



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**



**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E  
DIVERSIDADE FUNCIONAL AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM  
FLORESTA ATLÂNTICA**

**ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS BOTELHO**

RECIFE – PERNAMBUCO – BRASIL  
2015

**ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS BOTELHO**

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E  
DIVERSIDADE FUNCIONAL AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM  
FLORESTA ATLÂNTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais.

**ORIENTADORA:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Jesus Nogueira Rodal  
**CO-ORIENTADORA:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Virgínia de Lima Leite  
**CO-ORIENTADORA:** Dr<sup>a</sup>. Ladvânia Medeiros do Nascimento

RECIFE – PERNAMBUCO – BRASIL  
2015

**ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS BOTELHO**

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E  
DIVERSIDADE FUNCIONAL AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM  
FLORESTA ATLÂNTICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais.

RECIFE – PERNAMBUCO – BRASIL  
2015

## Ficha catalográfica

B748c Botelho, Andréa de Vasconcelos Freitas  
Composição florística, características reprodutivas  
e  
diversidade funcional ao longo de uma cronosequência  
em floresta atlântica / Andréa de Vasconcelos Freitas  
Botelho. – Recife, 2015.  
85 f. : il.

Orientador (a): Maria Jesus Nogueira Rodal.  
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento  
de Ciência Florestal, Recife, 2015.  
Referências.

1. Características reprodutivas 2. Composição  
florística 3. Convergência florística 4. Florestas jovens  
5. Formas de crescimento 6. Regeneração natural  
7. Síndromes de polinização I. Rodal, Maria Jesus  
Nogueira,  
orientadora II. Título

CDD 634.9

ANDRÉA DE VASCONCELOS FREITAS BOTELHO

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DIVERSIDADE FUNCIONAL AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM FLORESTA ATLÂNTICA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais.

Defendida em 26 de fevereiro de 2015.

APROVADA POR:

*Maria Jesus Nogueira Rodal*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Jesus Nogueira Rodal  
Presidente da banca/Orientadora  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

*Everardo V. de Sá Barreto Sampaio*

Prof. Dr. Everardo V. de Sá Barreto Sampaio  
(Universidade Federal de Pernambuco)

*Ana Carolina Borges Lins-e-Silva*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Carolina Borges Lins-e-Silva  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

*Elba Maria Nogueira Ferraz*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elba Maria Nogueira Ferraz  
(Instituto Federal de Pernambuco)

*Suzene Izídio da Silva*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Suzene Izídio da Silva  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

*“Montes, rios, árvores, capins (e demais elementos da Natureza) não agem como “partes” que disputam umas contra as outras, mas sim formam um conjunto em que se ajudam e se complementam e, assim, mantêm a Natureza rica e generosa.”*

*Masanobu Taniguchi*

*Ao meu pai e meu marido, que me dão toda motivação e força para que eu possa atingir meus objetivos.*

**DEDICO**

*Aqueles que foram essenciais para a realização desse trabalho, Amanda Menezes, Sr. Lenilson e Marquinhos.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

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

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

À professora Orientadora Maria Jesus Nogueira Rodal, pela orientação, paciência e grande contribuição na minha formação profissional.

Às co-orientadoras Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>.Ana Virgínia de Lima Leite e Ladvânia Medeiros do Nascimento, pela ajuda oferecida.

Aos colegas, Hian Monteiro, Ubirajara Marinho e Anderson Batista, pela ajuda e companheirismo na realização do trabalho de campo.

Aos grandes amigos que fiz na realização desse trabalho e que foram essenciais para a concretização do mesmo Marquinhos e Sr. Lenilson Barbosa.

A grande amiga e companheira de campo, de aperreio e de estresses ao longo dessa jornada. Muito obrigada pelo apoio, Amanda Menezes!

Aos colegas do curso de Pós-graduação que de alguma forma me ajudaram.

A minha família, principalmente, pai, irmã e meu marido Henrique, que me deram toda força e motivação para que eu conseguisse realizar meu trabalho.

Assim como a todos que de alguma forma direta ou indiretamente me ajudaram.



## LISTA DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

	Pag.
<b>Figura 1.</b> Localização das florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ = 16 anos, FJ = 24 anos e FJ 30 = 30 anos) e floresta madura (FM) da Usina São José, Igarassu, Pernambuco, Brasil. Fonte: Trindade et al. (2008) .....	43
<b>Figura 2.</b> Média e desvio-padrão dos diferentes hábitos de crescimento em quatro florestas jovens (5, 16, 24 e 30 anos) e uma floresta madura. Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco, Brasil. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si .....	55
<b>Figura 3.</b> Esquema do TWISPAN elaborado apartir de uma matriz de presena e ausência das espécies arbóreas nas florestas jovens (FJ5 = 5 anos, FJ16 = 16 anos, FJ24 = 24 anos, FJ30 = 30 anos) e FM = Floresta Madura na Usina São José, município de Igarassu. Abreviaturas: Po sc: <i>Pogonophora schomburgkiana</i> ; Si am: <i>Simarouba amara</i> ; Gus sc: <i>Guatteria schomburgkiana</i> ; Ma di: <i>Maytenus distichophyla</i> ; Di gu: <i>Dialium guianense</i> ; Le ps: <i>Lecythis pisonis</i> ; Al po: <i>Albizia polycephala</i> ; Ar he: <i>Artocarpus heterophyllus</i> ; Xy fr: <i>Xylopia frutescens</i> ; Ap ti: <i>Apeiba tibourbou</i> ; Vi gu: <i>Vismia guianensis</i> ; Ac sc: <i>Acrocomia sclerocarpa</i> .....	55
<b>Figura 4.</b> Análises mutivariadas com base na presença e ausência de espécies arbóreas amostradas nas florestas jovens e floresta madura. Ordenação pelo método do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (a), dendrograma de análise de agrupamento, obtida pelo índice de similaridade jaccard e método da ligação de média por grupo (b) e análise de componentes principais (c). Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ_5 = cinco anos, FJ_16 = 16 anos, FJ_24 = 24 anos, FJ_30 = 30 anos) e FM = Floresta madura.....	56

## CAPÍTULO II

	Pg.
<b>Figura 1.</b> Porcentagem (Média±Desvio-padrão) de espécies arbóreas (A) e indivíduos (B) nas categorias de síndromes de polinização dentro de 150 parcelas localizadas em florestas jovens de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e FM = Floresta madura. Desvio-padrão por cada floresta é representado por barras. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si .....	75
<b>Figura 2.</b> Ordenação pelo método do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) das florestas jovens e floresta madura com base na semelhança nas características reprodutivas em termos de (A) espécies e (B) indivíduos na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e FM = Floresta madura.....	77

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b> Espécies registradas em quatro florestas jovens (5, 16, 24 e 30 anos) e floresta madura. Usina São José, município de Igarassu. ARO – Arbóreo, TRE – Trepadeira, Alinhar o número ARB – Arbusto, ERV – Erva, EPI - Epífita. Florestas jovens (FJ5 = 5 anos, FJ16 = 16 anos, FJ24 = 24 anos, FJ30 = 30 anos) e FM = Floresta Madura .....	47
---	----

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b> Classes de características reprodutivas analisadas para as espécies arbóreas em 150 parcelas em florestas jovens de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil.....	69
<b>Tabela 2.</b> Porcentagem de espécies arbóreas (Média±desvio-padrão) nas características reprodutivas por fragmento em 150 parcelas em florestas jovens de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e FM = Floresta madura.....	72
<b>Tabela 3.</b> Porcentagem de indivíduos arbóreos (Média±desvio-padrão) nas características reprodutivas por fragmento em 150 parcelas em florestas jovens de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e FM = Floresta madura.....	73
<b>Tabela 4.</b> Diversidade funcional (Z valor) de síndromes de polinização para as áreas com diferentes idades ao longo da cronossequência. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e FM = Floresta madura. Valores de p <0,05.....	78

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
<b>RESUMO</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
1.INTRODUÇÃO GERAL .....	xiv
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1.Teorias sobre sucessão ecológica e estudos de caso.....	17
2.2.Composição florística em florestas secundárias.....	20
2.3.Polinização e características reprodutivas .....	23
2.4.Polinização em relação à sucessão ecológica.....	28
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
<b>CAPÍTULO I:</b> Composição florística ao longo de uma cronossequência em fragmentos de Mata Atlântica .....	38
RESUMO .....	38
ABSTRACT.....	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.1.Área de estudo e seleção das áreas .....	42
2.2.Coleta de dados.....	44
2.3.Análise e tratamento de dados.....	44
3.RESULTADOS .....	45
4.DISCUSSÃO.....	57
5.CONSIDERAÇÕES .....	59
6.AGRADECIMENTOS .....	59
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
<b>CAPÍTULO II:</b> Características reprodutivas e diversidade funcional ao longo de uma cronossequencia em Floresta Atlântica .....	64
RESUMO .....	64
ABSTRACT .....	65
1.INTRODUÇÃO.....	66
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	67
2.1.Área de estudo e seleção das áreas .....	67
2.2.Coleta de dados.....	68
2.2.1.Levantamento dos indivíduos arbóreos .....	68

2.2.2. Características reprodutivas de espécies arbóreas.....	68
2.3. Análise dos dados .....	70
3. RESULTADOS .....	70
3.1. Características reprodutivas das espécies arbóreas .....	70
3.2. Similaridade e diversidade funcional das características reprodutivas .....	76
4. DISCUSSÃO .....	78
5. CONSIDERAÇÕES.....	81
6. AGRADECIMENTOS.....	81
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85

BOTELHO, Andréa de Vasconcelos Freitas. **Composição florística, características reprodutivas e diversidade funcional ao longo de uma cronossequência em Floresta Atlântica.** Recife, PE: UFRPE, 2015.

## RESUMO

Atualmente, as florestas tropicais representam o legado de períodos sucessivos de colonização, exploração, cultivo, abandono e recrescimento, moldados por ocupações humanas, catástrofes naturais e mudanças climáticas. A derrubada de florestas para o cultivo, a abertura de pastagens ou a extração de madeira causam distúrbios de maneira intensiva e extensiva. Em seguida aos distúrbios ocorre a regeneração florestal que é um processo de sucessão secundária em nível de comunidade e de ecossistema. Assim, este trabalho procura responder as seguintes questões: partir de que idade as florestas jovens apresentam proporção de formas de crescimento mais próximas da floresta madura? As florestas jovens tendem a divergir ou convergir floristicamente com a floresta madura? A diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas? Foram amostrados 198 espécies e morfoespécies, 131 gêneros e 59 famílias. As famílias mais representativas foram Myrtaceae, Rubiaceae e Sapindaceae. Foram observadas diferenças significativas em termos de hábitos das plantas entre as diferentes idades estudadas. Os resultados sugerem que a partir de 16 anos as florestas jovens tenderam a convergir com a floresta madura em termos de proporção de formas de crescimento das espécies, havendo um declínio de espécies herbáceas e enriquecimento de espécies arbóreas ao longo do tempo. Cerca de 35% das espécies arbóreas estavam presentes nas florestas jovens sugerindo que a composição florística das florestas jovens tende a assemelhar-se a floresta madura. . Nossos resultados mostram que a diversidade funcional de síndromes de polinização não é influenciada pela tempo de abandono das florestas.

**Palavras-chave:** Características reprodutivas; Composição florística; Convergência florística; Florestas jovens; Formas de crescimento; Regeneração natural; Síndromes de polinização.

BOTELHO, Andréa de Vasconcelos Freitas. **Floristic composition, reproductive characteristics and functional diversity along a chronosequence in the Atlantic Forest.** Recife, PE: UFRPE, 2015.

