



**GABRIELA SIEWERDING MEIRELLES**

**AUMENTO DA COMPLEXIDADE DE  
FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS  
DA MATA ATLÂNTICA AO LONGO DE  
CRONOSSEQUÊNCIA**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**GABRIELA SIEWERDING MEIRELLES**

**AUMENTO DA COMPLEXIDADE DE FLORESTAS ESTACIONAIS  
SEMIDECIDUAIS DA MATA ATLÂNTICA AO LONGO DE  
CRONOSSEQUÊNCIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

Dr. Eduardo van den Berg

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Meirelles, Ggabriela Siewerding.

Aumento da Complexidade de Florestas Estacionais  
Semidecíduais da Mata Atlântica ao Longo Decronossequência /  
Gabriela Siewerding Meirelles. – Lavras : UFLA, 2015.

79 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de  
Lavras, 2015.

Orientador(a): Eduardo van den Berg.

Bibliografia.

1. Sucessão florestal. 2. Grupos funcionais. 3. Restauração  
ecológica. 4. Fragmentos naturais. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

**GABRIELA SIEWERDING MEIRELLES**

**AUMENTO DA COMPLEXIDADE DE FLORESTAS ESTACIONAIS  
SEMIDECIDUAIS DA MATA ATLÂNTICA AO LONGO DE  
CRONOSSEQUÊNCIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, área de concentração em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais em Ecossistemas Fragmentados e Agrossistemas, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em, 26 de fevereiro de 2015.

Dr. Israel Marinho Pereira      UFVJM  
Dr.<sup>a</sup>. Robin Lee Chazdon      University of Connecticut, USA  
Dr. Rubens Manoel dos Santos      UFLA  
Dr.<sup>a</sup>. Grazielle Sales Teodoro      UFLA

Dr. Eduardo van den Berg  
**Orientador**

**LAVRAS – MG  
2015**

À velha sábia que apesar de ser arrasada ou tratada injustamente, ela tem outro eu, um eu primordial, radiante e incorruptível, por baixo do eu que sofre o ataque, o eu iluminado permanece incólume para sempre.

À velha sábia que tem uma envergadura de asas de seis metros, escondida por baixo do casaco, e uma floresta toda dobrada no seu bolso fundo. E que vê através dos seus óculos, quase tudo que pode ser visto.

A ela que tem a 'visão mágica' que enxerga para adiante e para trás do presente, como sua equivalente humana.

A ela que provavelmente mora perto de um rio querido... ou então, talvez, ela própria seja simplesmente um rio.

A ela

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e meu pai pelo amor e apoio incondicional. Às minhas irmãs Graziella e Beatriz por compartilhar de momentos felizes e de aprendizado. Aos meus avós também agradeço.

Obrigada queridos amigos que partilham de escolhas profissionais semelhantes às minhas: Ernesto Canedo Junior, Guilherme Demetrio, Grazielle Teodoro, Grazielle Santiago, Juliana Tuller, Antônio Queiroz, Cássio Alencar Nunes, Evelyn Bragion, Gabriela Coelho, Athila Oliveira, Luiz Carlos Junior, Wallace Beiroz, Daniel Quedes, William Santos, Samuel Robinson (Samwise Robinson the Hairy-Foot) que sempre estiveram presentes oferecendo amizade pura e também auxílio profissional. Sinto-me privilegiada em tê-los por perto.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Eduardo van den Berg que sempre esteve presente me apoiando e ajudando com ideias, e sem suas sugestões e críticas certamente não conseguiria alcançar os meus objetivos.

Às mulheres da minha vida que me inspiram: minha mãe, Simone Benedet e as princesinhas do Maracatu, Ananza Mara Rabello e Ana Alice Andrade. Obrigada pelas bênçãos.

Profundamente grata pelos ensinamentos dos mestres Oshienushisama, Monja Coen, Clarissa Pinkola Estés, e meu mestre de yoga Arnaldo Vieira pela oportunidade diária de vivência com o yoga de um jeito lindo como Hermógenes ensina.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras e ao PPG em Ecologia Aplicada pela oportunidade da obtenção do título de Mestre e à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela minha bolsa de mestrado.

*“Tentamos proteger uma árvore, esquecidos de que é ela que nos protege”*

Carlos Drummond de Andrade

## RESUMO GERAL

O processo de sucessão em florestas é comumente relatado por mudanças na riqueza, composição e estrutura da comunidade ao longo do tempo. Os grupos funcionais de espécies exigentes de luz e de tolerantes a sombra apresentam respostas à disponibilidade de luz no sub-bosque após o fechamento do dossel e moldam a composição de espécies da comunidade. Padrões quanto ao aumento na altura de indivíduos e área basal são comumente relatados ao longo da sucessão, mas é possível encontrar maiores valores na densidade de indivíduos em florestas de idades intermediárias. Entender como ocorrem essas mudanças nos processos sucessionais é essencial em programas de restauração ecológica uma vez que informações da composição florística e da proporção de mudas destas espécies e seus grupos funcionais são semelhantes às encontradas em remanescentes naturais. O presente trabalho fez parte deste projeto maior e teve como objetivo conhecer o padrão sucessional desses fragmentos naturais do reservatório da UHE Funil (Eletrobrás Furnas) de forma a subsidiar estratégias de restauração florestal na região. Para isso nós avaliamos a i) riqueza; ii) composição e estratificação; iii) estrutura de uma cronossequência nos remanescentes nativos de Florestas Estacionais Semidecíduais localizados no entorno do reservatório. Além da avaliação destes aspectos, produzimos como produto final, a lista de espécies encontradas nos fragmentos e sugerimos uma Classificação de Espécies Obrigatórias, Espécies Associadas e Espécies Ocasionalmente encontradas nas diferentes classes etárias da cronossequência.

**Palavras chave:** Sucessão florestal. Grupos funcionais. Restauração ecológica. Fragmentos naturais.

## GENERAL ABSTRACT

Successional processes in forests are generally described through changes in community attributes such as community richness, composition and structure through time. The functional groups of light-demanding and shade-tolerant species respond to light availability in the sub canopy after canopy closure, determining species community composition. Patterns of individuals height and basal area of individual trees usually increases during succession, but it is also possible to find higher density values (individuals per unit area) in forests of intermediate ages. Understanding how these changes occur during the process of succession is essential for ecological restoration programs, as the floristic composition and relative proportion of each species as well as their functional groups in recovering areas are similar to those found in natural remnants. This study is part of a larger project which aims to explore the pattern of succession in natural remnants located around the UHE Funil (Eletrobrás Furnas) reservoir, in order to support forest restoration strategies in the region. In this study we evaluated the: i) richness; ii) composition and stratification; iii) structure of a chronosequence in the native remnants of semideciduous seasonal forest located around the reservoir. In addition, we also compiled a list of all species found in these remnants and suggest a Classification of Obligatory Species, Associates Species and Occasional Species found in the different age classes of the chronosequence.

**Keywords:** Forest succession. Functional Groups. Ecological Restoration. Natural Remnants.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO 1

- Figura 1 Imagem dos fragmentos florestais escolhidos para compor a cronosequência localizados ao entorno do Reservatório do Funil (Eletrobrás Furnas) ..... 30
- Figura 2 Curva de rarefação baseada em número de indivíduos para as florestas da Classe de Idade 1; Classe de Idade 2 e Classe de Idade 3 da cronosequência estudada ..... 35
- Figura 3 Resultado da análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da composição de espécies para as florestas de diferentes Classes de Idade ..... 36
- Figura 4 Espécies com os maiores números de indivíduos para cada classe de idade e sua quantidade nas outras classes..... 39
- Figura 5 Média (+ desvio padrão) para a Altura de dossel (gráfico 1), Número de indivíduos (gráfico 2) e Área basal (gráfico 3) para as Classes de idade 1, Classe de idade 2, Classe de Idade 3 ..... 43

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

Tabela 1	Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) comparando a composição de espécies das Classes de Idades .....	37
Tabela 2	Porcentagem de indivíduos de espécies classificadas como Pioneiras (PI), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST) para cada Classe de Idade .....	40
Tabela 3	Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) entre composição de espécies dos estratos e Classes de Idade.....	41
Tabela 4	Resultado do teste marginal da análise de componentes de solo combinado à composição de espécies no Modelo Linear Baseado na Distância (DISTLM), com a matriz de similaridade de Bray-Curtis .....	44
Tabela 5	Características químicas do solo, média e erro padrão das variáveis que apresentaram explicação acima de 10% no teste marginal para as Classes de Idade 1, 2 e 3 .....	45

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b> 13
	<b>REFERÊNCIAS.....</b> 18
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO .....</b> 21	
<b>ARTIGO 1 AUMENTO DA COMPLEXIDADE DE FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS DA MATA ATLÂNTICA AO LONGO DE CRONOSSEQUÊNCIA.....</b> 22	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b> 25
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b> 29
<b>2.1</b>	<b>Área de estudo .....</b> 29
<b>2.2</b>	<b>Classificação da cronossequência e histórico do uso da terra.....</b> 30
<b>2.3</b>	<b>Coleta de dados .....</b> 31
<b>2.4</b>	<b>Análise de dados .....</b> 32
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b> 35
<b>3.1</b>	<b>Riqueza .....</b> 35
<b>3.2</b>	<b>Composição .....</b> 36
<b>3.3</b>	<b>Composição de espécies nos estratos .....</b> 40
<b>3.4</b>	<b>Estrutura .....</b> 42
<b>3.5</b>	<b>Características químicas do solo .....</b> 43
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b> 46
<b>4.1</b>	<b>Riqueza .....</b> 46
<b>4.2</b>	<b>Mudança na composição de espécies das florestas .....</b> 47
<b>4.3</b>	<b>Mudança na composição de espécies dos estratos entre e dentro de cada Classe de Idade .....</b> 48
<b>4.4</b>	<b>Mudança na estrutura .....</b> 50
<b>4.5</b>	<b>Características químicas do solo .....</b> 51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b> 52
	<b>REFERÊNCIAS .....</b> 55
	<b>ANEXOS .....</b> 64

## **PRIMEIRA PARTE**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A vegetação apresenta visíveis mudanças com o passar do tempo, e estas começaram a ser descritas inicialmente por Clements (1916). Essas mudanças representam os processos sucessionais da comunidade vegetal, e o mesmo autor defendia a ideia de que os processos eram previsíveis e resultariam em um climax único, no qual seria a conformidade de uma floresta madura e estável. Essa teoria foi rebatida por Gleason (1926) o qual defendia que muitos outros fatores inerentes aos indivíduos e de interação poderiam influenciar o processo sucessional, e que a sucessão não era previsível. E assim, muitos outros autores passaram a contribuir com o conceito de sucessão (TANSLEY, 1935; MARGALEF, 1968; GLENN-LEWIN, 1992).

Várias perspectivas passaram a compor os estudos em sucessão, por exemplo, o trabalho de Odum e Pinkerton (1995) indica que há mudança funcional nos fluxos de energia destinada a respiração com o aumento da biomassa durante o processo sucessional. Odum (2008) explica algumas alterações energéticas ao longo da sucessão como: aumento na respiração, na biomassa total, na matéria orgânica, na ciclagem interna, na conservação de nutrientes, na eficiência do uso de energia, na resistência da comunidade a distúrbios, dentre outros, e diminuição na entropia e resiliência. O mesmo autor diz que as cadeias alimentares passam a ser complexas, que os ciclos minerais tornam-se mais fechados, características de mutualismo aumentam, que a composição de espécies primeiramente muda rápido e depois muda gradualmente, que a diversidade de espécies aumenta de início, mas depois estabiliza ou declina em estágios mais velhos.

Alguns padrões puderam ser descritos como, por exemplo, as características das espécies que compõem a comunidade nos primeiros anos após o distúrbio, e as espécies que passam a integrar a comunidade com o passar do

tempo. Gotelli (2009) explica que, para diversos ecossistemas, primeiramente a comunidade é composta por espécies pioneiras ou r-estrategistas, que possuem algumas características como: capacidade de sobreviver em condições ambientais agrestes em áreas recém perturbadas, alta fecundidade e potencial de dispersão, taxa de crescimento populacional rápida e baixa competitividade. Essas espécies dariam lugar às espécies com características k-estrategistas: com crescimento populacional mais lento e melhores competidoras.

Para ecossistemas de florestas realmente acontece uma tendência de colonização do ambiente pós-distúrbio por espécies exigentes de luz e posteriormente por tolerantes a sombra. Alguns autores (BUDOWSKI, 1963; GANFOLFI et al., 1995) propuseram classificações de grupos funcionais para facilitar a descrição do que ocorre no processo de sucessão. Por exemplo, a classificação de Gandolfi et al. (1995) consiste em: Pioneiras – espécies exigentes de luz, que não ocorrem no sub-bosque, somente em clareiras e bordas. Secundárias Iniciais – espécies que podem ocorrer em locais com luminosidade não muito intensa, bordas, clareiras e também em sub-bosque não densamente sombreado; Secundárias Tardias – espécies que conseguem se desenvolver em condições de sombreamento mais intenso e no sub-bosque, permanecendo ali durante toda a vida ou atingindo o estrato de dossel.

