação por alumínio e a acidez. Em relação à fertilidade, o solo foi classificado como distrófico, porque a saturação por bases (V%) nas três camadas estudadas tiveram valores inferiores a 50%.

A saturação por alumínio (m) apresentou, em geral, valores superiores a 58% nas três profundidades. Estes valores indicam o predomínio de Al no complexo de troca e caracterizou o solo como álico, porque a saturação foi superior a 50%.

Quanto aos nutrientes Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, constataram-se maiores teores na camada superficial (0,0-0,05 m) em relação às demais. Isso é compatível com a dinâmica da ciclagem de nutrientes no solo (BRILHANTE, 2014).

Os teores de Ca no solo foram muito baixos, inferiores aos de Mg, todavia, ao analisar as quantidades deste nutriente na biomassa foliar, serrapilheira e manta (Tabela 4) constataram-se valores expressivos, mostrando grande acúmulo do Ca no material vegetal. Os valores baixos no solo sugerem que esteja ocorrendo uma maior ciclagem deste nutriente,

assim como uma maior absorção pelas raízes superficiais. Resultado semelhante foi registrado por Teixeira (2009), avaliando a estrutura da floresta em topossequência, na Reserva Biológica de Saltinho em Tamandaré – PE.

Os teores de P no solo foram superiores na camada superficial, provavelmente, pelo aporte direto deste nutriente a partir da decomposição da manta orgânica (Tabela 4). Possivelmente as plantas estão absorvendo o P diretamente do solo por meio da simbiose com Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA), uma vez que são capazes de absorver nutrientes além da zona de esgotamento da raiz, maximizando a obtenção do P (SIQUEIRA et al., 1998).

Tabela 4 – Conteúdo de nutrientes na biomassa foliar, serrapilheira, manta orgânica e teores no solo em diferentes profundidades em fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

MÊS/ANO	P	K	Ca	Mg
----- kg ha ⁻¹ -----				
Vegetação				
Biomassa foliar	0,63	1,02	2,23	1,45
Serrapilheira (coletores)	0,83	1,07	8,07	6,80
Manta	3,16	1,37	37,57	13,51
Solo				
	mg dm ⁻³		cmolc dm ⁻³	
0,0-0,05 m	1,38	0,06	0,30	0,83
0,05-0,20 m	1,30	0,05	0,12	0,46
0,20-0,40 m	1,10	0,04	0,05	0,40

De acordo com Tedesco et al. (1995), o P é o elemento que apresenta grande mobilidade no tecido vegetal, porém, é pouco móvel no solo. Neste sentido, os FMA assumem papel fundamental para a vegetação permitindo maior suprimento do P, por aumentar a zona de absorção das raízes, devido o desenvolvimento de hifas externas (NOVAIS; SMYTH, 1999). Segundo Berbara et al. (2006), a sustentabilidade da vegetação está intimamente ligada aos efeitos benéficos das micorrizas sobre a nutrição de plantas, principalmente com relação à absorção de P.

3.5 Correlações entre o material vegetal e o solo

A análise da relação solo-vegetação por correspondência canônica mostrou que houve correlação entre os grupos vegetação e solo para os atributos Mg, K e P (Tabela 5), porém, a correlação foi baixa, principalmente para Mg e P. Espig et al. (2008), estudando a mesma relação, no mesmo Bioma e na mesma região, constataram que o conteúdo de nutrientes no

material vegetal independeu dos teores desses nutrientes no solo. Para melhor entender esta relação, foi realizada a correlação discriminante, que permite identificar diferenças entre grupos, o que resulta na compreensão das relações entre os atributos estudados e os grupos isoladamente (CRUZ-CASTILLO et al., 1994).