#### ABSTRACT

Currently, tropical forests are the legacy of successive periods of colonization, farming, abandonment and regrowth, shaped by human occupations, natural disasters and climate change. Forest clearance for cultivation, the opening of pastures or logging cause intensively and extensively disorders. Then the disturbances occurs forest regeneration which is a process of secondary succession at the community level and ecosystem. This work seeks answer the following questions: At what age young forests present rate of growth closer forms of mature forest? Young forests tend to diverge or converge with the flora of the mature forest? The functional diversity of pollination syndromes is influenced by the age of regeneration of forests ?. 198 species and morphospecies, 131 genera and 59 families were sampled. The most representative families were Myrtaceae, Rubiaceae and Sapindaceae. Significant differences were observed in terms of habits of plants among the different age groups. The results suggest that 16 years from young forests tended to converge with the mature forest in terms of the proportion of growing forms of species, with a decline of herbaceous and woody species enrichment over time. About 35% of tree species were present in young forests suggesting that the floristic composition of young forests tends to resemble the mature forest. . Our results show that the functional diversity of pollination syndromes is not influenced by the leaving time of forests.

**Keywords:** Floristic composition; Floristic convergence; Growth forms; Natural regeneration; Reproductive characteristics; Syndromes of pollination; Young forests.

## INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, as florestas tropicais representam o legado de períodos sucessivos de colonização, exploração, cultivo, abandono e recrescimento, moldados por catástrofes naturais e ocupações humanas (PIOTTO et al., 2009). As florestas tropicais passam por períodos de distúrbio e recuperação seguindo diferentes escalas espaciais e temporais (CHAZDON, 2003).

Catástrofes naturais, tais como furacões, inundações e queimadas, removem parcial ou completamente a cobertura florestal e alteram os solos, com consequências dramáticas para a biodiversidade e para as funções do ecossistema (WHITMORE; BURSLEM, 1988; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; GUREVITCH et al., 2009). A derrubada de florestas para o cultivo, a abertura de pastagens ou a extração de madeira causam perturbações de maneira intensiva e extensiva. Em seguida à perturbação, pode ocorrer a regeneração florestal que é um processo de sucessão secundária que pode ser analisada em nível de comunidade e de ecossistema (CHAZDON, 2012). O processo sucessional segue uma progressão de estádios durante os quais as florestas apresentam enriquecimento gradual de espécies e um aumento de complexidade estrutural e funcional. As trajetórias sucessionais e as taxas de alteração variam amplamente, conforme a natureza do uso anterior da terra, a proximidade da floresta primária e a disponibilidade de fauna (CHAZDON et al., 2007).

Uma dificuldade central de estudar a sucessão é que se trata de um processo geralmente muito lento, podendo levar décadas ou séculos. Um caminho tradicional para contornar essa limitação é por meio do estudo de uma cronossequência, que é um conjunto de comunidades em diferentes idades. A abordagem de cronossequência assume que as diferenças entre essas comunidades representam o que ocorreria dentro de uma única comunidade ao longo do tempo (BROWN; LUGO, 1990; GUREVITCH et al., 2009).

Ao longo da sucessão florestal, ocorre uma dinâmica de substituição de espécies de plantas e de seus grupos funcionais (KAGEYAMA; GANDARA, 2003). No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos desta mudança da composição e/ou dos grupos funcionais de plantas sobre as interações ecológicas estabelecidas, especialmente para florestas tropicais. Apesar disso, alguns estudos já constataram que mutualismos entre plantas e animais são afetados durante o processo de sucessão (AIZEN; FEISINGER, 1994). Por exemplo, verificou-se que a polinização por diversos animais aumenta de acordo com a idade da área em regeneração

(OPLER et al., 1980; RAMIREZ et al., 2004; ALBRECHT et al., 2010; DEVOTO et al., 2012; ROSSI, 2014).

Deste modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição florística ao longo de uma cronosequência, assim como descrever as características reprodutivas e diversidade funcional de síndromes de polinização na regeneração florestal. O primeiro capítulo teve como objetivocaracterizar as mudanças da composição florística em uma cronosequência (5, 16, 24 e 30 anos de idade após o cultivo de cana-de-açúcar) e uma floresta madura na Mata Atlântica de Pernambuco. Buscou-se responder as seguintes perguntas: A partir de que idade as florestas jovens apresentam proporção de formas de crescimento mais próximas da floresta madura? As florestas jovens tendem a divergir ou convergir floristicamente com a floresta madura?

O segundo capítulo teve como objetivo descrever as características reprodutivas florais para determinar os sistemas de polinização e a diversidade funcional na mesma cronosequência da Mata Atlântica de Pernambuco. As perguntas foram: Como as síndromes de polinização estão distribuídas entre as diferentes idades da floresta?A diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas?



## **1. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **1.1. TEORIAS SOBRE SUCESSÃO ECOLÓGICA E ESTUDOS DE CASO**

O termo sucessão foi proposto por Henry D. Thoreau em 1860 para descrever a substituição de árvores em florestas norte-americanas, através da dispersão de sementes por esquilos, mas o primeiro estudo detalhado de uma sequência sucessional completa foi publicado em 1899, por Cowles (MARTINS et al., 2012).

Ao descrever mudanças nas dunas ao redor do lago Michigan, Cowles percebeu que as plantas colonizavam dunas seguindo uma ordem cronológica. Considerou que, apesar de o clímax ser bastante previsível, ele poderia ser temporário, uma vez que o regime de inundação do rio e processos erosivos poderiam destruir a floresta formada (COWLES, 1901).

O conceito de sucessão vegetal consolidou-se principalmente com Clements (1916). Segundo Pickett et al. (1987), a teoria de Clements possui algumas falhas e limitações, porém contém informações importantes que continuam sendo utilizadas. Esse pesquisador conceitua sucessão como um processo altamente ordenado e previsível, enfatizando a substituição sequencial das espécies herbáceas por arbustos e finalmente arbóreas. Pickett et al. (2008) destacaram que, para Clements, a vegetação convergia para um clímax e que as características da comunidade eram definidas pelo clima, sendo o clímax um estado estável onde a vegetação estaria em equilíbrio com o clima presente. Clements considerava a comunidade de plantas como superorganismo integrado e que fatores externos como imigração de plantas e variações nas condições físicas do meio eram consideradas irrelevantes para a trajetória do desenvolvimento sucessional, que ele tratava como unidirecional (PICKETT et al., 2008).

Gleason (1926) e Tansley (1935) criticaram as ideias de Clements. Gleason (1926), ao propor o conceito individualista da sucessão, questionou a visão de Clements sobre a comunidade clímax como um superorganismo, ao considerar que a distribuição espacial de cada espécie na comunidade resulta das respostas de cada espécie, dependente de peculiaridades individuais de migração e requisitos ambientais. Para Gleason, a unidade básica é o indivíduo, e não a comunidade. Diferentemente da visão de Clements, que acreditava existir um único clímax regional, Tansley (1935) foi o primeiro pesquisador a propor a ideia de policlímax, defendendo que vários fatores locais, como por exemplo, rocha de origem, topografia, solo e pastejo animal, podem definir o desenvolvimento de vegetação diferente daquela associada com o clima regional, defendendo ainda que a sucessão é um processo contínuo, podendo ser interrompida por catástrofes.

Whittaker (1953) fez a conexão das visões de Gleason e Tansley, reconhecendo que uma variedade de clímax é regida pelas respostas dos indivíduos às condições de estresses bióticos e abióticos do ambiente. Sugeriu que a vegetação clímax resultados das respostas individuais definidas em função dos gradientes ambientais. A substituição ao longo do tempo durante o processo de sucessão ecológica ocorre com indivíduos e não com as comunidades.

A respeito da composição florística ao longo da sucessão, Egler (1954) descreveu dois cenários alternativos. O primeiro é o revezamento florístico, com uma visão amplamente clementsiana, onde cada grupo de espécies invade o local em um determinado estágio de desenvolvimento, logo tornando as condições inadequadas para si mesmas, e mais apropriadas para invasão pelo próximo grupo. O segundo cenário é a hipótese de composição florística inicial, a qual propõe que, após o abandono de um sítio, o desenvolvimento se desdobra a partir da flora inicial, ou seja, de grupos de espécies que estavam presentes no banco de sementes ou de imaturos. À medida que cada grupo sucessional é excluído, um novo grupo de espécies assume o domínio, mas sempre de origem do local (EGLER, 1954).

Partindo de uma visão de equilíbrio e estabilidade, Margalef (1963) defendeu que a sucessão caminha de ecossistemas mais simples para os mais complexos, com um número maior de níveis tróficos e maior diversidade de espécies e formas de vida. Odum (1969), de forma semelhante, defendeu que o processo de sucessão converge para um sistema com máxima biomassa e diversidade (clímax). Ambos corroboram desta forma com a teoria clássica de Clements e foram altamente criticados por diversos autores, vale a pena salientar que o conceito de clímax de Clements é climático apenas, enquanto o de Odum (1926) e Margalef (1963) leva em considerações outros fatores, não apenas o clima. De acordo com Glein-Lewin et al. (1992), o paradigma clementsiano dificilmente pode ser aceito uma vez que equilíbrio entre vegetação e clima raramente é atingido, pois o tempo necessário para tanto pode ser muito longo, uma vez que alterações climáticas e distúrbios ocorrem em maior ou menor escala.

Para quantificar o papel de diversos mecanismos que atuam ao longo da sucessão, Connell e Slatyer (1977) propuseram três mecanismos alternativos para explicar como poderiam gerar as mudanças ocorridas ao longo de um processo sucessional. Tais modelos podem operar em qualquer comunidade e provavelmente interagem entre si. Primeiro, as espécies sucessionais iniciais podem facilitar a colonização e o crescimento de espécies sucessionais tardias. O segundo modelo é o de inibição, que pode direcionar a sucessão,

com uma espécie inicial inibindo a colonização por espécies tardias por meio da monopolização de recursos, como luz, água e nutrientes. Por fim, o da tolerância, no qual as espécies nem ajudam nem inibem a colonização por outras espécies. De acordo com Gurevitch et al. (2009), para obter maior previsibilidade da sucessão é preciso observar o ponto de partida e por qual caminho a sucessão.

A tendência de abandono das teorias clássicas da sucessão de Clements e Gleason e a necessidade de um modelo contemporâneo foram destacadas por Gurevitch et al. (2009), que apontaram que, em vez de uma teoria unificada, agora surge um conjunto complexo de processos interconectados que constituem uma estrutura esquemática para compreensão da sucessão.

A sucessão envolve muitos padrões distintos, mecanismos e causas. O quadro atual para o entendimento da dinâmica da vegetação é composto por três causas principais e seus respectivos mecanismos específicos, que são: (1) a disponibilidade de sítios - escala do percurso da perturbação (tamanho, gravidade, ritmo); (2) a disponibilidade de espécies diferenciais - dispersão (agentes e paisagem) e estoque de propágulos; e (3) performance diferencial das espécies - disponibilidade de recursos, ecofisiologia, estresse, competição, alelopatia e consumidores (PICKETT et al., 1987; PICKETT et al., 2008).

A trajetória seguida pela sucessão depende das condições iniciais e dos eventos estocásticos. Fatores como a deposição e o estabelecimento de propágulos, que dependem da composição e capacidade de disseminação da vegetação vizinha, as condições físicas do substrato e a vegetação prévia afetam a composição inicial do sítio e a dinâmica temporal da vegetação (GUREVITCH et al., 2009). Enquanto trajetórias em locais ambientalmente similares normalmente convergem (NASCIMENTO et al., 2012; 2014; BOSSUYT et al., 2005), os locais contrastantes podem seguir trajetórias divergentes (HARVEY; HOLZMAN, 2013) em resposta à variação do habitat e aos efeitos da paisagem (del MORAL et al., 2010). Os caminhos de desenvolvimento da sucessão também podem ser diferentes com o intervalo entre perturbações sucessivas (JOHNSTONE; CHAPIN, 2006) e a intensidade da perturbação (BARRETT et al., 2011).