Glenn-Lewin et al. (1992) ressaltam a importância das espécies que compõem o dossel e como a composição desse estrato altera ao longo do tempo, isso porque a composição de sub-bosque pode vir a ocupar o estrato de dossel, mas como isso ocorre só poderá ser melhor descrito com estudos em longo prazo que avaliam a comunidade por vários anos de forma a relatar as mudanças ocorridas nesse tempo. De maneira geral, com o desenvolvimento das árvores, em grande maioria pioneiras, ocorre o fechamento de dossel que diminui a disponibilidade de luz nos estratos inferiores da floresta, favorecendo o estabelecimento de espécies tolerantes a sombra (CHAZDON, 2008),

contribuindo para a alteração da composição de espécies entre estratos e da comunidade como um todo.

Dentre alguns estudos (MAGNANO et al., 2011; MARQUES et al., 2014), as características de altura média dos indivíduos, de dossel e área basal foram maiores em florestas mais velhas quando comparadas a mais novas. Essa tendência está de acordo com a explicação de Odum (2004) sobre o aumento da biomassa total ao longo da sucessão. Porém, para a densidade de indivíduos é possível encontrar maiores valores em florestas de idades intermediárias sugerindo a presença de espécies exigentes de luz ainda no local mesmo quando indivíduos tolerantes a sombra já estão estabelecidos (MARQUES et al., 2014). Este padrão é comumente mencionado na literatura, por exemplo, Connel (1978) propôs que a diversidade fosse maior em fases intermediárias de tempo após o distúrbio, justamente pelo fato de encontrarmos indivíduos pertencentes a ambos grupos funcionais nesta fase. Dentre todos estes aspectos abordados na sucessão, podem-se realizar estudos em longo prazo, com o acompanhamento da vegetação em um determinado local por vários anos, ou estudos em cronossequências que consistem na escolha de diversas áreas com florestas em processo de sucessão em idades distintas após o abandono das atividades, dentro de uma mesma zona climática e apresentando o mesmo histórico de uso da terra (CHAZDON, 2012).

Estes estudos são importantes também para fornecer informações e subsidiar projetos de restauração de ecossistemas degradados, pois estes ecossistemas podem apresentar características de áreas em início de sucessão e para que a restauração seja efetiva, deve-se conduzir ou facilitar o processo de sucessão característico de uma determinada região visando o estabelecimento de uma floresta madura (RODRIGUES et al., 1998). Com base nos estágios sucessionais, os projetos de restauração florestais foram desenvolvidos utilizando informações da composição florística e da proporção de mudas destas

espécies semelhantes às encontradas em remanescentes naturais, de acordo com os grupos sucessionais para o determinado ecossistema a ser restaurado (KAGEYAMA e GANDARA, 2004).

Além do desmatamento para fins agrícolas e pecuárias, a construção de barragens para usinas hidrelétricas tem também impactado remanescentes da Mata Atlântica (MEIRA-NETO et al., 1997). Os fragmentos deste estudo pertencem a formação florestal de Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica (IBGE, 2012) e estão localizados ao longo do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas, nas cidade de Resende e Itatiaia no Estado do Rio de Janeiro, e Areias, Queluz e São José do Barreiro no Estado de São Paulo. Segundo Durigan et al (2000), são poucos os remanescentes de Florestas Estacionais Semidecíduais ainda preservados no Brasil.

No contexto deste estudo para a restauração, a UHE Furnas financiou o projeto sobre “Análise comparativa dos fragmentos e reflorestamentos no entorno do reservatório, visando a sua readequação de projetos de restauração”, que em parceria com a Universidade Federal de Lavras e a FUNDEC (Fundação de Desenvolvimento Científico e Cultural), pretende estudar os fragmentos florestais no entorno do reservatório, assim como, a restauração iniciada no ano de 1994 que foi implantada com o objetivo de reduzir os processos erosivos e melhorar as condições ambientais do local.

O presente trabalho fez parte deste projeto maior e teve como objetivo conhecer o padrão sucessional desses fragmentos naturais do reservatório da UHE Funil (Eletrobrás Furnas) de forma a subsidiar estratégias de restauração florestal na região. Para isso nós avaliamos a *i*) riqueza; *ii*) composição e estratificação; *iii*) estrutura de uma cronossequência nos remanescentes nativos de Florestas Estacionais Semidecíduais localizados no entorno do reservatório. Além da avaliação destes aspectos, produzimos como produto final, a lista de espécies encontradas nos fragmentos e sugerimos uma Classificação de Espécies

Obrigatórias, Espécies Associadas e Espécies Ocasionais encontradas nas diferentes classes etárias da cronosequência. Tais dados contribuirão para a formulação de técnicas mais adequadas de restauração para a região juntamente com os produtos finais oriundos da dissertação de Flávia Freire de Siqueira intitulado “Limitações para o Sucesso da Restauração da Mata Atlântica no Vale do Rio Paraíba do Sul, RJ”, realizado em plantios próximos aos remanescentes nativos.

## REFERÊNCIAS

BUDOWSKI, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba**, v.13, p.42-44.

CHAZDON, R L. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. **Tropical forest community ecology**, p. 384-408.

CHAZDON, R. L. 2012. Regeneração de Florestas Tropicais. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 7, p. 195 – 218.

CLEMENTS, Frederic Edward. 1916 Plant succession: an analysis of the development of vegetation. **Carnegie Institution of Washington**.

CONNELL, Joseph H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAITO, M. e BAITELLO, J.B. 2000. Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 23(4): 371- 383.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F e BEZERRA, C.L. 1995. Levantamento Florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. 55(4):752-767.

GLEASON, Henry A. 1926. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, p. 7-26.

GLENN-LEWIN, D. C., PEET, R. K. e VEBLEN, T. T. 1992. Plant Succession; theory and prediction. **Chapman e Hall, London**.

GOTELLI, N.J. e COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** 4:379-391.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2ª edição. **Rio de Janeiro: IBGE**. 275 p.

KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. 2004. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3 ed. São Paulo: EDUSP/Fapesp, p.249-270.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva et al . 2011. Variações estruturais e características edáficas em diferentes estádios sucessionais de floresta ciliar de Tabuleiro, ES. **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 35, n. 3, June.

Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. **Univ. of Chicago Press, Chicago**.

MARQUES. MCM, ZWIENER. VP, RAMOS FM. BORGOM, MARQUES R. 2014. Forest structure and species composition along a successional gradient of Lowland Atlantic Forest in Southern Brazil. **Biot Neotrop** 14:1–11.

MEIRA-NETO, J. A. A. SOUZA, A. L., SILVA, A. F. e PAULA, A. 1997. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual submontana em área de influência da Usina Hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, Zona da Mata de Minas Gerais. **RevistaÁrvore**, v. 21, p. 213-219.

ODUM, E. P. 2004. Fundamentos de Ecologia. **Fundação CalousteGulbenkian**. 7ª ed., Lisboa.

ODUM, H. T., e R. C. PINKERTON. 1955. Times speed regulator, the optimum efficiency for maximum output in physical and biological systems. **American Scientist** 43:331-343.

RODRIGUES, R.; GANDOLFI, S.; DIAS, L.; MELLO, J. 1998. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias, L. E.; Mello, J. W. (Eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, MG. **Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas**. p. 203-215.

TANSLEY, A. G. 1935. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology** 16: 284-307.

**SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**

**ARTIGO 1**

**AUMENTO DA COMPLEXIDADE DE FLORESTAS ESTACIONAIS  
SEMIDECIDUAIS DA MATA ATLÂNTICA AO LONGO DE  
CRONOSSEQUÊNCIA**

## RESUMO

A Mata Atlântica é um dos ecossistemas de florestas tropicais mais ameaçados e degradados do mundo. Uma das formas de avaliar a sucessão desses ecossistemas é através de estudos de cronosequência que nos fornecem informações a respeito das mudanças na composição e estrutura ao longo do tempo. Visto que essas informações também são essenciais para subsidiar plano de recuperação de áreas degradadas, nosso trabalho objetivou avaliar (i) riqueza, (ii) composição e estratificação e (iii) estrutura ao longo de uma cronosequência com três classes etárias. Os nossos resultados mostraram que a riqueza de espécies foram maiores nas florestas das etapas intermediárias e nas mais velhas, e menores nas mais novas. Houve uma clara substituição de espécies ao longo da cronosequência, com redução do grupo funcional de pioneiras e aumento do grupo das secundárias tardias. Os estratos da floresta mudaram em composição ao longo da cronosequência e houve um aumento da diferenciação dos mesmos. Os componentes de solo explicaram parcialmente a composição de espécies (34%), e o aumento da acidez do solo ao longo da cronosequência altera a fertilidade do solo. Também, ao longo da cronosequência, houve aumento na altura de dossel, número de indivíduos e de área basal. De uma forma geral, nosso estudo conclui que a floresta escolhida como a mais velha ainda não apresenta características de uma floresta madura, mas que, mesmo assim, o processo de sucessão está ocorrendo em direção à maturidade.

**Palavras chave:** Florestas Tropicais. Sucessão Florestal. Estratos. Maturidade da Floresta.

## ABSTRACT

The Atlantic Forest is one of the most threatened and degraded tropical forest ecosystem in the world. One way to evaluate how these ecosystems may recover is through chronosequence studies, which provide information about changes in tree community composition and structure throughout time. As this information is essential in supporting restoration plans in degraded areas, our study aimed to evaluate the (i) richness, (ii) composition and stratification, and (iii) structure of tree communities along a chronosequence of three age classes. Our results showed that species richness was higher in forests classed as representing intermediate and advanced stages of succession, and lower in younger forest. There was a clear species replacement along the chronosequence, with a reduction in the pioneers and an increase of species in late secondary functional groups with forest age. The forest strata composition changed along the chronosequence, their differentiation increasing towards more advanced successional stage. Soil characteristics partially explained variance in species composition (34%), and the increase of soil acidity along the chronosequence was associated with soil fertility. We also found an increase in the canopy height, number of individuals and basal area. Our study concludes that the forest chosen to represent the most advanced stage of succession (i.e. the oldest) may still not be an accurate representation of the characteristics of fully recovered mature forest although we confirm that the observed trends are consistent with those expected with development towards maturity according to successional theory.

**Keywords:** Tropical forests. Forest succession. Strata. Forest Maturity

## 1 INTRODUÇÃO

A regeneração florestal ocorre após o abandono de campos antropizados, que em muitos casos foram utilizados para atividades silviagropastoris, iniciando o processo de sucessão secundária no local (CHAZDON, 2012). Muito do conhecimento que se tem atualmente sobre sucessão em florestas tropicais foi construído através de estudos em cronossequência (BROWN e LUGO, 1990). Esses estudos avaliam sítios distintos quanto ao tempo ocorrido desde o abandono ou o distúrbio de área em processo de sucessão, mas que apresentam similaridade quanto aos tipos de solo e condições ambientais, estando dentro da mesma zona climática e tendo sido submetida historicamente aos mesmos usos da terra (CHAZDON, 2012).

As florestas tropicais estão em constante e intensiva degradação de seus ecossistemas (TOH et al., 1999). Considerando que a Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais degradados do mundo, que a maioria dos seus fragmentos são de florestas secundárias (VIANA e TABANEZ, 1996), e que estes ainda estão sendo consecutivamente submetidos à distúrbios antrópicos (veja MYSTER, 1993), há necessidade de se realizar estudos para entender como o processo de sucessão ocorre e, assim, fornecer bases para o manejo e restauração adequados do ecossistema (RUIZ et al., 2005).

Sabe-se que na sucessão ocorre a mudança na riqueza e composição de espécies (BEGON et al., 1996). Segundo Budowski (1963) cada estágio sucessional possui dois fatores importantes: as espécies que o compõem e seus grupos funcionais. Os grupos funcionais correspondem ao agrupamento de espécies de acordo com suas respostas funcionais em relação aos processos do ecossistema em que estão inseridas (LAVOREL e GARNIER, 2002).

Como exemplo, Gandolfi (1995) agrupou as espécies florestais de uma floresta estacional mesófila semidecidual, no estado de São Paulo, de acordo

com a dependência da luminosidade nos processos biológicos de desenvolvimento da planta (pioneira secundária inicial e secundária tardia).

Por serem classificados de acordo com a disponibilidade e intensidade de luz, os grupos funcionais também respondem ao fechamento de dossel que favorece espécies tolerantes à sombra e, assim, moldam a composição da floresta (RICHARDS, 1996; HARCOMBE e MARKS, 1977).