Tabela 5 - Coeficientes canônicos de Ca, Mg, P e K entre os grupos material vegetal e solo em diferentes profundidades em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

Correlação	Ca		Mg		K		P	
	Can 1	Can 2	Can 1	Can 2	Can 1	Can 2	Can 1	Can 2
Material Vegetal								
Biomassa Foliar	0,5331	0,8188	0,6304	-0,5799	0,5848	0,8674	0,3313	0,7781
Coletor	-0,9822	0,1088	-0,5245	0,5351	0,7247	0,4658	0,7341	0,1816
Manta	0,0034	-0,5837	-0,7812	-0,6177	-0,4810	0,7044	-0,7079	0,2467
Solo								
Pf 0.0-0.05 m	-0,5565	0,7468	0,8447	-0,5011	-0,7395	-0,0563	0,5155	0,4596
Pf 0.05-0.2 m	0,4607	0,8874	0,5270	-0,0405	0,6764	-0,4488	-0,1217	0,8747
Pf 0.2-0.4 m	-0,3693	0,3958	0,8349	0,4955	0,3842	-0,6843	-0,6504	0,5142
r	0,854	0,923	0,228	0,460	0,59	0,74	0,23	0,39
F	0,00001 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,99*	0,87*	0,09*	0,07*	0,98*	0,87*
Variação (%)	38,60	28,07	2,85	3,25	18,01	20,75	2,99	2,87

Marriott (1974) considera a análise discriminante como uma extensão para observação multivariada da análise de variância entre e dentro de grupos. O autor considera, ainda, esta técnica como um caso especial de análise canônica, mas com o objetivo próprio de determinar regras de alocação e verificação de sua eficiência.

A análise discriminante permite avaliar se os grupos diferem entre si, em termos do conjunto das variáveis mensuradas. Nessa análise, constatou-se que existem diferenças significativas entre o Ca na biomassa foliar e serrapilheira e no solo na profundidade 0,0-0,05 m, entre o K na biomassa foliar e o solo na profundidade 0,20-0,40 m e também o K na serrapilheira e o solo na profundidade de 0,0-0,05 m. Porém, as correlações foram baixas, indicando que o material vegetal tem maior contribuição nutricional na ciclagem de nutrientes do que o solo (Tabela 6).

Tabela 6 – Correlação discriminante dos atributos Ca, Mg, P e K entre os grupos do material vegetal e solo em diferentes profundidades em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas em Pernambuco, Brasil

ATRIBUTOS														
P			Ca			K			Mg					
----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----											
Vegetação	Profundidade do solo (m)													
	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40	0-5	5-20	20-40		
Biomassa foliar	ns	ns	ns	0,566*	ns	ns	ns	ns	0,392*	ns	ns	ns		
Serrapilheira (Coletores)	ns	ns	ns	0,505*	ns	ns	0,371*	ns	ns	ns	ns	ns		
Manta	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

Segundo Godinho et al. (2014), outra justificativa para a ausência ou baixa correlação dos nutrientes do grupo vegetal com os atributos do solo nas diferentes profundidades seria a grande quantidade de raízes que se desenvolvem entre o solo e a manta orgânica. Estas raízes sob a manta orgânica absorvem os nutrientes assim que eles são mineralizados, antes de terem contato direto com o solo. Espig et al. (2008) ressaltaram, ainda, que o acelerado processo de mineralização em regiões tropicais rapidamente disponibiliza esses nutrientes que podem ser absorvidos diretamente da própria manta, através de uma teia de raízes finas que se formam naquele microambiente de intensa atividade biológica.

Dessa forma, fica evidenciado que a contribuição do solo na nutrição florestal é muito baixa, uma vez que os nutrientes são absorvidos, na maioria das vezes, da própria manta, corroborando com a justificativa da ciclagem direta, assim como constatado por Espig et al. (2008).

4. Conclusões

Os teores dos nutrientes no solo diminuem em profundidade no fragmento florestal.

Para o fragmento florestal estudado, a nutrição florestal é suprida pela manta orgânica. O solo atua como suporte mecânico das espécies e contribui pouco para a nutrição. O solo da área é de baixa fertilidade.

CONCLUSÕES GERAIS

O fragmento estudado mostrou-se relevante para a conservação da biodiversidade, por possuir uma diversidade significativa de espécies (arbóreas e regenerantes), o que indica elevada uniformidade entre os indivíduos e as espécies dentro da comunidade vegetal, ressaltando a importância da conservação deste fragmento e de outros nesta região que é dominada pelo cultivo da cana-de-açúcar, visando à manutenção da flora e fauna associadas a esses ambientes florestais.