Algumas florestas são caracterizadas por heterogeneidade florística no início da sucessão e posteriormente em estádios mais avançados podem convergir para uma estrutura mais uniforme (KASHIAN et al., 2005), outras podem apresentar características florísticas nos estádios iniciais que persistem através de estágios sucessionais posteriores. Donato et al.

(2012), por exemplo, encontraram espécies de todos os estágios serais, semi-serais e clímax na vegetação inicial.

Harvey e Holzman (2014) observaram que existem dois caminhos alternativos após incêndio em florestas de coníferas. Após 14 anos do incêndio, houve divergência na composição florística: em locais mais íngremes com fina camada de solo, *Pinus muricata* tornou-se dominante e em locais com solos mais profundos *Ceanothus thyrsiflorus* cresceu mais rapidamente do que *P. muricata*. *C. thyrsiflorus* cresceu vigorosamente em áreas planas e dominou a área, o que impediu o crescimento da *P. muricata* que é intolerante a sombra, sendo assim incapaz de voltar a colonizar. Os autores não estudaram sucessão, pois além da variável idade havia variação no solo. Esse trabalho nos mostra que ao estudar uma cronosequência tais variáveis devem ser isoladas para que não influenciem nos resultados.

Ao investigar os efeitos das árvores remanescentes em pastagens abandonadas na estrutura, biodiversidade e composição florística em florestas secundárias com 20 anos pós-abandono, Sandor e Chazdon (2014) verificaram que a riqueza e diversidade de espécies foram significativamente maiores em torno das árvores remanescentes.

## **1.2. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FUNCIONAL EM FLORESTAS SECUNDÁRIAS**

As florestas tropicais estão entre os ecossistemas terrestres mais ricos em espécies do planeta. No entanto, a maneira pela qual a composição de espécies sofre mudanças ao longo de uma ampla escala temporal durante a sucessão continua mal compreendida, uma vez que poucos estudos acompanharam tais mudanças durante um período maior do que alguns anos. Alterações na composição de espécies são ocasionadas por interações complexas entre fatores locais, histórico do sítio, dinâmica da paisagem e fatores regionais (CHAZDON, 2012).

A sucessão de florestas tropicais segue um panorama geral de substituição de espécies intolerantes à sombra e de crescimento rápido por plantas de crescimento mais lento e tolerantes à sombra. Essas modificações geram transições na dominância de distintas formas de crescimento vegetal e tipos funcionais. Em campos recentemente abandonados, gramíneas, herbáceas, lianas e arbustos dominam, mas diminuem em abundância à medida que o dossel da floresta se fecha e reduz a disponibilidade de luz (CHAZDON, 2008). Grande parte desta substituição acontece durante os estágios de início da sucessão e exclusão das espécies que não toleram sombra, sob o dossel em desenvolvimento de árvores pioneiras longevas, as

quais, por sua vez, também são substituídas em estágios tardios de sucessão por espécies lenhosas que exigem clareiras. Espécies pioneiras e umbrófilas em florestas tropicais mostram valores contrastantes de várias características das folhas, lenho e sementes que são determinantes para o crescimento e sobrevivência das plantas (BAZZAZ; PICKETT, 1980).

A composição de espécies lenhosas em regiões de floresta úmida se recupera lenta mas firmemente em pastagens abandonadas (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; CHAZDON, 2008). Piotto et al. (2009) estudou árvores com DAP  $\geq 5$  cm em 12 florestas secundárias de três classes de idades (10, 25 e 40 anos) após o cultivo itinerante de mandioca. A similaridade em composição de espécies entre florestas secundárias e maduras na região aumentou com a idade de povoamento, devido ao estabelecimento gradual de espécies de floresta primária. A proporção de árvores classificadas como pioneiras declinou de maneira estável segundo a classe etária da floresta, e mais da metade das espécies encontradas nos povoamentos de 40 anos era compartilhada com florestas primárias do entorno. A porcentagem de espécies endêmicas locais conhecidas da Mata Atlântica também aumentou com a idade em todos os povoamentos, com um concomitante declínio de espécies de distribuição ampla.

Na Amazônia Boliviana, Peña-Claros (2003), estudando as florestas secundárias na Amazônia com idades entre 2 e 40 anos de abandono de campos agrícolas, bem como florestas maduras observou que a composição de espécies de florestas secundárias se recuperam em ritmos diferentes nas diferentes camadas da floresta, sendo o mais lento no dossel.

Na região do planalto de Ibiúna, São Paulo, Durigan et al. (2008) notaram que dentro de uma mesma formação vegetal, comunidades em fases paralelas da sucessão tendem a ter floras semelhantes, porém observaram que a estrutura não acompanhou as mudanças florísticas esperadas ao longo da sucessão secundária.

Em Vera Cruz no México, Williams-Linera et al. (2010), analisando florestas secundárias tropicais (capoeiras) em estádios iniciais após queimadas e florestas maduras observaram que o número de espécies arbóreas aumentou consideravelmente nas florestas maduras, onde nas capoeiras foram registrados 45 espécies e 107 espécies foram encontradas nas florestas maduras.

O estudo de Letcher e Chazdon (2009), ao longo de uma cronosequência em florestas tropicais pluviais das terras baixas do nordeste da Costa Rica, mostrou que a composição e riqueza de espécies de troncos com DAP  $\geq 2,5$  cm não diferiu significativamente entre

florestas antigas em regeneração (30 a 42 anos após o abandono de pastagens) e florestas primárias. A proporção de espécies presentes em florestas secundárias aumentou significativamente com o período desde o abandono. Em estágios de floresta em regeneração de 15-25 anos de idade, a proporção de espécies primárias subiu a 59-75%, refletindo condições adequadas ao recrutamento de sementes (NORDENet al., 2009).

Ao estudar uma cronossequência (10, 18, 40 anos de abandono após o uso para pastagens e floresta madura) de uma floresta tropical montana, Tabarelli e Mantovani (1999) observaram que a tendência referente à composição de arbustos e pequenas árvores ocorreu da seguinte forma, em florestas em estádios iniciais de regeneração, as espécies de arbustos e pequenas árvores são pioneiras dos gêneros *Miconia*, *Leandra* (Melastomataceae), *Piper* (Piperaceae), *Psychotria* (Rubiaceae) e *Rapanea* (Myrsinaceae). Nas florestas mais antigas, são espécies tolerantes à sombra pertencentes à Myrtaceae e Monimiaceae, entre outras.

Em relação às mudanças nas formas de crescimentos ao longo da sucessão de florestas secundárias no México, Gómez-Pompa e Vazquez-Yanes (1981) identificaram cinco estádios sucessionais. O primeiro é dominado por espécies de vida curta, principalmente ervas, além de arbustos ou arbóreas de pequeno porte. O segundo estádio é dominado por arbustos secundários que eliminam as ervas em função do sombreamento. Na sombra produzida por estes arbustos algumas ervas do estádio anterior persistem. O terceiro estádio podendo permanecer de 3 a 10 anos, sendo dominado por árvores secundárias de baixa altura (p.e. *Trema* e *Miconia*) apesar de conter árvores altas. Estas árvores altas com 10 m ou mais (*Cecropia* e *Didymopanax*) caracterizam estádio posterior, durando de 10 a 40 anos ou mais. Algumas árvores primárias, que alcançam 25 m ou mais, também ocorrem neste estádio. Estas espécies fazem parte do quinto estádio sucessional.

Segundo Finegan (1996), onde o solo não é degradado e fontes de propágulos estão próximas, os primeiros 100 anos de uma sucessão secundária em floresta tropical podem ser descritos em três fases. A primeira fase da sucessão é caracterizada por espécies de vida curta, generalistas e de distribuição geográfica ampla, frequentemente apresentam baixa riqueza, é dominada por ervas, arbustos e trepadeiras que se estabelecem logo após a perturbação e desaparece sob as sombras das espécies arbóreas pioneiras emergentes. Depois deste período, o dossel seria dominado por espécies arbóreas de vida longa e estatura alta, mas que necessitam de luz. Espécies de árvores tardias de longa duração dominam a terceira fase da sucessão, o que pode durar a 100 anos, dependendo do tempo de vida das espécies.

Ao estudar a composição florística de florestas secundárias com 12 e 20 anos após o abandono do cultivo de cana-de-açúcar em Igarassu, Pernambuco, Nascimento et al. (2012) não encontraram diferenças significativas das formas de crescimento em relação a idade, onde obteve 78 espécies (árvores), 35 (arbustos), 7 (ervas) e 16 (lianas) nas florestas de 12 anos e 98 espécies (árvores), 35 (arbustos), 13 (ervas) e 17 (lianas) nas florestas de 20 anos.

Em New Jersey, Spyreas et al.(2012) analisaram a dinâmica da florística em 10 campos antigos com mais de 50 anos de sucessão após o abandono de cultivo agrícola,observando que a forma de crescimento de espécies foi claramente relacionada com tendências sucessionais.O primeiro grupo foi composto porespécies de curto tempo de vida (*Ambrosia artemisiifolia*, *Erigeron annuus*),cujas populações decaíram dentro de 10 anos. O segundo grupo aumentou um pouco mais táxons herbáceos perenes (*Aster pilosus*, *Solidago juncea*,*S. canadensis*, *S.igantea*, *S. rugosa*, *Apocynum cannabinum*). O terceiro grupo era constituído das árvores, arbustos e trepadeiras lenhosas que dominaram durante últimos anos do estudo (*Acer rubrum*, *Rubusallegheniensis*, *Cornus florida*, *Vitisspp.*).

Cabe ainda ressaltar que a recuperação de populações animais a sucessão está fortemente associada à recuperação da vegetação (CHAZDON et al., 2009). Florestas em regeneração fornecem diferentes tipos e quantidades de recursos (alimento e abrigo) para animais, em estádios diversos (CHAZDON, 2012).

Apartir dos trabalhos apresentados, percebe-se padrões específicos dos diferentes estádios da sucessão, mostrando uma forte tendência do declínio de ervas e arbustos e o enriquecimento de espécies arbóreas ao longo da sucessão (TABARELLI; MANTOVANI, 1999; SPYREAS et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2012), havendo declínio de pioneiras em direção a floresta madura (PIOTTO et al., 2009) e que em alguns casos a composição de espécies pode ocorrer de forma lenta (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; CHAZDON, 2008).

### **1.3. POLINIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS EM SISTEMAS FLORESTAIS**

A polinização é a transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie (ENDRESS, 1994). Se a polinização ocorre em uma mesma flor, denomina-se autopolinização, se entre flores de indivíduos distintos da mesma espécie, polinização cruzada. O sistema reprodutivo engloba o

modo, o padrão e a extensão em que os indivíduos de uma mesma espécie cruzam entre si (VIEIRA et al., 2012). Para haver essa transferência de pólen é necessário o auxílio de vetores bióticos (zoofilia), ou dos vetores abióticos, como o vento (anemofilia) e água (hidrofilia) (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; VIERA et al., 2012).

As plantas, para garantir a sobrevivência e reprodução eficienteS, desenvolveram sinais de atração aos animais (BOSCH et al., 1997; MARTINS; BATALHA, 2007). Os recursos florais atrativos garantem a presença e a fidelidade dos polinizadores às flores (MARTINS; BATALHA, 2007). Estes sinais se relacionam principalmente com a maneira como os visitantes percebem as flores e podem estar associados às características ou traços da flor que podem ser visuais (cor, forma, tamanho), olfativas (odor), e os recursos florais que incluem: pólen, néctar, óleo, resina, tecido alimentar, abrigo e local para acasalar (GOULSON, 2000; GRINDELAND et al., 2005).