Outra mudança nítida ocorre na estrutura da floresta durante o processo de sucessão (ODUM, 2004). Parâmetros estruturais como a altura do dossel, o número de indivíduos e a área basal aumentam em florestas ao longo de cronossequências (SALDARRIAGA et al., 1988; HUGHES et al., 1999) indicando progressão no processo de sucessão (GOMIDE et al., 1998).

Buscando entender como esse processo de sucessão ocorre em Florestas Estacionais Semidecíduais da Mata Atlântica e assim colaborar com um projeto de restauração de áreas degradadas da região, nós estudamos uma cronossequência e abordamos este cenário em quatro vertentes: variação na (i) riqueza de espécies, (ii) composição de espécies e estratificação, (iii) estrutura das comunidades, e (iv) características químicas do solo. Nós procuramos responder as seguintes perguntas:

(i) Primeira vertente: o que acontece com a riqueza de espécies de árvores ao longo da cronossequência? Nós predizemos que a riqueza será maior nas florestas consideradas por nós em etapas avançadas no processo sucessional visto que florestas tropicais tendem a passar por um incremento de espécies ao longo da sucessão (veja BROWN e LUGO, 1990; DESLOW, 2000) e que nossas florestas escolhidas como mais velhas não pareciam ser maduras o suficiente para apresentar menor riqueza do que as florestas escolhidas como etapa intermediária, não podendo assim testar a hipótese do distúrbio intermediário por Connel (1978), que prevê etapas intermediárias com maior diversidade.

(ii) Segunda vertente: o que acontece com a composição de espécies ao longo da cronossequência? O que acontece com a composição na estratificação da floresta ao longo da cronossequência? Nós predizemos que haverá uma substituição de espécies ao longo da cronossequência. Também predizemos que florestas mais novas apresentarão estratificações menos definidas em termos de composição quando comparadas às mais velhas, visto que o dossel das primeiras ainda é pouco desenvolvido, o que impossibilita a diferenciação na composição causada pelo favorecimento de grupos funcionais de espécies tolerantes à sombra. Ainda como produto final do estudo, disponibilizaremos junto à lista de composição de espécies, uma lista com a classificação de espécies Obrigatórias, Associadas e Ocasionalmente para cada etapa etária da Floresta Estacional Semidecidual amostrada, que será utilizada para a readequação no método de restauração de áreas da região.

(iii) Terceira vertente: o que ocorre com a altura do dossel, número de indivíduos e área basal das florestas ao longo da cronossequência? Acreditamos que as florestas mais velhas apresentarão alturas de dossel maiores em relação às mais novas. Esperamos que as florestas mais jovens ou intermediárias apresentem maior número de indivíduos e menor área basal do que as mais maduras, visto que florestas jovens são caracterizadas pela alta densidade (AIDE et al., 1996) e as mais velhas por redução no número de indivíduos devido a processos de autodesbaste denso-dependentes, processo também ocasionado pelo aumento da área basal conforme a floresta caminha em direção à maturidade (WHITE e HARPER, 1970).

(iv) Quarta vertente: como variáveis de solo se relacionam com as diferenças na composição de espécies da floresta ao longo da cronossequência? Como escolhemos áreas com solos e históricos de uso da terra semelhantes para compor a cronossequência, esperamos encontrar poucas diferenças em termos de solo para as áreas. No entanto, acreditamos que possamos encontrar diferenças

quanto a disponibilidade de alguns nutrientes ao longo da sucessão das comunidades (LI 2013), sendo isto mais um efeito do que uma causa do processo sucessional.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O trabalho de campo aconteceu em fragmentos secundários de Florestas Estacionais Semidecíduais (VELOSO et al., 1991), do domínio da Mata Atlântica, localizados no entorno do Reservatório do Funil (Eletrobrás Furnas), no rio Paraíba do Sul, nos municípios de Resende e Itatiaia, RJ, e Areias, Queluz e São José do Barreiro, SP (localidade da barragem: 22°31'43.80"S 44°34'7.95"W) (FIGURA 1). Segundo a classificação de Köppen (BERNARDES, 1952) o clima para a região é do tipo temperado de estação seca (Cwa) com estações seca e fria (junho a agosto) e chuvosa e quente (dezembro a fevereiro).

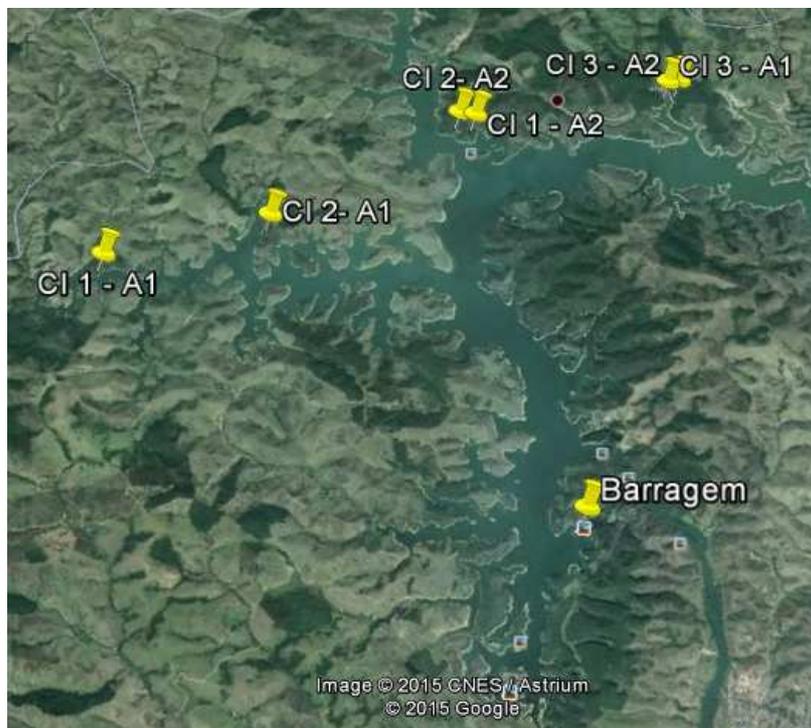


Figura 1 Imagem dos fragmentos florestais escolhidos para compor a cronossequência localizados ao entorno do Reservatório do Funil (Eletrobrás Furnas). Onde: CI 1 – A1 é Classe de idade 1 ( $22^{\circ}35'44.91''S$   $44^{\circ}33'20.41''O$ ) Área 1; CI 1 – A2 é Classe de idade 1 Área 2 ( $22^{\circ}34'23.04''S$   $44^{\circ}36'19.25''O$ ); CI 2 – A1 é Classe de idade 2 Área 1 ( $22^{\circ}35'0.91''S$   $44^{\circ}34'28.90''O$ ); CI 2 – A2 é Classe de idade 2 Área 2 ( $22^{\circ}34'29.43''S$   $44^{\circ}36'15.06''O$ ); CI 3 – A1 é Classe de idade 3 Área 1 ( $22^{\circ}33'23.96''S$   $44^{\circ}37'38.20''O$ ); CI 3 A – 1 é Classe de idade 3 Área 2 ( $22^{\circ}33'20.34''S$   $44^{\circ}37'42.92''O$ ).

## 2.2 Classificação da cronossequência e histórico do uso da terra

Selecionamos para o estudo seis fragmentos distribuídos em três diferentes estágios sucessionais, compondo três classes etárias: Classe de idade 1 (florestas mais novas, com 10 a 20 anos), Classe de idade 2 (florestas em idades intermediárias, com 30 a 40 anos) e Classe de idade 3 (florestas mais velhas, com idades maiores que 60 anos), dois fragmentos para cada estágio (FIGURA

1). A escolha foi baseada na experiência dos pesquisadores envolvidos, na análise de imagens do Google Earth (2014) e em visitas a campo. Após a seleção prévia dos fragmentos, utilizamos informações fornecidas pelos proprietários das áreas e pessoas que habitavam a região, para datarmos a idade aproximada de cada fragmento a partir do abandono da área para uso pecuário. Também, através destes mesmos informantes, procuramos traçar o histórico de uso das áreas.

O habitantes nos informaram que a região foi primeiramente ocupada para o plantio de café, sendo tal atividade seguida pela formação de pastagens para criação de gado e que todas as terras foram utilizadas para ambas produções. Após o abandono destas atividades, as florestas teriam retornado às áreas em um processo natural de sucessão.

### **2.3 Coleta de dados**

Nós distribuímos 51 parcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 m × 20 m) nos fragmentos, totalizando 2,04 ha de área amostral. Nos fragmentos da classe 1 de idade, nós estabelecemos 10 parcelas (cinco em cada fragmento), na classe 2 foram 16 parcelas (oito em cada fragmento) e 25 parcelas nas florestas de classe de idade 3 (13 parcelas em um e 12 parcelas em outro fragmento). Todas foram dispostas de forma equidistante de acordo com o tamanho de cada fragmento, cobrindo as variações topográficas presentes nos fragmentos. O número crescente de parcelas, acompanhando a cronosequência objetivou um incremento da área amostral nos fragmentos onde se esperava maior riqueza de espécies.

Nós amostramos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito a 1,30 m do nível do solo)  $\geq 5$  cm e, para árvores com troncos múltiplos, medimos os DAPs individualmente e depois calculamos um DAP único. Coletamos

amostras dos indivíduos e os identificamos consultando obras de botânica, exsicatas em herbário e especialistas.

Para obtermos informações sobre a estratificação, classificamos cada indivíduo em campo quanto a sua altura e posição em relação ao dossel da floresta, podendo ser classificado em sub-bosque (copa da árvore abaixo da metade da altura do dossel), sub-dossel (copa da árvore acima da metade da altura do dossel, mas abaixo do dossel), dossel (copa da árvore na altura do dossel) e emergente (copa da árvore acima do dossel). Nós determinamos em campo a posição de cada indivíduo em relação à estratificação da floresta por causa da heterogeneidade natural do dossel da floresta que impediria uma classificação precisa *a posteriori* no escritório.

Nós coletamos amostras de solo em quatro pontos equitativamente distribuídos dentro de cada parcela para análise das características químicas e físicas dos solos. Retiramos as amostras abrangendo o perfil de 0-20 cm de solo, sendo então misturados na forma de uma única amostra composta por parcela (SQUIBA et al., 2002). Essas amostras foram encaminhadas ao laboratório de análises de solo da Universidade Federal de Lavras, para análise de pH em água, K, P, Ca, Mg, Al, V% (Saturação por Bases), m% (Saturação por alumínio), MO (Matéria orgânica) P-rem (Fósforo remanescente), Zn, Fe, Mn, Cu, B, S, N, argila, areia e silte. Essas análises foram realizadas seguindo os métodos compilados por Embrapa (1997) e a granulometria foi realizada pelo método de Bouyoucus modificado.

#### **2.4 Análise dos dados**

No presente trabalho, consideramos os dados de riqueza (número de espécies) como sendo o da diversidade, relacionamos esses com os dados de número de indivíduos (GOTELLI e COLWELL, 2001) através de curvas de

rarefação produzidas no programa Estimate S9.1.0 (COLWELL et al., 2012). Para as diferentes classes de idade os dados foram extrapolados ou truncados no valor de 1102 indivíduos que corresponde ao dobro do número de indivíduos encontrados para a Classe de Idade 1.

Para verificar se as parcelas de Classes de Idades distintas tinham composição e abundância de espécies diferenciadas, utilizamos a Análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) com base na abundância de indivíduos das espécies em cada parcela, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis. A similaridade entre e dentro dos grupos foi então obtida por uma ANOSIM (CLARKE, 1993) e para os valores de *P* usamos a correção de Bonferroni. A ANOSIM também foi feita para avaliar composição dos estratos verticais entre Classes de Idades e dentro de cada uma. Essas análises foram feitas pelo programa PAST (HAMMER et al., 2001).

Selecionamos as duas espécies mais abundantes de cada área (totalizando quatro por classe de idade) para observar a variação no número de indivíduos das mesmas em todas as Classes de Idade.

Classificamos todas as espécies encontradas de acordo com os grupos funcionais propostos por Gandolfi (1995), utilizando a literatura da região (ROZZA, 1997; TABARELLI e MANTOVANI, 1999; IVANAUSKAS, 1999; FONSECA e RODRIGUES, 2000; SILVA et al, 2003; NUNES et al, 2003; PINTO et al, 2005; SANTOS, 2007; LOPES, 2008; LEITE e RODRIGUES, 2008; GALDINO, 2008; DIAS NETO et al, 2009; SANTOS et al, 2009; BRANDÃO et al, 2009; FERREIRA et al, 2009; SOBRINHO et al, 2010; PEREIRA et al, 2010; SILVA, 2013) e fizemos o percentual de espécies encontradas de cada grupo (Pioneiras, Secundária Iniciais e Secundária Tardia), baseado no número de indivíduos, para cada Classe de Idade.