A eficiência de utilização biológica indica espécies que são eficientes no uso de determinados nutrientes. Espécies com maiores representatividade de indivíduos na área, como: *Thyrsodium spruceanum* e *Protium heptaphyllum*, podem ser recomendadas para ambientes com pouca disponibilidade de K e Mg, respectivamente. Já em fragmentos florestais de solos com baixa disponibilidade de Ca, a espécie *Brosimum rubescens* pode ser utilizada para restauração florestal.

Neste estudo, a serrapilheira é a principal fonte fornecedora da matéria orgânica para solo. Observa-se ainda que, em climas mais secos e com temperaturas mais elevadas, ocorre uma maior formação de serrapilheira, porém, não constatou-se correlação do aporte com essa variável climática.

Constatou-se que, a nutrição floreal é suprida pela manta orgânica. O solo atua como suporte mecânico das espécies e contribui pouco para a nutrição, principalmente por apresentar baixa fertilidade.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2016.
- AERTS, R. Nutrient resorption from senescing leaves of perennial: are there general patterns. **Journal of Ecology**, [S.l.], v. 84, n. 3, p. 597-608, 1996.
- BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. Aporte de serrapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, RJ, p. 461-476, 2006. Disponível em <<http://www.jstor.org/stable/23498740>>. Acesso em 21 de set. de 2016.
- BENITES, V. M. et al. Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de Mata Atlântica a partir de atributos da matéria orgânica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000400013>>. Acesso em 04 de jan. de 2017.
- BERBARA, R. L. L. et al. Fungos Micorrízicos arbusculares: Muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S (ed). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 53 – 88, 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/amfoods/arquivos/arq_publicacao/20_ARQ.pdf>. Acesso em 08 de jan. de 2017.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.21, p.73-85, 1974.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 31, de 7 de outubro de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado de Pernambuco. **Diário Oficial da União**, Brasília, v. 248, p. 21350-21351, 30 dez. 1994. Seção 1.
- BRILHANTE, S. A. **Gênese e Caracterização de solos desenvolvidos de riolito em ambiente de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil**. 2014. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 16 de ago. de 2016.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação de serrapilheira e de nutrientes–Floresta Ombrófila Mista Montana–Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, PR, v. 5, n. 2, p. 101-116, 2007.
- CALVI, G. P., PEREIRA, M. G.; ESPÍNDULA-JÚNIOR, A. et al. Produção de serrapilheira e aporte de nutrientes em áreas de floresta atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 2, p.131-138, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098404>>. Acesso em 15 de dez. de 2016.

CARDOSO, E. L. et al. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, MG, v. 35 p. 613-622, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n2/v35n2a30.pdf>>. Acesso em 04 de jan. de 2017.

COSTA, S.; ZOCICHE, J. J. Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, ago, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000400009>>. Acesso em 05 de jan. de 2017.

CRUZ-CASTILLO, J. G. et al. Applications of canonical discriminant analysis in horticultural research. **HortiScience**, Alexandria, v.29, p.1115-1119, 1994. Disponível em <<http://hortsci.ashspublications.org/content/29/10/1115.full.pdf>>. Acesso em 12 de out. de 2016.

DICK, G.; SCHUMACHER, M. V. Relações entre solo e fitofisionomias em florestas naturais. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, Santa Maria, RS, v. 3, n. 2, p. 31-39, 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/16741/pdf>>. Acesso em 01 de jan. de 2017.

DOMINGOS, M. et al. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 20, n. 1, p. 91-96, 1997. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84041997000100009>>. Acesso em 28 de dez. de 2016.

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

ESPIG, S. A. et al. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000500017>>. Acesso em 12 de out. de 2016.

ESPIG, S. A. et al. Composição e eficiência da utilização biológica de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 18, n. 3, p. 307-314, 2008a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/19805098441>>. Acesso em: 18 de set. de 2016.

ESPIG, S. A. et al. Distribuição de nutrientes entre a vegetação florestal e o solo em fragmento de mata atlântica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 3, n. 2, p. 132-137, 2008b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v3i2a342>>. Acesso em: 04 de jan. de 2017.

ESPIG, S. A. **Distribuição de nutrientes em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco**. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003. Disponível em: <<https://ppgcf-ufprpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 16 de ago. de 2016.