Esses atributos florais atuam na atratividade e no comportamento de visita de um determinado polinizador ou de uma guilda (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). Cada um dos atributos geralmente abrange um conjunto de várias espécies vegetais não necessariamente relacionadas filogeneticamente, formando grupos de tipos florais, mudando sua composição de acordo com a região, a formação e a estrutura da vegetação (SAZIMA et al., 1996; TAVARES, 2011). As características florais não são indicadoras precisas na determinação do polinizador (MACHADO; LOPES, 2004). Desta forma, a categorização dos modos de polinização de uma forma mais ampla, de acordo com grupos funcionais, permite que a diversificação de flores seja compreendida através de evolução adaptativa, não só em termos de riqueza de espécies de polinizadores (QUESADA et al., 2009; FENSTER et al., 2004; TAVARES, 2011). O conjunto de características da flor que pode indicar o possível vetor de polinização é denominado síndrome de polinização (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979). A utilização do conceito de síndromes de polinização vem sendo questionada, discutindo a especificidade e o papel dos polinizadores na evolução das características das flores (HERRERA, 1996; WASER et al., 1996). Por outro lado, existem evidências da validade do conceito de síndromes, cujos potenciais polinizadores estão de acordo com os caracteres florais descritos para determinadas síndromes (MUCHHALA; JARRÍN-V, 2002; MACHADO; LOPES, 2003, 2004).

Os sistemas de polinização são afetados não só pelas características florais, mas também por outros fatores, como as espécies ou grupos envolvidos, fatores espaciais e



temporais (BAWA, 1990; FENSTER et al., 2004; RAMIREZ, 2004). Analisar a distribuição espacial é importante para determinar o padrão de interações planta-polinizador na organização de comunidades de florestas tropicais (JANZEN, 1967). Padrões de distribuição geográficas e ambientais, de diferentes sistemas de polinização e a dominância de alguns grupos de polinizadores podem caracterizar comunidades de plantas (BAWA, 1990).

Anemofilia é a polinização realizada pelo vento e é o tipo dominante de polinização abiótica. Ocorre em Gimnospermas e em várias famílias de Angiospermas, especialmente em Poaceae e Cyperaceae. As flores polinizadas pelo vento normalmente apresentam algumas características típicas da anemofilia, como por exemplo, flores unissexuais, brácteas e perianto quando presentes, geralmente verdes ou castanhos-escuros a avermelhados, estando essa coloração talvez relacionada com as condições de temperatura para abertura da flor, odor geralmente ausente, grão de pólen pequeno, liso, seco, produzido em grande quantidade e redução no número de óvulos (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; VIDAL; VIDAL, 2000). As flores masculinas e femininas têm suas estruturas modificadas para ocorrer à polinização. De acordo com Vidal e Vidal (2000), as anteras necessitam estar bem expostas ao ar sobre filetes longos, finos e flexíveis e o estigma ser em geral penado, de grande superfície, para a fixação do pólen.

A entomofilia, ou síndrome de polinização realizada pelos insetos, como abelhas, borboletas, moscas, besouros e formigas predomina em diferentes ecossistemas, com destaque para a polinização por abelhas (MACHADO; LOPES, 2003; RAMIREZ et al., 2004; GIRÃO et al., 2007; QUESADA et al., 2009).

Espécies cantarófilas são as que possuem flores adaptadas à polinização por besouros. Espécies de Annonaceae, observadas em praticamente todas as formações vegetacionais do Brasil, são tipicamente cantarófilas. Suas flores comumente são isoladas, geralmente grandes, actinomorfas, possuem odor forte, colorido claro, na maioria das vezes brancas ou esverdeadas e apresentam tecidos nutritivos como recurso floral, que é consumido por besouros. Esse tecido localiza-se na região ventral das pétalas internas que delimitam uma câmara de polinização (BERNHARDT, 2000). Na câmara, os besouros abrigam-se, comem, acasalam e realizam a polinização. As flores da gravioleira abrem-se à noite, período que realizam a termogênese (produção de calor), liberam odor e atraem besouros escaravelhos (*Cyclocephalasp.*, Scarabaeidae) de hábito noturno. Esses insetos entram na câmara de polinização e permanecem nela até três dias consecutivos. No quarto dia, as pétalas caem e os

besouros, com o pólen aderido ao corpo, buscam outras flores, repetindo o procedimento e, conseqüentemente, realizam a polinização (CAVALCANTE, 2000). Termogênese e polinização por escaravelhos também são observadas em espécies de Araceae e Arecaceae (KUCHMEISTER et al., 1998).

As flores polinizadas por moscas ocupam, depois das abelhas o segundo lugar em importância na polinização das angiospermas (ENDRESS, 1994). Há duas síndromes de polinização por dípteros. A primeira é a miofilia. Nela, as moscas são atraídas por odores suaves e se alimentam de néctar e, ou pólen em flores curtotubulosas ou abertas de cor geralmente branca ou creme. A segunda é a sapromiiofilia. Nesse caso, outras moscas, como as varejeiras (Calliphoridae), são atraídas por odores desagradáveis pútridos, em flores abertas (p. ex. *Stapelia hirsuta* L., Apocynaceae) ou armadilhas (p. ex. *Aristolochia elegans* Mast., Aristolochiaceae) que geralmente, não produzem recursos. As moscas são atraídas pelo forte odor floral, e a flor é usada como substrato para ovoposição, ao visita-la contatam androceu e gineceu realizando a polinização “por engano” (VIEIRA et al., 2012).

As espécies melitófilas são polinizadas por heminópteros: formigas, vespas e principalmente, abelhas. A polinização por abelhas é um sistema surpreendente, devido à variedade de recursos utilizados por esses insetos: néctar, pólen, resina, óleo e substâncias odoríferas. Os três últimos recursos são usados exclusivamente por algumas abelhas. Por causa da dependência dos recursos florais diversos, o número de espécies vegetais visitadas pelas abelhas é ampliado. Segundo Frankie et al. (1983) as abelhas são classificadas médias a grandes (> 1,2 cm) e pequenas (<1,2 cm). Essas categorias são propostas com base na morfologia das flores associadas a das abelhas que a visitam, estabelecendo guildas de polinização (KATO, 1996). Por exemplo, abelhas médias e grandes são comumente polinizadoras de flores com corola longotubulosa, esse tipo de corola exige que o polinizador tenha aparelho bucal comprido para alcançar o local de acúmulo do néctar na base do tubo floral. As abelhas pequenas, geralmente com aparelho bucal curto, visitam flores curtotubulosas ou abertas isto é, de fácil acesso ao recurso (VIEIRA et al., 2012).

As flores e as abelhas formam parceiras surpreendentes e variam de acordo com o recurso floral produzido. A maioria das abelhas depende do néctar como fonte energética, e do pólen como fonte proteica. São poliléticas, ou seja, generalistas e visitam flores de diversas plantas. Dependendo da espécie de abelha, o néctar é coletado por fêmeas e machos ou operárias. A coleta do pólen é realizada pelas fêmeas e operárias. O pólen pode ser coletado

ativa ou passivamente. Neste último caso, o pólen adere ao corpo do inseto durante uma visita à flor. Quando a coleta é ativa, a abelha usa o aparelho bucal e as pernas anteriores e medianas. Se por um lado a maioria das abelhas são poliléticas, algumas delas restringem a dieta a grãos de pólen de apenas poucas espécies de plantas do mesmo gênero ou da mesma família de planta. Estas são denominadas oligoléticas (MICHENER, 2007).

Vespas são comumente observadas retirando néctar de flores, mas raramente são polinizadores específicos (PROCTOR et al., 1996). No entanto, são consideradas polinizadores efetivos de espécies, por exemplo, de Orchidaceae e de *Oxypetalum* (Apocynaceae) (VIEIRA; SHEPHERD, 1999).

As flores polinizadas por lepidópteros apresentam diferentes síndromes florais, dependendo do período de atividade desses insetos (diurno ou noturno) e do comportamento durante a visita às flores. As flores polinizadas pelas borboletas (*Rhopalocera*) são denominadas psicófilas, as polinizadas pelas mariposas noturnas (Noctuidae) denomina-se falenófilas, e as polinizadas pelos esfingídeos (Sphingidae), estes geralmente de hábito noturno, são denominadas esfingófilas. As flores diurnas apresentam cores vivas e odores suaves, já as noturnas são geralmente, de coloração branca e produzem fortes odores adocicados (VIEIRA et al., 2012). A maioria dos lepidópteros apresenta como característica o aparelho bucal longo e fino, por isso, retiram o néctar de flores especializadas, com tubo de corola longo e estreito, de comprimento e espessura compatíveis com o seu aparelho bucal (RITTER et al., 2007). Os esfingídeos exploram flores com maiores comprimentos de tubo de corola ou de outras estruturas florais, como o calcar (expansão alongada originada no cálice ou na corola, em forma de chifre e internamente oca; no seu interior, é produzido e acumulado o néctar) em flores de algumas plantas (VIEIRA et al., 2012).

Dentre os vertebrados, os beija-flores são importantes polinizadores em comunidades vegetais, com 2-15% das espécies em ambientes florestais no Brasil (BARBOSA, 1997; BUZATO et al., 2000). A base da alimentação dos beija-flores é o néctar, o que os torna polinizadores em potencial. As flores ornitófilas são tubulosas, inodoras e, comumente de coloração viva amarela, vermelha ou com essas duas cores combinadas apresentando néctar abundante. Com relação ao comportamento da visita, essas aves são territoriais, quando permanecem junto à fonte abundante de néctar defendendo-a, quando realizam voos em linhas de captura de alimento, traçando uma rota na qual estão incluídas várias plantas visitadas em intervalos regulares (VIEIRA et al., 2012). Esse último comportamento favorece o fluxo

gênico intrapopulacional, resultante de polinização cruzadas, e promove a variabilidade genética (KATO, 1996).

As espécies quiropterófilas possuem flores adaptadas à polinização por morcegos, os únicos mamíferos voadores. Na região neotropical, esses animais pertencem à família Phyllostomidae, caracterizada pela presença de apêndice nasal. Nessa família destacam-se os glossófagos morcegos cuja dieta alimentar é principalmente nectarívora (VIEIRA et al., 2012). Por isso, são polinizadores de diversas espécies. Além dos nectarívoros, morcegos frugívoros também podem atuar como polinizadores (VIEIRA; CARVALHO-OKANO, 1996). As flores quiropterófilas abrem a noite, apresentam-se frequentemente de cor parda, acinzentada ou púrpura, raramente rosa, algumas vezes esbranquiçadas ou cremes, na maioria das vezes são flores solitárias, grandes e rígidas, ou em inflorescências de flores pequenas, produzem néctar abundante e odores que lembram frutos em decomposição (ROCHA, 2013). Outros mamíferos não voadores, por exemplo, ratos, macacos e gambás, são também citados como polinizadores. Na flor, esses animais alimentam-se de néctar (VIEIRA et al., 2012).

#### **1.4. POLINIZAÇÃO EM RELAÇÃO À SUCESSÃO ECOLÓGICA**

As relações entre planta e polinizador são muito importantes na estruturação de comunidades, pois podem influenciar a distribuição espacial, a riqueza e a abundância de espécies, a estrutura trófica e a fenodinâmica (BAWA et al., 1990, YAMAMOTO et al., 2007). A associação de características reprodutivas com os padrões de abundância das espécies em florestas tropicais em diferentes estádios de sucessão nos fornece um conhecimento fundamental para a compreensão dos processos de regeneração da floresta e as funções essenciais que os animais desempenham, por exemplo, na polinização e dispersão de sementes (QUESADA et al., 2009). Esses processos ecossistêmicos mediados por animais, são cruciais para a restauração da floresta (BAWA, 1990). Isto é particularmente válido nas florestas tropicais, onde a maioria das espécies de plantas lenhosas depende de vetores animais para a reprodução e sucesso reprodutivo (HAGEN; KRAEMER, 2010).