Visando estabelecer parâmetros práticos que subsidiem a indicação de espécies em futuros plantios de restauração na área de estudo, classificamos as

espécies, de acordo com a sua ocorrência nas diferentes Classes de Idade, em três diferentes categorias: (i) Espécies obrigatórias da classe: aquelas que tenham pelo menos cinco indivíduos nas duas áreas de uma classe de idade examinada; (ii) Espécies associadas: aquelas com pelo menos cinco indivíduos no total dos dois fragmentos da classe de idade e que não se encaixem no critério anterior; (iii) Espécies ocasionais: aquelas com menos de cinco indivíduos nos fragmentos das classes de idade.

Para analisar se a altura do dossel é diferente em cada classe de idade, consideramos a altura média dos indivíduos e usamos o Modelo linear generalizado de efeito misto (GLMM com a função lmer do pacote lme4), com a família Gaussian, onde a Classe de Idade foi o efeito fixo e parcela foi o efeito aleatório. A mesma análise foi feita para avaliar o número de indivíduos, com a família Poisson e para avaliar a área basal, família gaussian, separadamente. Realizamos estas análises na versão 3.1.1 do programa R Core Team (2014).

Para avaliar quais características de solo influenciam na composição de espécies, realizamos a análise de Distância Baseada em Modelos Lineares (DISTLM) realizada com o software Primer 6 e Permanova + (ANDERSON et al, 2008). Esta análise gera a melhor combinação de variáveis ambientais que explicam a matriz de composição de espécies (GONG e HUANG, 2011) com a similaridade de Bray-Curtis. Para as variáveis de solo que apresentaram acima de 10% de explicação no teste marginal da análise DISTLM, realizamos ANOVA para dados normais e Kruskal-Wallis para dados não-normais. Essas análises foram feitas pelo programa PAST (HAMMER et al, 2001).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Riqueza

Amostramos um total de 3.460 indivíduos classificados em 39 famílias e 168 espécies (TABELA 1 – Anexo). Tivemos 72 indivíduos que não puderam ser identificados por não apresentarem folhas ou material fértil.

As florestas da Classe de Idade mais nova (10 a 20 anos) apresentaram riqueza menor que as florestas intermediárias (30 a 40 anos) e maduras ( $\geq 60$  anos) (FIGURA 2). As florestas de Classes de Idades intermediárias e as mais antigas apresentaram valores riqueza de espécies estatisticamente similares.

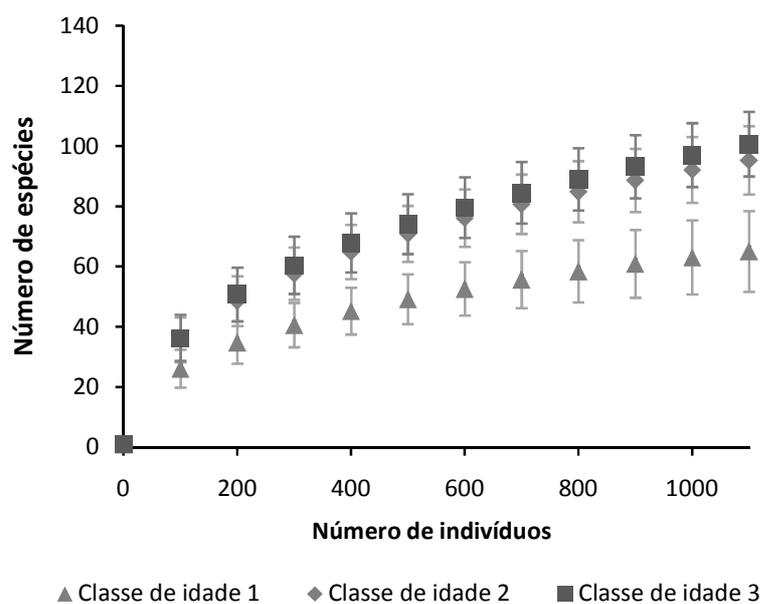


Figura 2 Curva de rarefação baseada em número de indivíduos para as florestas da Classe de Idade 1; Classe de Idade 2 e Classe de idade 3 da cronosequência estudada. As barras de erros representam um intervalo de confiança de 95%.

### 3.2 Composição

A Figura 3 mostra a NMDS dos agrupamentos de composição para as Classes de Idade que compõem a cronosequência, onde as parcelas das florestas de idade mais recente (Classe de Idade 1) estão em um extremo e as parcelas das florestas mais antigas (Classe de Idade 3) em outro extremo, com as florestas de idade intermediária (Classe de Idade 2) mediando ambas situações, formando um gradiente.

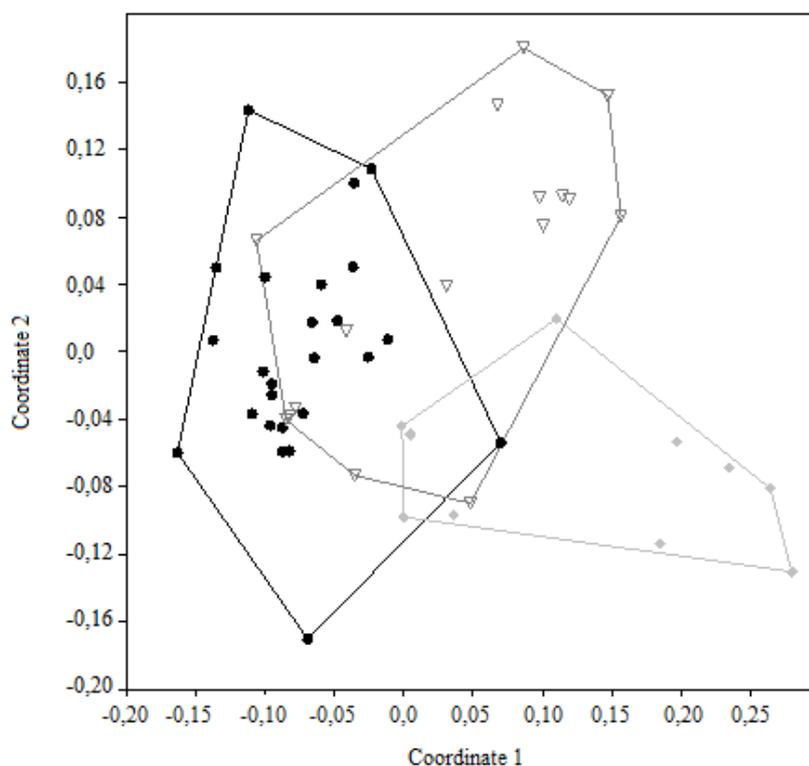


Figura 3 Resultado da análise Multivariada de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da composição de espécies para as florestas de diferentes classes de idade. Losangos em cinza claros: Classe de Idade 1; triângulos em cinza escuros: Classe de Idade 2; círculos pretos: Classe de Idade 3. Índice de similaridade de Bray-Curtis (Stress = 0.22).

A análise de similaridade (ANOSIM) revelou diferença na composição para todas as Classes de Idades ( $P < 0,05$ ). Considerando esta comparação, as que apresentaram menor valor de dissimilaridade foram a Classe de Idade 1 com a 2 ( $R = 0,30$ ), e depois as Classes de Idade 2 com a 3 ( $R = 0,38$ ). Já as florestas mais velhas (Classe de Idade 3) quando comparadas às florestas mais novas (Classe de Idade 1) foram as que apresentaram maior dissimilaridade em termos de composição ( $R = 0,66$ ) (TABELA 1).

Tabela 1 Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) comparando a composição de espécies das Classes de Idades.

Classes de Idades comparadas*	----- Valores -----	
	R	p
1-2	0,304	0,0039
2-3	0,378	0,0003
1-3	0,648	0,0003

\* 1 é referente a Classe de Idade 1; 2 é a Classe de Idade 2; e 3 é a Classe de Idade 3. Os valores de  $P$  foram significativos ( $P < 0,05$ ) em todas as comparações

A análise das espécies mais importantes em cada Classe de Idade mostrou que as espécies *Croton floribundus* Spreng, *Cupania oblongifolia* Mart, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman e *Platypodium elegans* Vogel apresentaram maior abundância na Classe de Idade 1. As espécies *Brosimum guianense* (Aubl.) Huber ex Ducke, *Astrocaryum aculeatissimum* (Schott) Burret, *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. *Myrcia splendens* (Sw.) DC. possuem maior abundância para a Classe de Idade 2. As espécies *A. aculeatissimum*, *Amaioua intermedia* Mart. ex Schult. e Schult. f., *Sorocea bonplandii* (Baill.) W. C. Burger, Lanj. e de Boer e *Cupania emarginata* Cambess., (Schott) possuem maior abundância na Classe de Idade 3 (FIGURA 4).

Para as espécies mais abundantes da Classe de Idade 1, a espécie *C. floribundus* é uma espécie à parte, pois ela foi muito abundante na primeira

classe e quase desapareceu nas demais. As demais espécies mais abundantes desta Classe de Idade ainda foram relativamente abundantes nas outras classes.

Para as espécies mais abundantes da Classe de Idade 2, as espécies *B. guianense* e *A. aculeatissimum* apresentam altos valores de abundância na Classe de Idade 3 e baixos na Classe de Idade 1; e as espécies *X. aromatica* e *M. Splendens* possuem altos valores somente na Classe de Idade 2 e valores muito baixos nas outras classes. As espécies mais abundantes para a Classe de Idade 3 apresentaram maiores valores de abundância nesta classe do que nas outras, com as espécies *A. intermedia*, *S. bonplandii* e *C. emarginata* sendo praticamente ausentes na Classe de Idade 1. As espécies que apareceram abundantemente em todas as classes de idade foram *C. oblongifolia*, *S. romanzoffiana*, *P. elegans*, *B. guianense*, *A. aculeatissimum*, *A. intermedia*.

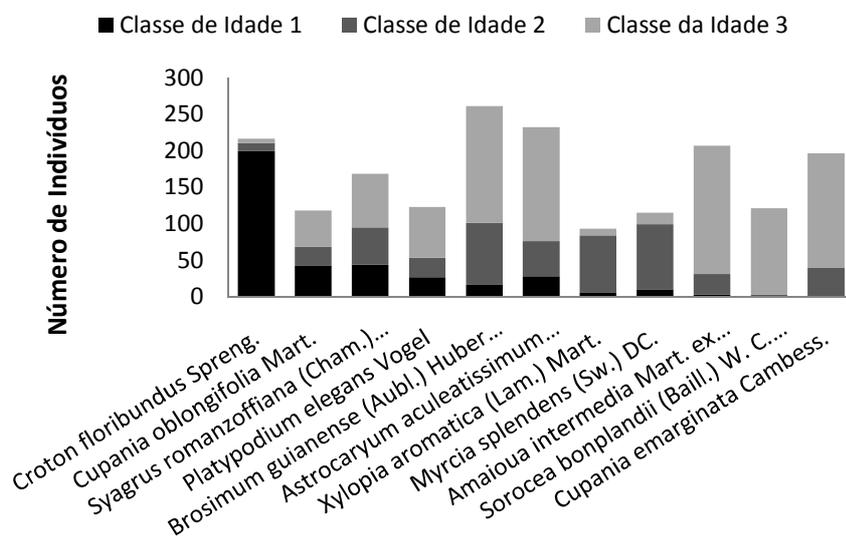


Figura 4 Espécies com os maiores números de indivíduos para cada Classe de Idade e sua quantidade nas outras classes. As espécies: *C. floribundus*, *C. oblongifolia*, *S. romanzoffiana*, *P. elegans* apresentaram maior abundância na Classe de Idade 1. As espécies *B. guianense*, *A. aculeatissimum*, *X. aromatica*, *M. splendens* possuem maior abundância para a Classe de Idade 2. As espécies *A. aculeatissimum*, *A. intermedia*, *S. bonplandii* e *C. emarginata* possuem maior abundância na Classe de Idade 3.

A porcentagem dos grupos funcionais de Pioneiras foi maior nas florestas da Classe de Idade 1 com diminuição na Classe de Idade 2 e menores valores na Classe de Idade 3. Para os grupos funcionais de Secundária Iniciais o menor valor foi para a Classe de Idade 1, com o maior valor na Classe de Idade 2 e uma redução na Classe de Idade 3. O grupo funcional de Secundária Tardia apresentou baixos valores na Classe de Idade 1, e aumentou ao longo da cronossequência apresentando maiores valores na Classe de Idade 3. Apesar desta tendência, o grupo funcional de Secundária Iniciais foi o que apresentou maiores valores de porcentagem em todas as Classes de Idade (TABELA 2).