FELFILI, J. M. **Análise multivariada em estudos de vegetação**. Brasília: UNB, 2007. V.9, n.1, 117p. (Comunicações técnicas florestais).

FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1985. 365 p.

GODINHO, T. O. et al. Fertilidade do solo e nutrientes na serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal-ENFLO**, Santa Maria, RS, v. 1, n. 3, p. 97-109, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/enflo/article/view/14749>>. Acesso em 22 de jan. de 2017.

GODINHO, T. O. et al. Biomassa, macronutrientes e carbono orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 41, p. 131-144, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602014000100002>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo. EPU-EDUSP, 1978. 256p.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o Solo e a Composição Florística de Remanescentes de Vegetação Natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, SP, v. 28, n. 3, p. 541-562, 2005. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v28n3/29004.pdf>>. Acesso em 26 de dez. de 2016.

LAU, A. V.; JARDIM, M. A. G. Relação entre o banco de sementes e a composição química do solo em uma floresta de várzea. **Biota Amazônia**, Macapá, AP, v. 4, n. 2, p. 96-101, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p96-101>>. Acesso em 26 de dez. de 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1998. 319p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARRIOT, F. H. C. The interpretation of multivariate observations. London: Academic Press, 1974.

MARTINS, L.; CAVARARO, R. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

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

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em plantas em condições tropicais**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1999. 399p.

OLIVEIRA, P. R. S. et al. Boletim do clima: síntese climática/Agência pernambucana de águas e clima. Recife: APAC, 2016.

PINTO, S. I. C. et al. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 653-663, 2009. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000400008>>. Acesso em 18 de out. de 2016.

PRAGANA, R. B. et al. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1591-1600, 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n5/23.pdf>>. Acesso em 01 de jan. de 2017.

PRITCHETT, W. L. **Properties and management of forestsoils**. New York: J. Wiley, 1979. 500p.

RESENDE, M. et al. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretações e aplicações**. Editora UFLA, Lavras, 2005. 192p.

RODRIGUES, A. B. C. et al. Atributos químicos em solo sob floresta nativa e capoeira. **UNICIÊNCIAS**, Heredia, Costa Rica, v. 14, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/uniciencias/article/view/866/831>>. Acesso em 04 de jan. de 2017.

SANTOS, H. G. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2013.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I. et al. Produção de serapilheira em ma floresta de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze no Município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.1, p. 29-37, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n1/a05v28n1>>. Acesso em 28 de dez. de 2016.

SCIPIONI, M. C. et al. Distribuição do compartimento arbóreo em gradiente de relevo e solos na Encosta Meridional da Serra Geral, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.40, n.6, p.675-690.2009. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000090>>. Acesso em 28 de dez. de 2016.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, 2008. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6912>>. Acesso em 20 de dez. de 2016.

SILVA, C. J. et al. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**, Manaus, AM, v. 39, n. 3, p. 591-600, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v39n3/v39n3a14.pdf>>. Acesso em 16 de dez. de 2016.

SILVA, F. B. R. et al. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco– Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária. 2001. 1 CD-ROM. (Documentos, n. 35).

SIQUEIRA, J. O. et al. Mycorrhizal colonization and mycotrophic growth of native wood species as related to sucessional groups in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 107, p. 241-252, 1998. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00336-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00336-8)>. Acesso em 08 de jan. de 2017.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 991p. 2007.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, L. J. **Fitossociologia e florística do componente arbóreo em topossequencia na reserva biológica de Saltinho, Pernambuco**. 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Disponível em: <<https://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/>>. Acesso em: 26 de ago. de 2016.

VELOSO, M. D. M. et al. Floristic and structural variations of the arboreal community in relation to soil properties in the Pandeiros river riparian forest, Minas Gerais, Brazil. **Interciencia**, Caracas, Venezuela, v. 39, n. 9, p. 628-636, 2014. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932147004>>. Acesso em 26 de dez. de 2016.

YOUNG, H. E.; CARPENTER, P. N. Sampling variation of nutrient element content within and between trees of the same species. **Oslo biomass studies**, p. 75-99, 1976.