Determinados estudos mostram a variação na distribuição das características reprodutivas em florestas secundárias, relatando alguns padrões específicos (CHAZDON et al., 2003; LOPES et al., 2009; ROSSI, 2014). Estudando florestas secundárias com diferentes idades variando entre 2 e 80 anos, em Floresta Atlântica, Rossi (2014) observou a predominância de abelhas como agentes polinizadores, flores abertas, hermafroditas e que

disponibilizam o pólen como principal recurso. Houve uma tendência de acréscimo na proporção de flores pequenas e com o recurso pólen em direção à floresta madura. A autora relata ainda que as variações de traços reprodutivos apresentadas indicam que, para alguns traços, há uma mudança direcional associada com as mudanças sucessionais da Floresta Atlântica.

Girão et al. (2007) observaram que a fragmentação da Mata Atlântica promove alterações marcantes nas características reprodutivas de espécies arbóreas, pois as assembleias de árvores neste habitat parecem possuir uma faixa mais estreita de traços florais e sistemas de polinização em comparação com manchas de interior da floresta, o que resulta em uma diversidade funcional reduzida nas assembleias de árvores em fragmentos florestais. Além disso, pequenos fragmentos florestais em paisagens severamente fragmentadas podem ser fortemente empobrecidos em termos de número de espécies e indivíduos com determinados sistemas de polinização (por exemplo, a polinização por morcegos, aves, mamíferos não-voadores) e pode ser dominado por espécies arbóreas polinizadas por generalistas. As estratégias que são mais dependentes de movimento de pólen de longa distância e mediadas por serviços animais podem ser afetadas negativamente.

Ao comparar pequenos fragmentos florestais de Mata Atlântica, florestas secundárias, bordas e interior de florestas, Lopes et al. (2009) relatam a variação na distribuição de algumas características reprodutivas, mostrando algumas tendências, como por exemplo, em florestas secundárias foram encontradas menos espécies com flores pequenas e do tipo floral funil, o qual teve maiores proporções em florestas conservadas. Observaram ainda que em fragmentos de florestas secundárias e pequenos fragmentos florestais são habitados por menos espécies e indivíduos polinizados por vertebrados, e têm uma maior abundância e diversidade de espécies que são polinizadas por pequenos insetos.

Em uma floresta tropical na Costa Rica avaliando diferentes estádios sucessionais, Chazdon et al. (2003) encontraram que em florestas secundárias há uma maior abundância relativa das espécies com flores hermafroditas, a polinização por insetos é encontrada com maior frequência e encontra-se uma menor abundância relativa de espécies polinizadas por mamíferos, comparando com as florestas primárias. De maneira geral, dioécia são mais frequentes em árvores do dossel, e flores hermafroditas são mais frequentes em arbustos (CHAZDON et al., 2003).

Recentemente, abordagens de síndromes de polinização têm sido analisadas sob o ponto de vista funcional (GIRÃO et al., 2007; LOPES et al., 2009), o que se torna ainda mais interessante quando associa essas informações com as seres sucessionais. A diversidade funcional quantifica uma gama de características funcionais dentro da comunidade permitindo avaliar como as características estão distribuídas dentro do espaço funcional (VILLÉGER et al., 2008; MAGNAGO et al., 2014). O estudo realizado por Lopes et al. (2009) revela em seus resultados que as florestas maduras apresentam maior diversidade funcional de síndromes de polinização do que as florestas secundárias.

Alguns dados empíricos mostram que mudanças nas comunidades de polinizadores durante a sucessão são impulsionadas pela estrutura e diversidade da vegetação (OPLER et al., 1980; RAMIREZ, 2004; ALBRECHT et al., 2010; DEVOTO et al., 2012; KOCH; SAHLI, 2013). Dessa forma, nos estádios iniciais da sucessionais há uma tendência da dominância de espécies generalistas (OPLER et al., 1980; CHAZDON et al., 2003; RAMIREZ et al., 2004). Enquanto nos estádios tardios há maior complexidade florística e estrutural, a proporção de especialização de atributos florais das espécies aumenta, assim como a disponibilidade dos recursos (PARRISH; BAZZAZ, 1979; KOCH; SAHLI, 2013).

Em geral, ao longo da sucessão há uma tendência de acúmulo de síndromes de polinização (CHAZDON et al., 2003; RAMIREZ et al., 2004; DEVOTO et al., 2012). Opler et al. (1980), por exemplo, ao estudar a sucessão secundária em floresta tropical da Costa Rica observaram que ao longo da sucessão houve um aumento de síndromes de polinização, onde no estágio inicial foram registradas espécies polinizadas pelo vento, pequenas borboletas, pequenas e médias abelhas e com o avanço sucessional foram registradas além dessas, outras três síndromes (cantarofilia, quiropterofilia e ornitofilia), apresentando proporções distintas de acordo com o estágio sucessional. Estudando a floresta tropical na Planície Central da Venezuela, Ramirez (2004) observou diferenças na frequência de polinização ao longo da sucessão. Porém, assim como Opler et al. (1980), Ramirez (2004) chegou a conclusão de que a polinização realizada pelas abelhas é a síndrome mais comum, e a proporção de cada síndrome de polinização modifica entre os estádios sucessionais.

Albrecht et al. (2010) e Parrish e Bazzaz (1979) relatam que em florestas maduras deve haver mais espécies com flores especializadas que em florestas secundárias, uma vez que há maior competição interespecífica nas primeiras levaria a uma maior especialização para evitar sobreposição de nicho. Em contraste, maior imprevisibilidade na disponibilidade de

polinizadores deve favorecer um uso mais generalizado de polinizadores pelas plantas (WASER et al.,1996; ALBRECHT et al., 2010) em estádios sucessionais iniciais, em comparação com as comunidades de estádios sucessionais avançados.

Em uma cronossequência de 8, 28, 49, 63, 84, 109 e 130 anos, nos Alpes Central da Suíça, Albrecht et al. (2010) perceberam que a diversidade de polinizadores aumentou progressivamente ao longo da cronossequência e que, diferente do que era esperado, houve declínio na especialização ao longo da regeneração.

Em floresta secundária tropical com 12 anos após o abandono do cultivo de cana de açúcar, Kimmel et al. (2009) observaram que a maioria das síndromes de polinização encontradas em fragmentos florestais da região também estiveram presentes nas florestas secundárias, no entanto, nenhuma polinização realizada por vertebrados foi registrada entre as espécies estudadas, nem por aves nem por morcegos. Relataram que houve uma alta porcentagem de espécies com polinização não especializada (55,7%) e muitos indivíduos do sub-dossel foram polinizadas por abelhas de grande porte (39,8%).

Vários trabalhos realizados em florestas tropicais sugerem que há predominância de algumas características como, o hermafroditismo, antese diurna, recurso mais abundante o néctar e polinização realizada por abelhas (BAWA, 1990, RAMIREZ; BRITO 1992, MARTINS; BATALHA, 2007; KIMMEL et al., 2009; TAVARES, 2011; SILVA et al., 2012). Os estudos de características reprodutivas em florestas secundárias são escassos (CHAZDON et al., 2003; LOPES et al., 2009; ROSSI, 2014) e sugerem que o estágio sucessional influencia na distribuição das características reprodutivas (ROSSI et al., 2014).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, M.; RIESEN, M.; SHMID, B. Plant–pollinator network assembly along the chronosequence of a glacier foreland. **Oikos**, v. 119, p. 1610–1624, 2010.
- BARBOSA, A. A. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo, Uberlândia – MG**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 180 p., 1997.
- BARRETT, K.; MCGUIRE, A.D.; HOY, E.E.; KASISCHKE, E.S. Potential shifts in dominant forest cover in interior Alaska driven by variations in fire severity. **Ecological Applications**, v. 21, p. 2380–2396, 2011.
- BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p.399-422, 1990.
- BAZZAZ, F.A.; PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p.287-310, 1980.
- BERNHARDT, P. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution**, v. 222, p. 293-320, 2000.
- BOSCH J.; RETANA J.; CERDÁ X. Flowering phenology, floral traits and pollinator composition in a herbaceous Mediterranean plant community. **Oecologia**, v.109, p.583-591, 1997.
- BOSSUYT, O.H.; HERMY, M. Evidence for community assembly constraints during succession in dune slack plant communities. **Plant Ecology**, v. 178, p. 201-209, 2005.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p.1-32, 1990.
- BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. **Biotropica**, v. 32, p.824-841, 2000.
- CAVALCANTE, T.R.M. **Polinização manual e natural da gravioleira (*Annona muicata* L., Annonaceae)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 43 p., 2000.
- CHAZDON, L.R.; CAREAGA, S.; WEBB, C.; VARGAS, O. Community and Phylogenetic structure of reproductive traits of woody species in wet tropical forests. **Ecological Monographs**, v. 73, p. 331–348, 2003.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, v.7, p. 195-218, 2012.
- CHAZDON, R. L. Chance and determinism in tropical forest succession. In: W. CARSON & S. A. SCHNITZER (Eds.) *Tropical forest community ecology*, Wiley-Blackwell Publishing, Oxford, 2008. p. 384-408.
- CHAZDON, R. L.; C. A. PERES, DENT, D.; SHEIL, D.; LUGO, A. E.; LAMB, D.; STORK, N. E.; MILLER, S. E. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, p. 1406-1417, 2009.
- CHAZDON, R. L.; LETCHER, M.S.G.; VAN BREUGEL, M.; MARTÍNEZ-RAMOS, F. BONGERS; B. FINEGAN. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 362, p. 273-289, 2007.



- CLEMENTS, F. E. **Plant succession: analysis of the development of vegetation.** Washington, D.C.: Carnegie Institute of Washington Publication, 1916.242 p.
- CONNELL, J.H.; SLATYER, R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v. 111, p. 1119-1144, 1977.
- COWLES, H.C. The physiographic ecology of Chicago and vicinity; a study of the origin, development, and classification of plant societies. **Botanical Gazette**, v.31, p. 73-108, 1901.
- DEL MORAL, R.; SAURA, J.M.; EMENEGGER, J.N. Primary succession trajectories on a barren plain, Mount St. Helens, Washington. **Journal of Vegetation Science**, v. 21, p. 857-867, 2010.
- DENT, D. H.; DeWALT, S. J.; DENSLOW, J. S. Secondary forests of central Panama increase in similarity to old-growth forest over time in shade tolerance but not species composition. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, p. 530-542, 2012.
- DEVOTO, M.; BAILEY, S.; CRAZE, P.; MEMMOTT, J. Understanding and planning ecological restoration of plant-pollinator networks. **Ecology Letters**, v. 15, p. 319-328, 2012.
- DONATO, D.C.; CAMPBELL, J.L.; FRANKLIN, J.F. Multiple successional pathways and precocity in forest development: Can some forests be born complex? **Journal of Vegetation Science**, v.23, p. 576-584, 2012.
- DURIGAN, G.; BERNACCI, L.C.; FRANCO, G.A.D.C.; ARBOCZ, G.F.; METZGER, J.P.; CATHARINO, E.L.M. Estádio sucessional e fatores geográficos como determinantes da similaridade florística entre comunidades florestais no Planalto Atlântico, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 51-62, 2008.
- EGLER, F. E. Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. **Plant Ecology**, v. 4, p. 412-417, 1954.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers.** Cambridge, Cambridge University Press, 1994.420 p.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology.** 3rd ed. Germany, Pergamon Press, 1979.244 p.
- FENSTER, C. B.; ARMBRUSTER, W. S.; WILSON, P.; DUDASH, M. R.; THOMSON, J. D. Pollination syndromes and floral specialization. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 35, p. 375-403, 2004.
- FINEGAN, B. Pattern and process in Neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 119-124, 1996.
- FRANKIE, G.W.; HARBER, W.A.; OPLER, P.A; BAWA, K.S. Characteristics and organization of the large bee pollination systems in the Costa Rican dry forest. In: JONES, C.E.; LITTLE, R.J. (Ed.). **Handbook of experimental pollination biology.** New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1983. p. 411-447.
- GIRÃO, L. C.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; BRUNA, E. M. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. **Plos One**, v. 2, p. 1-12, 2007.
- GLEASON, H.A. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 53, p. 7-26, 1926.