Tabela 2 Porcentagem de indivíduos de espécies classificadas como Pioneiras (PI), Secundária Iniciais (SI) e Secundária Tardias (ST) para cada Classe de Idade

Classe de idade	PI (%)	SI (%)	ST (%)
1	39,6	48,9	11,5
2	21,5	64,0	14,4
3	6,9	54,4	38,4

O presente estudo propõe a classificação de Espécies Obrigatórias, Espécies Associadas e Espécies Ocasionalis para as três diferentes idades da cronossequência avaliada para a região estudada, e encontra-se na Tabela 2 do Anexo.

### 3.3 Composição de espécies nos estratos

A comparação dos mesmos estratos para classes de idades diferentes (TABELA 3) foram diferentes ( $P < 0,05$ ), provavelmente refletindo o padrão geral de mudança na composição de espécies das florestas ao longo da cronossequência.

A diferenciação da composição dos diferentes estratos para cada Classe de Idade aumentou ao longo da cronossequência (TABELA 3). Os estratos na Classe de Idade (10 a 20 anos) tiveram composição de espécies estatisticamente indiferenciada ( $P > 0,05$ ). Para a Classe de Idade 2 (de 30 a 40 anos) os estratos mais distantes entre si têm composições florísticas estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), a saber, emergente e subdossel, emergente e sub-bosque, e dossel e sub-bosque. Entretanto, a composição dos estratos mais próximos entre si (emergente e dossel, dossel e subdossel, subdossel e sub-bosque) foram estatisticamente similares. Já as florestas da Classe de Idade 3 ( $\geq 60$  anos), possuem composição diferente para todos os estratos ( $P < 0,05$ ) mesmo que estes sejam próximos.

Tabela 3 Resultados da análise de similaridade (ANOSIM) entre composição de espécies dos estratos e Classes de Idade.

<b>Comparação feita</b>	<b>Grupos comparados</b>	<b>Valores</b>	
<b>Mesmo estrato, Classes de Idade diferentes</b>	<b>Classes de idade*</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
Estrato Emergentes	1-2	0,2019	0,0174*
	2-3	0,3148	0,0003*
	1-3	0,2723	0,0021*
Estrato Dossel	1-2	0,2171	0,0186*
	2-3	0,3535	0,0003*
	1-3	0,5249	0,0003*
Estrato Subdossel	1-2	0,4206	0,0003*
	2-3	0,2906	0,0009*
	1-3	0,5894	0,0003*
Estrato Sub-bosque	1-2	0,2634	0,0054*
	2-3	0,2074	0,0006*
	1-3	0,5218	0,0003*
<b>Mesma Classe de Idade, estratos diferentes</b>	<b>Estratos</b>	<b>R</b>	<b>P</b>
Classe de Idade 1	E-D	0,1882	0,207
	E-SD	0,2622	0,0528
	E-SB	0,1774	0,2172
	D-SD	-0,0128	1
	D-SB	0,0886	0,723
	SD-SB	-0,0252	1
Classe de Idade 2	E-D	0,2117	0,18
	E-SD	0,46	0,0006*
	E-SB	0,467	0,0006*
	D-SD	0,0701	0,495
	D-SB	0,2846	0,0006*
	SD-SB	0,1023	0,1986
Classe de Idade 3	E-D	0,3813	0,0006*
	E-SD	0,4651	0,0006*
	E-SB	0,5107	0,0006*
	D-SD	0,1401	0,0006*
	D-SB	0,4249	0,0006*
	SD-SB	0,0985	0,0006*

\*1 é referente a Classe de Idade 1; 2 é a Classe de Idade 2; e 3 é a Classe de Idade 3; E é Emergente; D é Dossel; SD é Subdossel; e SB é Sub-bosque.

\*\*valores de  $P < 0,05$

### 3.4 Estrutura

Classes de Idade foram diferentes quanto à altura do dossel (GLMM, Gaussian,  $P= 0,01$ ,  $\chi^2 = 9,08$ ). Esta diferença foi concentrada nos contrastes entre as Classes de Idade 1 e 3; 2 e 3, onde a classe 3 apresentou maior altura de dossel. As classes 1 e 2 tiveram alturas de dossel similares. As Classes de Idade foram diferentes quanto a densidade de indivíduos (número de indivíduos por parcela) (GLMM, Poisson,  $P = 0,0006$ ,  $\chi^2 = 14,6$ ), com a classe 3 apresentando mais indivíduos que a 1 (GLMM, Poisson,  $P = 0,0004$ ,  $\chi^2 = 12,1$ ) e a 2 (GLMM, Poisson,  $P = 0,005$ ,  $\chi^2 = 7,80$ ) e estas duas últimas apresentando valores similares entre si. As Classes de Idade também foram diferentes quanto a área basal (GLMM, Gaussian,  $P= 0,004$ ,  $\chi^2 = 10,6$ ), sendo que as Classes de Idade 1 e 2 não apresentaram diferenças entre si, mas a classe 3 teve área basal maior que a da classe 1 (GLMM, Gaussian,  $P = 0,001$ ,  $\chi^2 = 10,2$ ) e a classe 2 (GLMM, Gaussian,  $P = 0,004$ ,  $\chi^2 = 8,0$ ) (FIGURA 5).

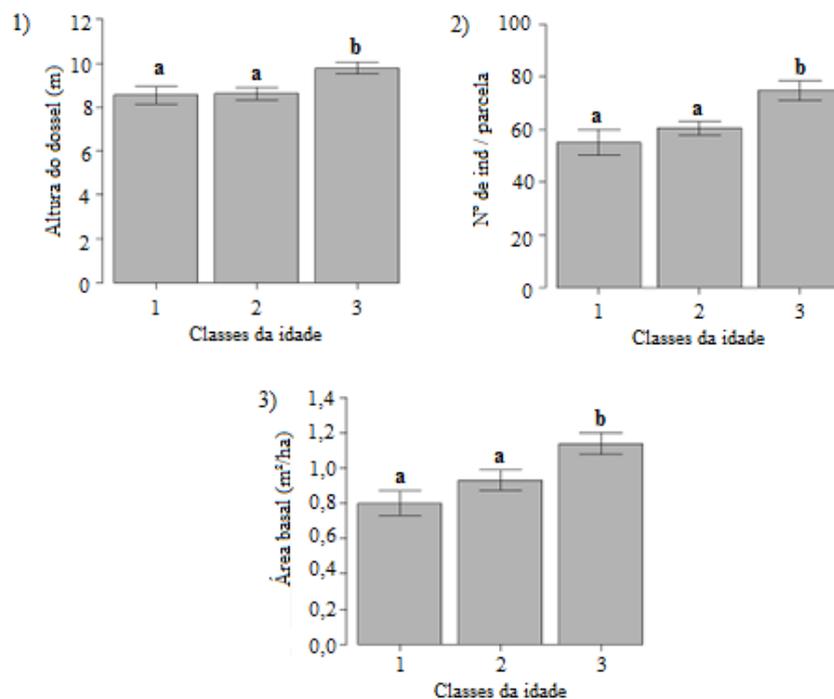


Figura 5 Média (+ desvio padrão) para a Altura de dossel (gráfico 1), Número de indivíduos (gráfico 2) e Área basal (gráfico 3) para as Classes de Idade 1, Classes de Idade 2, Classes de Idade 3, onde as letras **a** e **b** separam as Classes de Idade que possuem resultados estatisticamente diferentes ( $P < 0,05$ ) analisadas pelo GLMM.

### 3.5 Características químicas do solo

Para as 19 variáveis de solo mensuradas, 16 foram selecionados no melhor modelo de explicação para a composição de espécies, que juntos explicaram 34% ( $R^2$  Ajustado = 0,336; RSS = 68421). Estes componentes foram: pH; K; P; Ca; Mg; Al; V% (Saturação por Base); m% (Saturação por Alumínio); P-rem (Fósforo remanescente); Zn; Fe; Mn; B; S; Argila; Areia. Ou seja, 66% da composição é explicada por outros fatores que não sejam as características de solo.

Para os componentes avaliados separadamente do teste marginal, os mais importantes foram: pH (14%), m (14%), Mg (13%), V% (13%), Ca (12%), Al (12%), K (10%), P-rem (10%) (TABELA 4). Ao longo da cronossequência das florestas mais novas em direção às mais velhas, percebemos a diminuição no pH, Mg, V% (Saturação por base), Ca e K e o aumento em m% (Saturação por alumínio) e Al (TABELA 5).

Tabela 4 Resultado do teste marginal da análise de componentes de solo combinado à composição de espécies no Modelo Linear Baseado na Distância (DISTLM), com a matriz de similaridade de Bray-Curtis.

Variável	Pseudo-F	P	Prop.
pH	80,165	0,001	14,1%
K	57,587	0,001	10,5%
P	0,89044	<u>0,561</u>	0,01%
Ca	66,333	0,001	11,9%
Mg	75,259	0,001	13,3%
Al	68,062	0,001	12,1%
V%	76,064	0,001	13,4%
m%	8,28	0,001	14,4%
P-rem	57,062	0,001	10,4%
Zn	36,975	0,001	0,07%
Fe	51,025	0,001	0,09%
Mn	29,191	0,001	0,05%
B	14,477	<u>0,106</u>	0,02%
S	41,877	0,001	0,07%
Argila	23,349	0,007	0,04%
Areia	22,604	0,004	0,04%

Os valores de *P* que não foram significativos ( $P < 0,05$ ) estão sublinhados.

Tabela 5 Características químicas do solo, média e erro padrão das variáveis que apresentaram explicação acima de 10% para a Classe de Idade (CI) 1, 2 e 3. Variáveis que apresentaram diferença entre Classes de Idade pela ANOVA (pH); e variáveis que apresentaram diferença entre Classes de Idade pela análise de Kruskal-Wallis (m%, Mg, V%, Ca, Al, K, P-rem).

Variável do solo	----- Classe de Idade -----		
	1	2	3
pH	4,7 ± 0,1 a	4,2 ± 0,1 b	3,9 ± 0,03 c
m%	23,3 ± 6,4 c	49,1 ± 6,6 b	79,2 ± 2,5 a
Mg	1,0 ± 0,2 a	0,7 ± 0,1 ab	0,2 ± 0,03 c
V%	34,5 ± 6,0 a	19,6 ± 3,6 ab	5,6 ± 1,0 c
Ca	1,7 ± 0,2 a	0,9 ± 0,2 b	0,2 ± 0,04 c
Al	0,8 ± 0,2 b	1,8 ± 0,3 a	2,3 ± 0,2 a
K	104 ± 15 a	70,9 ± 4,4 a	62,8 ± 2,3 b
P-rem	28,6 ± 1,9	26,2 ± 1,4	23,9 ± 1,1

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Riqueza

A riqueza de espécies aumentou ao longo das Classes de Idade da cronossequência, das florestas mais novas (de 10 a 20 anos) para as florestas de idade intermediária (30 a 40 anos e mais velhas  $\geq 60$  anos). No entanto, as duas últimas classes não diferiram estatisticamente quanto a este parâmetro. Brown e Lugo (1990) afirmam que florestas secundárias tropicais acumulam espécies rapidamente até 80 anos após o abandono. Os nossos resultados apontam que este período de acúmulo rápido pode ser mais curto, de 30 ou 40 anos, pelo menos para as florestas estudadas. Se há ainda algum aumento na riqueza a partir deste momento, este aumento ocorre de forma muito mais lenta e não foi detectado na cronossequência estudada. A redução na velocidade de acúmulo de espécies ao longo da sucessão (UHL, 1987; ODUM, 2004) é um evento comum observado em florestas tropicais (BROWN e LUGO, 1990).

O aumento da riqueza se dá através de uma fração de espécies que sobrevivem aos primeiros anos da sucessão e da introdução de novas espécies nos anos seguintes (SALDARRIAGA et al., 1988), e também pelo fato de que ao longo do processo de sucessão de qualquer área há tendência de aumento do número de espécies simplesmente pelo tempo de exposição à colonização (UHL et al., 1981; LIEBSCH et al., 2008).

Provavelmente, depois de algum tempo o acúmulo de espécies é pequeno ou negligível, tornando-se a substituição de espécies o processo mais importante nas mudanças da composição da comunidade. Com o passar do tempo as espécies pioneiras darão lugar às não pioneiras (TABARELLI e MANTOVANI, 1999) simplesmente pelo fato de que as pioneiras não se estabelecem em condições sombreadas após o fechamento de dossel (SLIK,

2004). As diferenças na composição de espécies e na proporção dos grupos funcionais para as florestas na cronosequência estudada confirmam este padrão (ver abaixo).

#### **4.2 Mudança na composição de espécies das florestas**

Assim como a riqueza, a alteração no parâmetro de composição para as florestas de diferentes idades é um indicativo das mudanças direcionais das florestas durante a sucessão em direção à maturidade (CHAZDON et al., 2007).