GLENN-LEWIN, D.C.; VAN DER MAAREL, E. Patterns and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D.C.; PEET, R.K.; VEBLEN, T.T. (Eds.). **Plant succession: theory and prediction**. USA. Chapman & Hall, 1992. p. 11-44.

GÓMEZ-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C., Successional studies of a rain forest in México. In: WEST, D.C., SHUGART, H.H., BOTKIN, D.B. (Eds.), **Forest succession: concepts and application**. New York: Springer-Verlag, 1981. p. 246-266.

GOULSON D. Are insects flower constant because they use search images to find flowers? **Oikos**, v.88, p. 547-552, 2000.

GRINDELAND J. M.; SLETVOLD N. N.; IMS R. A. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*. **Functional Ecology**, v.19, p. 383-390, 2005.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.

GUREVITCH J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. **Ecologia vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592 p.

HAGEN, M.; KRAEMER, M. Agricultural surroundings support flower-visitor networks in an Afrotropical rain forest. **Biological Conservation**, v.143, p. 1654-1663, 2010.

HARVEY, B. J.; HOLZMAN, B. A. Divergent successional pathways of stand development following fire in a California closed-cone pine forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, p. 88-99, 2014.

HERRERA, C.M. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: a devils's advocate approach. In: LLOYD, D.G.; BARRET, S.C.H. (Eds.). **Floral biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants**. Chapman & Hall, New York, 1996. p. 65-87.

JANZEN, D.H. Why mountain passes are higher in the tropics. **The American Naturalist**, v. 101, p. 233-249, 1967.

JOHNSTONE, J. F.; CHAPIN, F. S. Fire interval effects on successional trajectory in boreal forests of northwest Canada. **Ecosystems**, v. 9, p. 268-277, 2006.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN Jr, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Eds.). **Métodos em estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Ed. UFPR, Fundação o Boticário de Proteção a Natureza. Curitiba, 2003. p.383-394.

KASHIAN, D.M.; TURNER, M.G.; ROMME, W.H.; LORIMER, C.G. Variability and convergence in stand structural development on a fire-dominated subalpine landscape. **Ecology**, v. 86, p. 643 - 654, 2005.

KATO, M. Plant-pollinator interactions in the understory of a lowland mixed dipterocarp forest in Sarawak. **American Journal of Botany**, v. 83, p. 732-743, 1996.

KIMMEL, T.M.; NASCIMENTO, L.M.; PIECHOWSKI, D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; GOTTSBERGER, G. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. **Flora**, v. 205, p.540-547, 2009.

- KUCHMEISTER, H.; WEBBER, A. C.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de *Arecaceae* e *Annonaceae* da Amazonia Central. **Acta Amazonica**, v. 28, p.217-245, 1998.
- LETCHER, S.G.; CHAZDON, R.L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, p. 608-617, 2009.
- LOPES, A.V.; GIRÃO, L.C.; SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic Forest fragments. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1154-1165, 2009.
- MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. **Annals of Botany**, v. 94, p. 365-376, 2004.
- MACHADO, I.C.S.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In: LEAL, I.R; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 515-563.
- MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in Cerrado woody species of the Upper Taquari Region (Central Brasi). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 543-552, 2007.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; CALEGARI, L. Sucessão ecológica: Fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 22-52.
- MICHENER, C.D. **The bees of the world**. 2 ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007. 953 p.
- MUCHALA, N.; JARRÍN-V. P. Flower visitation by bats in cloud forest of Western Ecuador. **Biotropica**, v.34,p.387-395, 2002.
- NASCIMENTO, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; LINS-e-SILVA, A.C.B. Secondary succession in a fragmented Atlantic Forest landscape: evidence of structural and diversity convergence along a chronosequence. **Journal of Forest Research**, p.1-13, 2014.
- NASCIMENTO, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; LINS-e-SILVA, A.C.B. Natural forest regeneration in abandoned sugarcane fields in northeastern Brazil: floristic changes. **Biota Neotropica**, v. 12, p. 1-14, 2012.
- NORDEN N.; CHAZDON R.L.; CHAO A.; JIANG Y.H.; VÍLCHEZ-ALVARADO B. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, v. 12, p. 385-394, 2009.
- OPLER, P.A.; BAKER, H.G.; FRANKIE, G.W. Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest ecosystems. **Biotropica**, v. 12, p. 40-46. 1980.
- PARRISH, J. A. D.; BAZZAZ, F. A. Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. **Ecology**, v. 60, p. 597-610, 1979.
- PEÑA-CLAROS, M.; DE BOO, H. The effect of forest successional stage on seed removal of tropical rain forest tree species. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 261-274. 2002.

- PICKETT, S.T.A.; CADENASSO, M.L.; MEINERS, S.J. Ever since Clements: from succession to vegetation dynamics and understanding to intervention. **Applied Vegetation Science**, v. 12, p.9-21, 2008.
- PICKETT, S.T.A.; COLLINS, S.L.; ARMETO, J.J.A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. **Vegetatio**, v. 69, p. 109-114, 1987.
- PIOTTO, D.; MONTAGNINI, F.; THOMAS, W.; ASHTON, M.; OLIVER, C. Forest recovery after swidden cultivation across a 40-year chronosequence in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. **Plant Ecology**, v. 205, p.261-272, 2009.
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. The natural history of pollination. Portland: Timber Press, 1996. 479 p.
- QUESADA, M., SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; ALVAREZ-ANORVE, M.; STONER, AVILA-CABADILLA, J. CALVO-ALVARADO, K. E. L.; CASTILLO, A.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, J.G.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; LAWRENCE, D. ; MORELLATO, L. P. C. ; POWERS, J. S.; NEVES, F. S.; ROSAS-GUERRERO, V.; SAYAGO, R.; SANCHEZ-MONTOYA, G. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.258, p.1014–1024, 2009.
- RAMIREZ, N., Ecology of pollination in a tropical Venezuelan savanna. **Plant Ecology**, p.173, 171–189. 2004.
- RAMIREZ, N.; BRITO, Y. Pollination biology in a palm swamp community in the Venezolana central plains. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 110, p. 277-302, 1992.
- RITTER, C. D.; LEMOS, R.; MORAES, A. B. B. **Borboletas (Lepdoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais do Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil**. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil. 2007.
- ROCHA, C. A. Morcegos polinizadores. **Revista Mirante**, v. 3, p.75-82, 2013.
- ROSSI, B.W. **Traços reprodutivos, padrões de montagem e sucessão florestal na floresta atlântica**. Dissertação de Mestrado em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, 137p. 2014.
- SANDOR, M. E.; CHAZDON, R. L. Remnant trees affect species composition but not structure of tropical second-growth forest. **Plos One**, v.9, p. 1-12, 2014.
- SAZIMA, I.; BUZATO, S.; SAZIMA, M. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a Montane Forest in Southeastern Brazil. **Botanica Acta**, v. 109, p.149-160, 1996.
- SPYREAS, G.; MEINERS, S. J.; MATTHEWS, J. W.; MOLANO-FLORES, B. Successional trends in floristic quality. **Journal of Applied Ecology**, v. 49, p. 339-348, 2012.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 217-223, 1999.
- TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935.

- TAVARES, A.C.M. **Atributos e visitantes florais e polinização em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana do litoral norte de São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal no Instituto de Biologia. 82 p. 2011.
- TOLEDO, M.; POORTER, L.; PENA-CLAROS, M.; ALARCON, A.; BALCAZAR, J.; CHUVINA, J.; LEANO, C.; LICONA, J.C.; TER STEEGE, H.; BONGERS, F. Patterns and determinants of floristic variation across lowland forests of Bolivia. **Biotropica**, v. 43, p. 405–413, 2011.
- VELLE, L. G.; VANDVIK, V. Succession after prescribed burning in coastal Calluna heathlands along a 340-km latitudinal gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, p. 546–558, 2014.
- VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. **Botânica - Organografia**. 4ed. Editora UFV, Minas Gerais, 2000. p. 12-50.
- VIEIRA, M. F.; CARVALHO-OKANO, R.M. Pollination biology of *Mabea fistulifera* (Euphorbiaceae) in southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 28, n.1, p.61-68, 1996.
- VIEIRA, M. F.; FONSECA, R. S.; ARAÚJO, L. M. Floração, polinização e sistemas reprodutivos em florestas tropicais. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2012. p. 53-84.
- VIEIRA, M.F.; SHEPHERD, G.J. Pollinators of *Oxypetalum* (Asclepiadaceae) in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n.4, p. 693-704, 1999.
- WASER, N. M.; CHITTK, L.; PRICE, M.V.; WILLIAM, N.M.; OLLERTON, J. Generalization in pollination systems, and why it matters. **Ecology**, v. 77, p. 1043–1060, 1996.
- WHITMORE, T. C.; BURSLEM, D. F. R. P. Major disturbances in tropical rainforests. In: D. NEWBERY, M.; PRINS, H.H.T.; N. D. BROWN (Eds.): **Dynamics of tropical communities**. Blackwell Science Ltd., Oxford, 1988. p. 549-565.
- WHITTAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. New York: Macmillan Publishing Co., 385 p., 1975.
- WILLIAMS-LINERA, G.; ALVAREZ-AQUINO, C. Tropical dry forest landscape restoration in Central Veracruz, Mexico. **Ecological Restoration**, v. 28, p. 259 -261, 2010.
- YAMAMOTO, L.F., KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 553-573, 2007.

## CAPÍTULO I

### COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA

#### RESUMO

O processo sucessional segue uma progressão de estádios durante os quais as florestas apresentam enriquecimento gradual de espécies, sendo a trajetória da sucessão dependente das condições iniciais e de eventos estocásticos. Assim, este trabalho objetivou caracterizar as mudanças da composição florística em uma cronossequência (5, 16, 24, 30 anos de idade após o abandono do cultivo de cana de açúcar e floresta madura) na floresta Atlântica de Pernambuco, localizada na Usina São José, em Igarassu. Buscou-se responder as seguintes perguntas: As florestas jovens tendem a convergir assemelhando-se floristicamente com a floresta madura? Caso haja essa convergência florística a partir de que idade essas florestas jovens apresentam proporção de formas de crescimento mais próximas da floresta madura? Em cada floresta foram instaladas 30 parcelas de 10 × 10 m para amostragem do dossel e no interior desses 100 m<sup>2</sup> instalaram, no vértice inferior esquerdo, uma parcela de 5 × 5 m para amostragem do sub-bosque lenhoso. Os hábitos de crescimento analisados foram arbóreo (diâmetro à altura do peito, DAP ≥ 5 cm), arbustos e subarbustos lenhosos (DAP < 5 cm e diâmetro do caule ao nível do solo > 1 cm), ervas, epífitas e trepadeiras. Foram amostrados 198 espécies e morfoespécies, 131 gêneros e 59 famílias. As famílias mais representativas foram Myrtaceae, Rubiaceae e Sapindaceae. O fato de cerca de 35% das espécies arbóreas estarem presentes nas florestas jovens e maduras (sendo 12% em todas as idades) sugere que a composição florística das florestas jovens tende a assemelhar-se a da floresta madura, confirmando a ideia de convergência florística e a hipótese de composição florística inicial. Foram observadas diferenças significativas em termos de forma de crescimento das plantas entre as diferentes idades estudadas. Os resultados sugerem que a partir de 16 anos as florestas jovens tenderam a convergir com a floresta madura em termos de proporção de formas de crescimento das espécies, havendo declínio de espécies herbáceas e enriquecimento de espécies arbóreas ao longo do tempo. Levanta-se a hipótese de que esse padrão de convergência pode ser explicado pela existência de 24% de vegetação remanescente na Usina São José, que pode facilitar a dissiminação de propágulos entre as áreas.