Observando-se as espécies mais abundantes nas áreas estudadas sob a perspectiva de grupos funcionais, fica óbvia a gradativa substituição desses grupos ao longo da sucessão. Por exemplo: *C. floribundus*, provavelmente, uma pioneira típica foi muito abundante na primeira Classe de Idade, mas quase desapareceu nas demais. As outras espécies mais abundantes da floresta mais nova (*C. oblongifolia*, *S. romanzoffiana* e *P. elegans*) são secundárias iniciais. Ambos os grupos são caracterizados por serem dependentes de luz, sendo o primeiro exigente de luz e o segundo tolera condições de sombreamento não muito intensas, porém ainda assim é usualmente encontrado em bordas e clareiras (GANDOLFI et al., 1995). As espécies com altos valores de abundância das florestas de idade intermediária são pioneiras (*X. aromatica*), secundária iniciais (*B. guianense* e *M. splendens*), e já aparece uma espécie secundária tardia entre as mais abundantes (*A. aculeatissimum*). Já para as florestas mais antigas, a maior parte das espécies importantes (*A. aculeatissimum*, *A. intermedia*, *S. bonplandii* e *C. emarginata*) são secundárias tardias, sendo apenas uma (*C. emarginata*) classificada como secundária inicial. Em outras palavras, as secundárias tardias começaram a aparecer entre as mais abundantes nas florestas de idade intermediárias (30 a 40 anos), e se tornaram dominantes nas florestas mais velhas ( $\geq 60$  anos). Esses resultados reforçam a

ideia de que está havendo a substituição de espécies mesmo entre as florestas de idade intermediárias e mais velhas embora a riqueza esteja estabilizada ou mudando pouco.

Quando analisamos as proporções dos grupos funcionais para a comunidade como um todo, ficou claro que as pioneiras decresceram e as secundárias tardias aumentaram em dominância ao longo da cronossequência. A tendência da substituição de pioneiras por não pioneiras ao longo do tempo é uma característica relatada em muitos trabalhos (SALDARRIAGA et al, 1988; FINEGAN, 1996; LAURENCE et al, 1998; PEÑAS CLAROS, 2003; MARQUES et al, 2014).

Entretanto, apesar do aumento de secundárias tardias em direção às florestas mais velhas, o grupo funcional que apresentou maior valor para todas as florestas foi o das secundárias iniciais, indicando que mesmo a floresta mais antiga está longe do que seria uma floresta madura para a região, uma vez que as secundárias iniciais são espécies que ocorrem em condições de clareiras ou bordas da floresta e, no geral, em condições de sombreamento não muito intenso (GANDOLFI et al, 1995). Considerando que florestas maduras já apresentam maior quantidade de indivíduos pertencentes a grupos funcionais de não pioneiras do que florestas em fase inicial de sucessão (TABARELLI e MANTOVANI, 1999), e as mais velhas do presente estudo apresentam boa parte de secundárias iniciais, concluímos que apesar de as florestas estarem aparentemente caminhando à maturidade com o aumento de secundárias tardias, as florestas escolhidas como as mais velhas ainda não apresentam características de florestas maduras quanto aos grupos funcionais.

### **4.3 Mudança na composição de espécies dos estratos entre e dentro de cada Classe de Idade**

As diferenças de composição de espécies encontradas ao longo da cronossequência para as comparações feitas dentro do mesmo estrato para as florestas de diferentes idades provavelmente refletem simplesmente o processo de sucessão que atinge toda a comunidade. Em uma perspectiva mais ampla, a composição dos estratos de uma floresta estará sempre relacionada com a composição de espécies da comunidade (LATHAM et al., 1998).

Por outro lado, a diferenciação florística entre os estratos aumenta ao longo da cronossequência, e isso está provavelmente ligado ao efeito da própria comunidade na disponibilidade de luz para as plantas abaixo do dossel (SILVA et al., 2003, HIGUCHI et al., 2006). Como encontrado em alguns trabalhos (FINEGAN, 1996; VACCARO et al., 1999; SALLES e SCHIAVINI, 2007), após o fechamento do dossel há um sombreamento nos estratos inferiores (sub-bosque e subdossel) que passará a favorecer o estabelecimento de espécies tolerantes a sombra para compor estes estratos durante pelo menos alguma etapa de seu desenvolvimento. Assim sendo, com a progressão da sucessão, incremento da altura, da biomassa da floresta e do número de indivíduos, há também o aumento da diferenciação dos estratos em termos de composição de espécies.

Suportando isto, observamos em campo que as florestas mais jovens do presente estudo (com idade de 10 a 20 anos) apresentam um dossel visualmente mais aberto que as florestas mais antigas (de aproximadamente acima de 60 anos), e isso provavelmente explica a indiferença na composição de espécies quando comparados todos os estratos para as florestas mais novas, e a composição florística entre todos estratos bem definida para as florestas mais maduras. Florestas mais jovens que ainda não apresentam fechamento de dossel possuem elevada luminosidade em todos os estratos, isso faz com que a diferenciação na composição de espécies decorrentes dos grupos ecológicos exigentes de luz e tolerantes a sombra ainda não esteja definido (SLIK, 2004;

CHAZDON, 2008), no entanto, à medida que o dossel se fecha, a floresta aumenta em altura, densidade e biomassa e a diferenciação do dossel em termos de composição se torna mais acentuada.

#### **4.4 Mudança na estrutura**

Nossos resultados mostraram que alguns aspectos estruturais da floresta ao longo da sucessão, como altura do dossel, densidade e área basal aumentaram ao longo da cronossequência. Mais especificamente, o aumento significativo ocorreu a partir das florestas de idade intermediárias (30 a 40 anos) para as mais velhas ( $\geq 60$  anos). O resultado de aumento da altura de dossel corrobora com o encontrado por Grau et al (1996) ao avaliar altura de dossel, por Ruiz et al (2005), ao avaliar a média da altura das árvores, dentre outros trabalhos (revisado em BROWN e LUGO, 1990; PEÑA-CLAROS, 2003; MADEIRA et al, 2009).

No entanto, a hipótese de redução no número de indivíduos ao longo da cronossequência foi negada neste trabalho. Nós predizemos que, inicialmente, haveria o aumento da densidade de indivíduos nos anos iniciais de sucessão, quando a área foi abandonada, seguida da redução deste número com o crescimento da biomassa e tamanho dos indivíduos e aumento da competição. Entretanto, no presente estudo encontramos que o número de indivíduos aumentou ao longo da cronossequência analisada, o que reforça as evidências de que nossa floresta escolhida como a mais avançada ainda não possui características de florestas maduras.

Os resultados de área basal apresentaram aumento ao longo da cronossequência em direção às florestas mais velhas se deve ao fato de estarem em processo de acumulação de biomassa (GRAU et al., 1996). Estes resultados indicam o processo do processo de sucessão (GOMIDE et al., 1998) e suporta a

tendência em florestas secundárias tropicais para o aumento da área basal ao longo do processo (GUARIGUATA e OSTERTAG, 2001; RUIZ et al., 2005; MADEIRA et al., 2009).

Concluindo, apesar de a riqueza aparentemente se estabilizar rapidamente para a cronosequência estudada, tanto a substituição de espécies como os parâmetros estruturais parecem ainda estar em franca mudança.

#### **4.5 Características químicas do solo**

Os resultados das características químicas do solo explicaram 34% da variação da composição da comunidade da cronosequência. O pH pode se tornar ácido pelo aumento do teor de matéria orgânica e serrapilheira nos solos dessas comunidade ao longo da sucessão. Além disto, o Al também aumentou ao longo da cronosequência. Redução de pH e aumento de Al normalmente refletem na redução de bases trocáveis, tais como Ca, Mg e K (FACELLI e PICKET 1991; KIN KIN et al., 2011, MALAVOLTA et al., 1997), o que foi observado no presente estudo. Nossos resultados sugerem que, além disto, estas mudanças ao longo da cronosequência em direção às florestas mais velhas podem estar ligadas à alteração na composição de espécies.

Em florestas tropicais, as propriedades do solo são complexas apresentando forte relação com a sucessão (LI 2013). Robinson (2014), em um estudo conduzido na mesma região, registrou o aumento da acidez quando comparou áreas de pastagem abandonadas em início de sucessão e os fragmentos mais velhos do presente estudo. O autor atribuiu tal diferença ao acúmulo da serapilheira ao longo da sucessão.

## 5 CONCLUSÃO

A riqueza de espécies atingiu a estabilidade em florestas de idades intermediárias de 30 a 40 anos e, a partir desta idade, provavelmente a mudança na composição de espécies, e não o aumento do número das mesmas, seja o processo mais importante em termos de mudanças na diversidade biológica ao longo da sucessão

A mudança na composição de espécies para as florestas de diferentes idades confirmam o que é previsto em processos sucessionais. Os indicadores desta mudança em direção à maturidade são (i) a diminuição de indivíduos de espécies pioneiras e o aumento de secundárias tardias ao longo da cronosequência e, entre as espécies dominantes (ii), o aumento daquelas classificadas como secundárias tardias e redução daquelas classificadas como pioneiras ou secundárias iniciais. Entretanto, os altos valores de secundárias iniciais nas florestas de todas as idades sugerem que mesmo as áreas mais antigas aqui estudadas, ainda não apresentam características de uma floresta madura para a região.

Outra evidência do progresso da sucessão na cronosequência estudada é a gradativa diferenciação de estratos em termos de composição florística ao longo da cronosequência, sendo isto provavelmente ligado à amplificação e mais clara definição do gradiente lumínico vertical na floresta à medida que a mesma cresce em altura e biomassa. Indiretamente, isto parece ser um importante contribuidor para o aumento da riqueza detectado entre as florestas mais jovens em relação às intermediárias e mais velhas, pois estas últimas possuem uma estratificação mais clara.

Todos os parâmetros estruturais avaliados aumentaram ao longo da cronosequência, especificamente a partir das florestas de idade intermediárias para as mais velhas. Os maiores valores de densidade de indivíduos nas florestas

mais velhas indicam que estas florestas ainda não apresentam a característica de redução do número de indivíduos ligada ao aumento da densidade ou da área basal comumente observado em florestas maduras.

As características químicas do solo estão provavelmente ligadas à mudança na composição de espécies, pelo menos parcialmente. O aumento da serrapilheira ao longo da cronossequência e consequente acidificação do solo provavelmente está reduzindo a disponibilidade de bases trocáveis no solo e isto pode levar a composição florística diferenciada.

No geral, nossos resultados indicam que o incremento da riqueza estabilizou mais rapidamente do que os parâmetros estruturais de altura de dossel, densidade de indivíduos e área basal, embora claramente mudanças na composição espécies estão ocorrendo. As mudanças estruturais e em composição de espécies indicam que mesmo as áreas mais maduras de florestas encontradas na região ainda são relativamente jovens e estão passando por acentuadas mudanças. Pelo menos para o entorno do reservatório de Furnas – Funil não há mais remanescentes que possam servir com verdadeiras referências do que uma floresta madura seria para a região.

Apesar disto, os resultados apresentados apontam claras direções em termos do que se poderia esperar para a sucessão na região, servindo como referência de quais e em que abundância as espécies deveriam ser selecionadas e plantadas em projetos de restauração florestal na região.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço às pessoas que participaram como coautores deste artigo: Eduardo van den Berg e Flávia Freire de Siqueira. E agradeço as pessoas que ajudaram no trabalho de campo William Santos, Leonardo Tavares e Danilo Almeida e ao professor Dr. Rubens Manoel dos Santos pela identificação das

plantas. À CAPES por ter concedido a bolsa de mestrado e à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) Furnas por financiar este projeto.

## REFERÊNCIAS

- AIDE, M. T., J. K. ZIMMERMAN, M. ROSARIO, ANDH. MARCANO. 1996. Forest recovery in abandoned attlepestures along an elevational gradient in Northeastern Puerto Rico. **Biotropica** 28: 537-548.
- ANDERSON, M. J. GORLEY, R. N. e CLARKE. K. R. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to software and Statistical Methods. **Auckland: Primer – E Ltd**, Nova Zelândia, p. 214.
- BEGON, M., M. MORTIMER e THOMPSON. D. J. 1996. Population ecology. 3ª ed. **Blackwell**, Oxford.
- BERNARDES, L.M.C. 1952. Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. – **Revista Brasileira de Geografia** 14, 57–80.
- BRANDÃO, C. F. L. S. et al. 2009. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu – Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.4, n.1, p.55-61, jan.-mar. Recife, PE, UFRPE.
- BROWN. S e LUGO. A. E, 1990. Tropical secondary forests. **J. Trop. Ecol.** 6: 1-32.
- BUDOWSKI, G. 1963. Forest succession in tropical lowlands. **Turrialba**, v.13, p.42-44.
- CHAZDON, R. L. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, W. P.; SCHNITZER, S. A. (Eds.). Tropical Forest Community Ecology. Londres: Wiley-Blackwell, p. 384-408.
- CHAZDON, R. L. 2012. Regeneração de Florestas Tropicais. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 7, p. 195 – 218.

CHAZDON, R. L.; LETCHER, S. G.; VAN BREUGEL, M.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; BONGERS, F. e FINEGAN, B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 362(1478), pp.273-289.

CLARKE, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, v. 18, p. 117-43.

COLWELL, R. K., A. CHAO, N. J. GOTELLI, S.-Y. LIN, C. X. MAO, R. L. CHAZDON, e LONGINO. J. T. 2012. Models and estimator linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5:3-21.

CONNELL, Joseph H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, v. 199, n. 4335, p. 1302-1310.

DENSLOW, Julie S. 2000. Patterns of structure and diversity across a tropical moist forest chronosequence. In: **Vegetation Science in Retrospect and Perspective. Proceedings IAVS Symposium, Opulus Press, Uppsala.** p. 237-241.

DIAS NETO, O. C. et al. 2009. Estrutura fitossociológica e grupos ecológicos em fragmento de floresta estacional semidecidual, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 60 (4): 1087-1100.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos.** p. 212.

FACELLI. J. M, PICKETT. S. T. A. 1991. Plant litter: Its dynamics and effects on plant community structure. *The Botanical Review.* Pp. 1-32. v. 57.

FERREIRA, W.C. et al. 2009. Estabelecimento de mata ciliar às margens do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 69-81, jan.-mar.

FINEGAN, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Trends in Ecology e Evolution**, v. 11, n. 3, p. 119-124.

FONSECA, R. C. B.; RODRIGUES, R. R.. 2000. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **SCIENTIA FORESTALIS**, n. 57, p. 27-43, jun.

GALDINO, G. 2008. **Estrutura populacional de árvores pioneiras em bordas florestais de duas regiões na Amazônia brasileira**. Macapá, 37 p., il. Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F e BEZERRA, C.L. 1995. Levantamento Florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. 55(4):752-767.

GOMIDE, L. A., C. R. SANQUETTAAN, D J. N. M. DA SILVA. 1998. Dynamics of a tropical secondary forest in Amapá, Brazil. In M. Guariguata and B. Finegan (Eds.). Ecology and management of tropical secondary forest: **Science, people, and policy**, pp. 99-108. CATIEICIFOR, proceedings of a conference held at CATIE, Costa Rica, 10-17 November 1997.

GONG, Y. B, HUANG, S. Q. 2011. Temporal stability of pollinator preference in an alpine plant community and its implications for the evolution of floral traits. **Oecologia**, v. 166, n. 3, p. 671-680,

GOOGLE (2014) *Google Maps*. [Digital screen print] Available at: <https://www.google.co.uk/maps/place/Itatiaia+-+RJ,+Brazil/@-22.53627,-44.6292394,12z/data=!4m2!3m1!1s0x9e782a945692b7:0x41a16cad689ba04e>.

GOTELLI, N. J. e COLWELL, R. K. 2001 Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecol. Lett.** 4, 379–391.

GRAU, H. R. et al. 1997. Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinean subtropical montane forests. **Forest ecology and management**, v. 95, n. 2, p. 161-171.

Guariguata MR, Ostertag R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *For Ecol Manage* 148:185–206. doi:10.1016/S0378-1127(00)00535-1

HAMMER, O.; HARPER, A. T.; RYAN, P.D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica** 4, 9p.

HARCOMBE. P. A., MARKS. P. L. 1977. Understory structure of a mesic forest in southeast Texas. **Ecology**. 58: 1144-1151.

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

HUGHES, R. F., KAUFFMAN, J. B. e JARAMILLO, V. J. 1999 Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of Mexico. *Ecology* 80, 1892–1907.

IVANAUSKAS, N. M.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G. 1999. Fitossociologia de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Itatinga, São Paulo, Brasil. **SCIENTIA FORESTALIS**, n. 56, p. 83-99, dez.

LATHAM, P.A., ZUURING, H.R. e COBLE, D.W. 1998. A method for quantifying vertical forest structure. **Forest Ecology and Management** 104:157-170.

LAURENCE, W. F. et al. 1998. Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**, v.76, n.6, p.2032-2040.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. 2002. Predicting changes on community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, 16, 545-556.

LEITE, E.C.; RODRIGUES, R. R. 2008. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.583-595.

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

LOPES, S. de. F. 2008. Estrutura e grupos ecológicos em uma floresta estacional semidecidual em Uberlândia, MG. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, Brasília, DF.

MADEIRA, B G. et al. 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brazil. **Plant Ecology**, v. 201, n. 1, p. 291-304.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. 1997. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**.

MARQUES. MCM, ZWIENER. VP, RAMOS FM. BORGOM, MARQUES R. 2014. Forest structure and species composition along a successional gradient of Lowland Atlantic Forest in Southern Brazil. **Biot Neotrop** 14:1–11.

MYSTER, R.W. 1993. Tree invasion and establishment in old fields at Hutcheson Memorial Forest. **The Botanical Review**, New York, V. 59, n.4, p. 251-272 Jul/Aug.

NUNES, Y. R. F. et al. 2003. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta bot. bras.** 17(2): 213-229.

ODUM, E. P. 2004. Fundamentos de Ecologia. **Fundação Calouste Gulbenkian**. 7 ed., Lisboa.

PEÑA-CLAROS, Marielos. 2003. Changes in forest structure and species composition during secondary forest succession in the Bolivian Amazon. **Biotropica**, v. 35, n. 4, p. 450-461.

PEREIRA, I. M. et al. 2010. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 235-253, abr.-jun.

PINTO, L.V. A. et al. 2005. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.775-794.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

RICHARDS, P.W. 1996. The tropical rainforest: an ecological study. Cambridge University Press, Cambridge.

ROBINSON, S. 2014. **Soil and environmental characteristics affecting secondary successional trajectories and carbon stocks on abandoned pasture in Brazilian Atlantic Forest**. Lancaster. Dissertation (MSc). Lancaster University. Ecology and Conservation.

ROZZA, A. de F. 1997. **Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em uma floresta estacional semidecidual: Mata da Virgínia, Matão, SP**. Campinas, SP: [s.n.], 177f: ilus. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

RUIZ, J; FANDIÑO, M C.; CHAZDON, R L. 2005. Vegetation Structure, Composition, and Species Richness Across a 56-year Chronosequence of Dry Tropical Forest on Providencia Island, Colombia. **Biotropica**, v. 37, n. 4, p. 520-530.

SALDARRIAGA, J G. et al. 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **The Journal of Ecology**, p. 938-958

SALLES, J C; SCHIAVINI, I. 2007. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta botânica brasílica**, v. 21, n. 1, p. 223-233.

SANTOS, M. B. 2007. **Dinâmica da regeneração de clareiras naturais na Floresta de Restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia/SP**. Piracicaba. 86 p. : il. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SANTOS, M. J. C.; NASCIMENTO, A. V. S.; SILVA, C. E. 2009. Caracterização dos remanescentes florestais naturais da zona rural de Guapiara, São Paulo. **Acta Forestalis**, Aracaju, v.1, n.1, p.29-46.

SILVA, A.F. et al. 2003. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.311-319.

SILVA, J. M. 2013. Floresta urbana: síndrome de dispersão e grupos ecológicos de espécies do sub-bosque. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 135-144, jan.-abr.

SLIK, J. W. F. 2004. El Niño droughts and their effects on tree species composition and diversity in tropical rain forests. **Oecologia** 141: 114 – 120.

SOBRINHO, F. de A. P.; CHRISTO, A. G.; GUEDES-BRUNI, R. R. 2010. Fitossociologia do componente arbóreo num Remanescente de floresta ombrófila densa submontana limítrofe à reserva biológica do Tinguá, Rio de Janeiro. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 111-124, jan./mar.

SQUIBA, L.M.; MONTE SERRAT, B.; LIMA, M.R. 2002. **Como coletar corretamente amostras de solos para análises. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Projeto de Extensão Universitária Solo Planta.**

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. 1999. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma floresta atlântica montana. **Rev. Brasil. Biol.**, 59(2): 251-261.

TOH, I; GILLESPIE, M; LAMB, D. 1999. The Role of Isolated Trees in Facilitating Tree Seedling Recruitment at a Degraded Sub-Tropical Rainforest Site. **Restoration Ecology**, v. 7, n. 3, p. 288-297.

UHL, C.; JORDAN, C.; CLARK, K. et al. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper rio Negro region of the Amazon basin. **Journal of Ecology**, Oxford, v.69, p.631-649.

VACCARO, S. et al. 1999. Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza – RS. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p. 1-18.

VELOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L.R. e LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

VIANA, V.M.; TABANEZ A.J. 1996. Biology and conservation of forest fragments in Brazilian atlantic moist forest. In: SCHELHAS, J., GREENBERG, R. (Ed.). Forest patches: in tropicallandscapes. Washington, D.C.: Island Press, p. 151-167.

WHITE, J. e HARPER, J. L. 1970 Correlated changes in plant size and number in plant populations. *J. Ecol.* 58, 467-485.

**ANEXOS**

Tabela 1 Lista das espécies encontradas e as respectivas Classes de Idade onde foram encontradas, onde 1 – Classe de Idade 1; 2 – Classe de Idade 2; 3 – Classe de Idade 3.

\*espécies em risco de extinção/categoria ‘vulneráveis’.

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<b>Achariaceae</b>			
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A. Gray	2	-	-
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	-	3	-
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch.	-	-	1
<b>Annonaceae</b>			
<i>Annona cacans</i> Warm.	-	1	10
<i>Annona neolaurifolia</i> H. Rainer	2	-	-
<i>Guatteria australis</i> A. St. - Hil.	-	-	1
<i>Guatteria pogoopus</i> Mart.	2	1	4
<i>Guatteria pohliana</i> Schltld.	-	-	22
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	5	79	9
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	-	5	33
<b>Apocynaceae</b>			
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	-	-	1
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	1	-	24
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson	1	-	18
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	1	4	1
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	-	2	3
<b>Aquifoliaceae</b>			
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	-	1	1
<b>Araliaceae</b>			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maquire, Sreyerm. e Frodin	-	-	18
<b>Arecaceae</b>			
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	28	48	156
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	2	13	2
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	44	51	73
<b>Asteraceae</b>			
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	-	1	1
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H. Rob.	-	2	1

“Tabela 1, continuação”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	1	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	5	-	1
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	-	2	1
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	-	-	1
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	9	9	21
* <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	14	1	2
<b>Boraginaceae</b>			
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Oken	-	-	22
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	-	1	9
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	-	4	-
<b>Burseraceae</b>			
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	-	-	1
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	-	-	2
<i>Protium widgranii</i> Engl.	-	1	-
<b>Cannabaceae</b>			
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	-	-
<b>Elaeocarpaceae</b>			
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	1	-	-
<b>Erythroxylaceae</b>			
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. -Hil.	-	-	2
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	-	2	23
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	-	-	1
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	199	11	6
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	-	-	1
<i>Manihot grahamii</i> Hook.	-	1	-
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	-	1	4
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	-	-	1
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	1	-	-
<b>Fabaceae</b>			
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	1	27	3
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	-	3	-

“Tabela 1, continuação”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Andira ormosioides</i> Benth.	-	-	5
* <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	-	-	2
<i>Bauhinia forficata</i> Link	1	1	7
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	-	-	1
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	-	-	1
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth	-	-	2
* <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth	9	29	23
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.	1	-	3
<i>Erythrina verna</i> Vell.	-	4	-
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	1	-	1
<i>Inga platyptera</i> Benth.	-	-	3
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	-	1	-
<i>Inga vulpina</i> Benth.	-	1	1
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	-	-	1
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Standl.	1	29	1
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	14	11	19
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	3	12	2
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	12	27	12
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	-	1	-
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	27	26	70
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis e M. P. Lima	2	3	25
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	-	1	-
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	1	1	-
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H. S. Irwin e Barneby	-	2	-
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	4	3	15
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	-	2	6
<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.	-	-	1
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	-	1	-
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H. C. Lima	-	-	1
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	-	-	2
<b>Lacistemataceae</b>			
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	-	1	1

“Tabela 1, continuação”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B. D. Jacks.	-	20	-
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	8	2	-
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	-	-	6
<b>Lauraceae</b>			
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	-	-	2
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	-	14	13
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	-	-	2
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees e Mart.	-	-	2
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	-	-	9
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	-	-	1
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	-	-	1
<i>Rollinia laurifolia</i> Schldtl.	-	7	1
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez	-	-	1
<b>Lecythidaceae</b>			
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	-	-	1
<b>Malpighiaceae</b>			
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.	-	-	2
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	-	1	-
<b>Malvaceae</b>			
<i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A. Robyns	-	3	-
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell.) A. Robyns	-	1	61
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	-	1	-
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	5	40	17
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	-	1	-
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	-	-	1
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	-	1	1
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	-	-	2
<i>Miconia willdenowii</i> Klotzsch ex Naudin	-	5	19
<b>Meliaceae</b>			
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	-	2	1
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	-	-	3