**Palavras-chave:** Composição florística; Convergência florística; Florestas jovens; Formas de crescimento.

## COMPOSITION FLORISTIC ALONG A CHRONOSEQUENCE IN FOREST FRAGMENTS

### ABSTRACT

The succession process follows a progression of stages during which forests have a gradual enrichment of species, and the trajectory followed by the succession depends on initial conditions and stochastic events. This study aimed to characterize the changes in floristic composition in a chronosequence (5, 16, 24, 30 years of age after the abandonment of sugarcane cultivation and mature forest) in the Atlantic forest of Pernambuco, located in Usina São José, in Igarassu. We sought to answer the following questions: Secondary forests tend to converge resembling the flora with mature forest? There is influence of the initial species composition along the chronosequence? In case of this floristic convergence from what age these secondary forests present proportion of closer growth forms of the mature forest? In each forest were installed 30 plots of 10 × 10 m canopy sampling and within such 100 m<sup>2</sup> installed in the lower left corner, a portion of 5 × 5 m for sampling the understory. Growth habits were analyzed trees (diameter at breast height, DAP ≥ 5 cm), bush and subshrubs (DAP < 5 cm and stem diameter at ground level > 1 cm), herbs, epiphytes and vines. 198 rate, 131 genera and 59 families were sampled. The most representative families were Myrtaceae, Rubiaceae and Sapindaceae. Significant differences were observed in terms of habits of plants among the different age groups. The results suggest that 16 years from young forests tended to converge with the mature forest in terms of the proportion of growing forms of species, with a decline of herbaceous and woody species enrichment over time. Although there was a low level of similarity found between secondary forest and mature forest the study indicates that the floristic composition of secondary forests tend to be similar to the mature forest. . The fact that about 35% of tree species are present in young forests suggests that flora of young forests composition tends to resemble the mature forest, confirming the idea of convergence flora. This pattern can be explained by the existence of 24% of the remaining vegetation in the Usina São José, which can facilitate dissiminação seedlings between areas. In addition to sharing 35% of the species, there were 12% of the species present throughout the chronosequence thus supporting the hypothesis initial floristic composition.

**Keywords:** Floristic composition; Floristic convergence; Growth forms; Secondary forests.

## 1. Introdução

As florestas secundárias desempenham um papel importante nas paisagens tropicais. Esses ecossistemas são fontes de produtos madeireiros e não madeireiros e, de um modo geral, exercem importantes funções ecológicas, como capacidade de acumular biomassa e nutrientes em taxas elevadas, manter ciclos biogeoquímicos e a conservação do solo e água em níveis comparáveis às florestas primárias (DENICH, 1991; CHAZDON et al., 2009).

As pesquisas atuais sobre sucessão em florestas secundárias na região tropical ocorrem especialmente de estudos em cronossequências (CHAZDON, 2012). Uma cronossequência é uma série de sítios distintos quanto ao tempo ocorrido desde o abandono ou o distúrbio, mas que apresenta 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 (GUREVITCH et al., 2009).

A respeito da sucessão, Clements (1916) propôs que se trata de um processo altamente ordenado e previsível, enfatizando a substituição sequencial das espécies herbáceas por arbustos e finalmente arbóreas. Diferentemente, Gleason (1926) sugeriu que a sucessão não apresenta essa sequência fixa e regular, sendo influenciada pela composição da comunidade, que é determinada por fatores estocásticos relacionados à dispersão/migração de espécies e as condições ambientais que limitam o estabelecimento das plantas. Estas condições ambientais não são definidas unicamente pelo clima, como descrito por Clements, mas sofrem influência da localização geográfica e da vegetação do entorno.

Em relação à composição florística ao longo da sucessão, Egler (1954) descreveu dois cenários alternativos. O primeiro é o revezamento florístico, com uma visão amplamente clementsiana, no qual cada grupo de espécies coloniza o local em um determinado estágio de desenvolvimento, logo tornando as condições inadequadas para si mesmas, e mais apropriadas para colonização do próximo grupo, no estágio final da sucessão havendo convergência com a vegetação madura da região. O segundo cenário é a hipótese de composição florística inicial, a qual propõe que após o abandono de um sítio, o desenvolvimento desdobra-se a partir da flora inicial, ou seja, por propágulos originados das áreas do entorno ou de espécies que estavam presentes no banco de sementes/imaturos, de modo que a convergência ou divergência com a vegetação madura depende do entorno e das condições iniciais. Com ideias similares às de Gleason, Egler (1954) concluiu que a sucessão secundária é determinada mais



pela composição florística inicial de uma área do que pelo revezamento florístico proposto por Clements.

Na atualidade, sabe-se que as paisagens naturais, em geral, possuem complexo histórico de uso da terra, distúrbios e perturbações (PICKETT et al., 2008). Esses autores argumentaram que a sucessão representa uma série de eventos imprevisíveis que resultam de interações entre indivíduos e o meio abiótico, envolvendo diferentes padrões (convergência ou divergência), mecanismos e causas que levam a complexos caminhos que irão determinar os processos de recuperação da vegetação local. A trajetória seguida pela sucessão depende das condições iniciais e de eventos estocásticos. Fatores como a deposição e o estabelecimento de propágulos assim como as condições físicas do substrato e a vegetação prévia podem afetar a composição florística de uma determinada idade (estádio) e também influenciar o grau estrutural da recuperação da vegetação (PICKETT et al., 2008). A esse respeito, os resultados de cronosssequências encontrados em florestas tropicais por diversos autores (Guariguata et al., 1997; Peña-Claros, 2003; Chazdon et al., 2009; Piotta et al., 2009; Norden et al., 2009; Nascimento et al., 2012; 2014) relataram convergência florística com a vegetação madura.

Apesar de a literatura citar diversos trabalhos que apontam para a convergência, sabe-se que há trabalhos que relatam divergência florística ao longo da cronosssequência (TOLEDO et al., 2011; HARVEY; HOLZMAN, 2014). Os autores argumentaram que isso pode se dever a menor similaridade de habitats e ou aos efeitos da paisagem (DEL MORAL et al., 2010). Sobre o efeito da paisagem, a revisão de Andrén (1994) encontrou que em paisagens com menos de 10-30% de cobertura vegetal há efeitos negativos sobre a persistência das espécies, devido ao efeito combinado de área e geometria da paisagem, o que pode levar a trajetórias convergentes ou divergentes, conforme o grau da cobertura vegetal.

Na perspectiva de que a literatura atual mostra que ainda há muito a pesquisar, o presente trabalho tem por objetivo caracterizar as mudanças da composição florística em uma cronosssequência - florestas jovens - 5, 16, 24, 30 anos de idade após o abandono do cultivo de cana de açúcar e floresta madura – todas localizadas na região Nordeste da Mata Atlântica a qual apresenta 24% de cobertura vegetal. Buscou-se responder as seguintes perguntas: A partir de que idade as florestas jovens apresentam proporção de formas de crescimento mais próximas da floresta madura? As florestas jovens tendem a divergir ou convergir floristicamente com a floresta madura?

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Área de estudo e seleção das áreas**

Os fragmentos de floresta madura e jovens estudados encontram-se na Usina São José (USJ) (07°54'17''-07°54'41''S, 34°54'17''- 35°05'07''), situada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, em domínio de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). A propriedade ocupa 270 km<sup>2</sup>, onde existem 202 manchas de vegetação nativa (Floresta Atlântica), sendo 96 áreas de floresta em regeneração e 106 remanescentes de floresta madura. Remanescentes florestais cobrem 24% da paisagem, sendo o tamanho médio dos fragmentos de 61 ha, ocupando as áreas menos úteis para plantio, que são as íngremes e aos fundos dos vales, um padrão frequente em paisagens de floresta atlântica no nordeste (TRINDADE et al., 2008).

O clima local é do tipo As' (quente e úmido), com temperatura média anual de 24,9°C, precipitação média de 1687 mm (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco – LAMEPE/ITEP). A formação geológica é do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, com solos predominantemente arenosos e relevo fortemente ondulado (CPRH, 2003).

As florestas jovens com 5, 16, 24 e 30 anos de regeneração foram selecionadas a partir de fotografias aéreas das décadas de 1960, 1970, 1980, imagens de satélite de 2005 e entrevistas com antigos moradores. A título de comparação, foi selecionada uma área de floresta madura (com mais de 60 anos) estudada por Silva (2010) (Fig. 1). É importante salientar que a floresta madura é aquela na qual temos como garantir, com base no material cartográfico e entrevistas, que não houve intervenção nos últimos 60 anos.

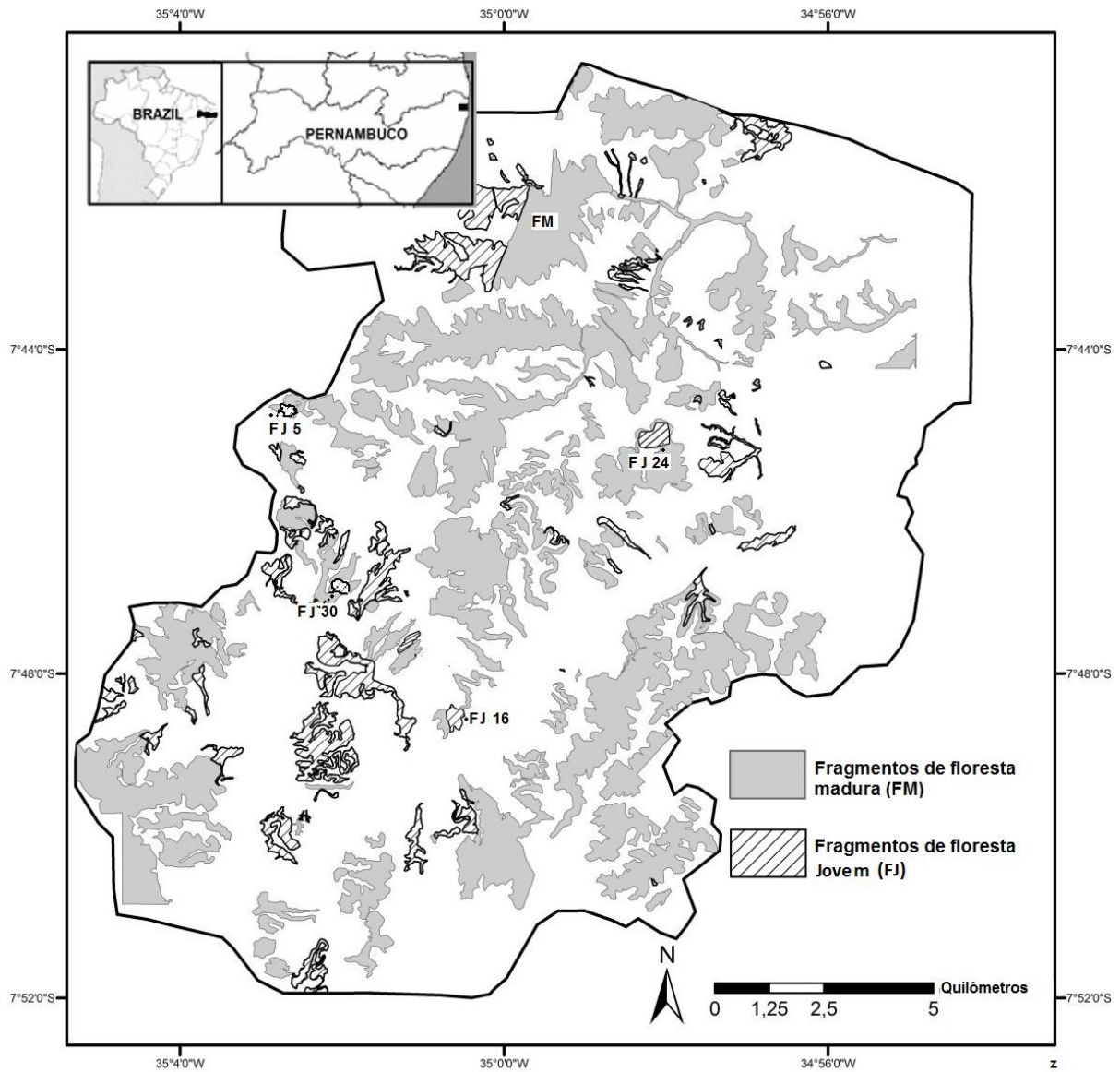


Figura 1 - Localização das florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ = 16 anos, FJ = 24 anos e FJ 30 = 30 anos) e floresta madura (FM) da Usina São José, Igarassu, Pernambuco, Brasil. Fonte: Trindade et al. (2008).