“Tabela 1, continuação”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	16	85	160
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	-	-	3
<i>Ficus asperula</i> Bureau	-	2	-
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.	-	-	1
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	-	1	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	-	3	-
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger, Lanj. e de Boer	-	3	118
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	-	-	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	-	1	-
<i>Eugenia blastantha</i> (O. Berg) D. Legrand	-	-	1
<i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess.	-	-	1
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	1	2
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	-	-	2
<i>Eugenia sericifolia</i> M. L. Kawas. e B. Holst	-	7	-
<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	6	-	-
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	-	-	5
<i>Myrcia coelosepala</i> Kiaersk.	-	1	-
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	10	89	16
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	-	-	3
<b>Nyctaginaceae</b>			
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	3	-	9
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	3	3	33
<b>Peraceae</b>			
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. Ex Baill.	-	-	3
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	-	-	1
<b>Phytolaccaceae</b>			
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	1	-	1
<b>Proteaceae</b>			
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	-	-
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult. f.	3	28	176

“Tabela 1, continuação”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	-	-	2
<i>Chomelia sericea</i> Müll. Arg.	-	1	-
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	11	26	85
<i>Ixora brevifolia</i> Benth.	-	1	-
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	-	-	1
<i>Psychotria sellowiana</i> (DC.) Müll.Arg.	-	-	1
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	-	5
<i>Randia ferox</i> (Cham. e Schltdl.) DC.	-	-	1
<b>Rutaceae</b>			
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	-	3	-
<i>Zanthoxylum monogynum</i> A. St.-Hil.	-	1	-
<b>Salicaceae</b>			
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	-	-	2
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	-	6	-
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	16	-
<b>Sapindaceae</b>			
<i>Allophylus laevigatus</i> (Turcz.) Radlk.	-	1	-
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	1	38	157
<i>Cupania ludowigii</i> Somner e Ferrucci	-	2	17
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	43	25	50
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	-	5	7
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	14	8	16
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	-	-	19
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	-	-	1
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	-	-	5
<i>Toulicia subsquamulata</i> Radlk.	-	1	7
<b>Simaroubaceae</b>			
<i>Picrasma crenata</i> Engl. In Engl. e Prantl	-	2	-
<b>Siparunaceae</b>			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	14	58	95
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A.DC.	-	6	3
<b>Solanaceae</b>			

“Tabela 1, conclusão”

Família/Espécie	N ind		
	CI 1	CI 2	CI 3
<i>Solanum asperum</i> Rich.	-	-	1
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	-	-	14
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil.	-	-	2
<i>Solanum sellowianum</i> Dunal	1	2	-
<b>Urticaceae</b>			
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	-	1	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	11	5	8
<b>Verbenaceae</b>			
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz e Pav.) Juss.	-	1	-
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	-	-	1

Tabela 2 Lista das espécies da Classificação proposta de Espécies Obrigatórias, Espécies Associadas e Espécies Ocasionais. Encontradas nas Classe de Idade 1; Classe de Idade 2; Classe de Idade 3. No qual: N ind – Número de indivíduos encontrados. A1 – Área 1. A2 – Área 2. e 1 – Classe de Idade 1; 2 – Classe de Idade 2; 3 – Classe de Idade 3.

Classe de Idade 1	N ind	
	A1	A2
<b>Espécies obrigatórias</b>		
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	8	20
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	25	18
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	8	6
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	7	5
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	6	8
<b>Espécie associadas</b>		
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	7	1
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke	1	15
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	0	11
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	198	1
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	14	0
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth.	3	6
<i>Eugenia sonderiana</i> O. Berg	0	6
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl	0	11
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	3	2

“Tabela 2, continuação”

<b>Classe de Idade 1</b>	<b>N ind</b>	
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	3	2
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	3	7
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	1	26
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	11	3
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	6	3
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	3	41
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	0	5
<b>Espécies ocasionais</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	0	1
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult. f.	0	3
<i>Annona neolaurifolia</i> H. Rainer	2	0
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	0	1
<i>Bauhinia forficata</i> Link	0	1
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A. Gray	0	2
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1	0
<i>Cestrum laevigatum</i> Schltld.	1	1
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.	0	1
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.	1	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	0
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	0	3
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	2
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	2	0
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	0	1
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson	0	1
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	0	1
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Standl.	0	1
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	0	3
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis e M. P. Lima	2	0
<i>Roupala montana</i> Aubl.	0	1
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	1	0
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	1	0
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	0	1
<i>Solanum sellowianum</i> Dunal	1	0

“Tabela 2, continuação”

<b>Classe de Idade 1</b>		<b>N ind</b>	
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.		0	4
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.		0	2
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.		0	1
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.		0	1
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		1	0
<b>Classe de Idade 2</b>		<b>N ind</b>	
<b>Espécies obrigatórias</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip		19	8
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.		5	33
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.		16	9
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth.		24	5
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		75	14
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.		19	8
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		39	19
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		17	34
<b>Espécies associadas</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B. D. Jacks.		1	19
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult. f.		24	4
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret		48	0
<i>Bathysa australis</i> (A. ST. -Hill.) K. Schum.		7	0
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke		85	0
<i>Casearia decandra</i> Jacq.		0	6
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		0	16
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		0	5
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.		14	0
<i>Croton floribundus</i> Spreng.		2	9
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.		5	0
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		1	7
<i>Eugenia sericifolia</i> M. L. Kawas. e B.Holst		7	0
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl		26	0
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.		1	39
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Standl.		2	27
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.		4	7

“Tabela 2, continuação”

<b>Classe de Idade 2</b>	<b>N ind</b>	
<i>Miconia willdenowii</i> Klotzsch ex Naudin	4	1
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	11	1
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	0	26
<i>Rollinia laurifolia</i> Schldtl.	7	0
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A.DC.	2	4
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	4	5
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	13	0
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	2	77
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	4	1
<b>Espécies ocasionais</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	0	2
<i>Allophylus laevigatus</i> (Turcz.) Radlk.	0	1
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz e Pav.) Juss.	1	0
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	3	0
<i>Annona cacans</i> Warm.	1	0
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	3	0
<i>Bauhinia forficata</i> Link	1	0
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	1	0
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	1	0
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	1	0
<i>Chomelia sericea</i> Müll. Arg.	1	0
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	1	0
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	2	2
<i>Cupania ludowigii</i> Somner e Ferrucci	2	0
<i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A. Robyns	3	0
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell.) A. Robyns	1	0
<i>Erythrina verna</i> Vell.	4	0
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	2	0
<i>Eugenia florida</i> DC.	0	1
<i>Ficus asperula</i> Bureau	1	1
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	1	0
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1	2
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	0	2

“Tabela 2, continuação”

Classe de Idade 2	N ind	
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	1	0
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	1	0
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	1	0
<i>Inga vulpina</i> Benth.	1	0
<i>Ixora brevifolia</i> Benth.	1	0
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	2	0
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	1	0
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0	1
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	2	1
<i>Manihot grahamii</i> Hook.	0	1
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1	0
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	0
<i>Myrcia coelosepala</i> Kiaersk.	1	0
<i>Picrasma crenata</i> Engl. In Engl. e Prantl	2	0
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	0	1
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	1	0
<i>Protium widgranii</i> Engl.	1	0
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis e M. P. Lima	3	0
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S. F. Blake	1	0
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	0	1
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H. S. Irwin e Barneby	2	0
<i>Solanum sellowianum</i> Dunal	1	1
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger, Lanj. e de Boer	2	1
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	1	0
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	2	1
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	0	2
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	2	2
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	2	0
<i>Tachigali denudata</i> (Vogel) Oliveira-Filho	1	0
<i>Toulicia subsquamulata</i> Radlk.	1	0
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H. Rob.	1	1
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	0	3
<i>Zanthoxylum monogynum</i> A. St.-Hil.	1	0

“Tabela 2, continuação”

<b>Classe de Idade 2</b>		<b>N ind</b>	
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.		0	1
<b>Classe de Idade 3</b>		<b>N ind</b>	
<b>Espécies obrigatórias</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. ex Schult. e Schult. f.		110	66
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.		16	8
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret		124	32
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber ex Ducke		99	61
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.		6	7
<i>Cupania emarginata</i> Cambess.		72	85
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.		8	42
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Benth		8	15
<i>Ferdinandusa elliptica</i> (Pohl) Pohl		74	11
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		18	15
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson		5	13
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.		9	10
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		5	11
<i>Platypodium elegans</i> Vogel		32	38
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.		42	53
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger, Lanj. e de Boer		8	110
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.		10	11
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman		41	32
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.		25	8
<b>Espécies associadas</b>		<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Andira ormosioides</i> Benth.		5	0
<i>Annona cacans</i> Warm.		2	8
<i>Bauhinia forficata</i> Link		0	7
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		0	8
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.		6	7
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Oken		18	4
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.		1	8
<i>Croton floribundus</i> Spreng.		0	6
<i>Cupania ludowigii</i> Somner e Ferrucci		0	17
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.		6	1

“Tabela 2, continuação”

<b>Classe de Idade 3</b>	<b>N ind</b>	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	16	0
<i>Eriotheca pentaphylla</i> (Vell.) A. Robyns	0	61
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	20	3
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	3	6
<i>Guatteria pohliana</i> Schltld.	3	19
<i>Himatanthus lancifolius</i> (Müll.Arg.) Woodson	5	13
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	0	17
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	0	19
<i>Matayba juglandifolia</i> Radlk.	2	3
<i>Myrcia amazonica</i> DC.	5	0
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	5	4
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	0	12
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G. P. Lewis e M. P. Lima	23	2
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	4	1
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maquire, Sreyerm. e Frodin	14	4
<i>Solanum caavurana</i> Vell.	11	3
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	0	15
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi	2	4
<i>Toulicia subsquamulata</i> Radlk.	7	0
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	4	2
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	8	1
<b>Espécies ocasionais</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<i>Aiouea saligna</i> Meisn.	0	2
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	0	3
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth	1	0
<i>Aparisthium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	1	0
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	0	2
<i>Aspidosperma multiflorum</i> A. DC.	1	0
<i>Bathysa australis</i> (A. ST. -Hill.) K. Schum.	0	1
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	0	2
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	0	1
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	0	1
<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	0	3

“Tabela 2, continuação”

Classe de Idade 3	N ind	
<i>Byrsonima myricifolia</i> Griseb.	1	1
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	0	1
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	0	1
<i>Casearia commersoniana</i> Cambess.	2	0
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	0	1
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1	1
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees e Mart.	0	2
<i>Dalbergia foliolosa</i> Benth	2	0
<i>Dalbergia villosa</i> (Benth.) Benth.	1	2
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. -Hil.	0	2
<i>Eugenia blastantha</i> (O. Berg) D. Legrand	1	0
<i>Eugenia dodonaeifolia</i> Cambess.	0	1
<i>Eugenia florida</i> DC.	0	2
<i>Eugenia pisiformis</i> Cambess.	2	0
<i>Ficus enormis</i> (Miq.) Miq.	0	1
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	0
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	3	0
<i>Guatteria australis</i> A. St. - Hil.	0	1
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	4	0
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	1	0
<i>Ilex cerasifolia</i> Reissek	0	1
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	0	1
<i>Inga platyptera</i> Benth.	1	2
<i>Inga vulpina</i> Benth.	0	1
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	1	0
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	1	0
<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat	0	1
<i>Mabea piriri</i> Aubl.	1	0
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	1	0
<i>Machaerium isadelphum</i> (E. Mey.) Standl.	1	0
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	0	4
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	0	1
<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	0	1

“Tabela 2, conclusão”

Classe de Idade 3	N ind	
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	1	0
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	0	2
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	3	0
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	0	1
<i>Ocotea glaziovii</i> Mez	0	1
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	1	0
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	0	2
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. Ex Baill.	3	0
<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	1	0
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	1	0
<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	0	1
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	1	0
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	2	0
<i>Psychotria sellowiana</i> (DC.) Müll.Arg.	0	1
<i>Randia ferox</i> (Cham. e Schltl.) DC.	1	0
<i>Rollinia laurifolia</i> Schltl.	0	1
<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.	0	1
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A.DC.	1	2
<i>Solanum asperum</i> Rich.	0	1
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St. - Hil.	0	2
<i>Swartzia myrtifolia</i> Sm.	1	0
<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.	0	2
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	0	1
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	1	2
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H. C. Lima	0	1
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J. D. Mitch.	1	0
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez	1	0
<i>Vernonanthura divaricata</i> (Spreng.) H. Rob.	0	1
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	1	1
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel	2	0