## 2.2. Coleta de dados

Foram instaladas em cada floresta da cronossequência 30 parcelas de 10 × 10 m para amostragem do estrato arbóreo, isto é, todos os indivíduos lenhosos (árvores, trepadeiras lenhosas e palmeiras) com diâmetro do caule à 1,30 m do solo (DAP) > 5 cm. No interior dessas parcelas, instalaram no vértice inferior esquerdo, uma parcela de 5 × 5 m para amostragem do sub-bosque (plantas com diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) ≥ 1 e DAP < 5 cm.

Foi realizado também o levantamento florístico próximo às parcelas. As coletas foram realizadas pelo o método de caminhamento (FILGUEIRAS et al., 1994), de acordo com as técnicas usuais de coleta para plantas (MORI et al., 1989). Os hábitos das plantas foram definidos com base na classificação em uma adaptação própria da proposta por Whittaker (1975): 1) arbórea - planta lenhosa com caule único ou pouco ramificado, bem definido, em geral com mais de 4 m de altura ou palmeira arborescente; 2) arbustiva - planta lenhosa, ramificada desde a base, raramente ultrapassando 4 m de altura; 3) erva - planta não lenhosa ou lenhosa apenas na base, geralmente com até 50 cm de altura; 4) trepadeira (lenhosa) – planta que se desenvolve apoiando-se sobre outra, ou, com menor frequência, sobre substrato abiótico, com estruturas especializadas à fixação ou volúveis; 5) epífita – planta que se desenvolve sobre outra, não mantendo relações nutricionais diretas.

## 2.3. Análise e tratamento de dados

As espécies amostradas foram identificadas com auxílio de especialistas e por comparações com coleções depositadas no Herbário Sergio Tavares (HST) e Dárdano de Andrade Lima (IPA). As exsicatas foram depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). A lista de espécies foi elaborada de acordo com a família, com informações sobre os hábitos de plantas e localidades de ocorrência. A classificação das famílias de angiospermas seguiu as recomendações do APG III (2009).

Para testar a possível convergência ou divergência de hábitos entre as diferentes idades de abandono e a proporção entre os distintos hábitos ao longo da cronossequência aplicou-se a ANOVA one-way, seguido pelo teste de Tukey *post-hoc* por meio do programa PAST 2.01 (HAMMER et al., 2001).

Para verificar se há convergência florística entre as florestas jovens e a floresta madura foi avaliado o grau de similaridade florística entre as espécies arbóreas na cronossequência. Para

isso, foram realizadas: 1) uma análise de agrupamento utilizando o índice de similaridade de Jaccard e o método da ligação da média por grupo (UPGMA) (BROWER; ZAR, 1984); 2) análise de componentes principais (PCA), técnica de análise multidimensional linear, cujo objetivo é ordenar os elementos de um conjunto em classes de elementos próximos ou similares e estabelecer o balanço de correlações entre variáveis originais utilizadas no estudo (JONGMAN et al., 1995); e 3) escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), uma técnica de ordenação, cujo cálculo é baseado em uma matriz de dissimilaridade ou de similaridade, na qual é calculada a distorção, ou *stress*, entre a matriz de similaridade e a ordenação produzida na representação gráfica dos eixos (CLARKE; WARWICK, 1994). Estes procedimentos foram realizados no programa PAST 2.01 (HAMMER et al., 2001). O valor da distorção varia de 0 até 1, um bom ajuste é produzido quando o *stress* se aproxima de 0. Logo, o *stress* é utilizado como uma medida do quanto a análise é adequada. Com base nas espécies arbóreas presentes nas cinco idades, foi elaborada uma matriz de presença/ausência para analisar se haveria espécies indicadoras para cada idade, empregando a análise TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis) (VALENTIM, 2000) utilizando o programa PC-ORD versão 4.0 (MCCUNE; MEFFORD, 1999). A opção por analisar apenas árvores ocorreu pelo fato de ser o hábito mais bem registrado nas cinco áreas.

### 3. Resultados

Na área de 5 anos, ocorreram 66 espécies e 42 famílias, sendo Myrtaceae e Melastomataceae as mais representativas. Na floresta de 16 anos de abandono, encontraram-se 75 espécies e 44 famílias, com maior representatividade de Fabaceae, especialmente as subfamílias Papilionoideae e Mimosoideae. Na área de 24 anos, ocorreram 88 espécies e 51 famílias, sendo Myrtaceae a de maior número de espécies. Na de 30 anos, com 75 espécies e 41 famílias, houve destaque para Myrtaceae e Fabaceae (Mimosoideae) pela maior riqueza de espécies. Na floresta madura, ocorreram 95 espécies e 52 famílias, com Myrtaceae, Sapindaceae e Rubiaceae, tendo o maior número de espécies (Fig. 2; Tabela 1).

Nos cinco fragmentos amostrados, foram registradas 198 taxa, 173 identificados no nível específico, 22 em nível de gênero e três em nível de família, distribuídos por 131 gêneros e 59 famílias (Tabela 1). Myrtaceae, Rubiaceae e Sapindaceae apresentaram maior riqueza de espécies.

O hábito arbóreo apresentou o maior número de famílias (43) e espécies (124). Dessas 124 espécies, 51 ocorreram nas quatro florestas jovens e 72 na floresta madura, e os dois grupos partilharam 43 espécies.

As famílias que apresentaram maior riqueza de árvores foram Myrtaceae e Fabaceae (Mimosoideae), com 15 e 10 espécies, respectivamente. Houve um aumento no número de espécies nas famílias Sapindaceae, Annonaceae, Myrtaceae e Fabaceae ao longo da cronossequência. Das 124 espécies arbóreas registradas nas florestas jovens e floresta madura, 15 espécies (12,9%) foram comuns a todas as idades (Tabela 1).

O hábito arbustivo apresentou 13 famílias e 39 espécies. Melastomataceae (5) e Rubiaceae (9) apresentaram o maior número de espécies do hábito arbustivo em todas as idades (Tabela 1). Houve uma redução do número de espécies de Melastomataceae ao longo da cronossequência. *Clidemia capitellata* estava presente em todas as florestas jovens. *Psychotria barbiflora* e *Erythroxylum citrifolium* foram encontradas nas florestas jovens com idades mais avançadas (16, 24 e 30 anos) e na floresta madura. A única espécie arbustiva que foi encontrada em todas as florestas jovens e floresta madura foi *Miconia albicans* (Tabela 1).

No grupo das ervas, foram registradas 12 famílias e 19 espécies, sendo 11 nas áreas com 5 anos, duas espécies na de 16 anos, quatro espécies na de 24 anos, e duas espécies na floresta de 30 anos e duas na madura (Tabela 1). Na floresta com 5 anos foi marcante a presença de Asteraceae e Euphorbiaceae, especialmente frequentes nas áreas ensolaradas. *Heliconia psittacorum* e *Heliconia* sp. ocorreram nas florestas jovens com idades mais avançadas, 30 anos e 24 anos, respectivamente, e em áreas mais sombreadas. As duas espécies herbáceas da floresta madura (*Cissampelos* sp. e *Diodia* sp.), foram mais comuns em espaços com dossel mais aberto.

Entre as trepadeiras, foram registradas nove famílias e 16 espécies. Na floresta de 5 anos ocorreram quatro espécies, na de 16 anos seis espécies, na de 24 anos seis espécies, 30 anos duas espécies e floresta madura seis espécies (Tabela 1). As famílias com maior riqueza de espécies foram: Dilleniaceae (quatro) e Sapindaceae (quatro). Ao contrário das formas de crescimento arbóreas e herbáceas acima apresentadas, não foi possível identificar um padrão para as trepadeiras. A epífita do tipo hemiparasita *Psittacanthus dichrous* pertencente à Loranthaceae foi encontrada apenas na floresta jovem de 5 anos.

**Tabela 1** – Espécies registradas em quatro fragmentos de florestas jovens (5, 16, 24 e 30 anos) e uma de floresta madura. Usina São José, município de Igarassu. ARO – Arbóreo, TRE – Trepadeira, ARB – Arbusto, ERV – Erva, EPI - Epífita. Florestas jovens (FJ5 = 5 anos, FJ16 = 16 anos, FJ24 = 24 anos, FJ30 = 30 anos) e Floresta Madura (FM). \* planta arbórescente, com porte semelhante a árvore.

<b>Espécie</b>	<b>Hábito</b>	<b>FJ5</b>	<b>FJ16</b>	<b>FS24</b>	<b>FS30</b>	<b>FM</b>
<b>Anacardiaceae</b>						
<i>Anacardium occidentale</i> L.	ARO				X	
<i>Mangifera indica</i> L.	ARO		X			
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	ARO		X	X	X	X
<b>Annonaceae</b>						
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	ARO		X			
<i>Annona salzmannii</i> A.DC.	ARO					X
<i>Guatteria cf. australis</i> A. St.-Hil.	ARO					X
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	ARO					X
<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	ARO	X	X			X
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	ARO	X	X	X	X	
<b>Apocynaceae</b>						
<i>Condylocarpon</i> sp.	TRE		X			
<i>Himathanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	ARO	X	X	X	X	X
<i>Rauvolfia grandiflora</i> Mart. ex A.DC.	ARB		X	X		
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	ARO					X
<b>Araliaceae</b>						
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	ARO	X	X	X	X	X
<b>Arecaceae</b>						
<i>Acrocomia sclerocarpa</i> Mart.*	ARO	X	X	X	X	
<i>Bactris ferruginea</i> Burret*	ARO					X
<i>Desmoncus</i> sp.	TRE					X
<i>Elaeais guineensis</i> Jaquim *	ARO	X		X	X	
<b>Asteraceae</b>						
<i>Conocliniopsis prassifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	ARB					X
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E. Walker.	ARB	X				
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	ERV	X				
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	ERV	X				
<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski	ARB		X	X		
<b>Boraginaceae</b>						
<i>Tournefortia candidula</i> (Miers) I.M. Johnst.	ARB		X			

<b>Burseraceae</b>						
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	ARO	X	X	X	X	X
<b>Cecropiaceae</b>						
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	ARO	X	X	X	X	X
<b>Celastraceae</b>						
<i>Maytenus distichophylla</i> Mart. ex Reissek	ARO		X	X		X
<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	ARO	X				X
<b>Chrysobalanaceae</b>						
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	ARB	X		X	X	X
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	ARO	X				
<b>Clusiaceae</b>						
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	ARO	X				X
<i>Rheedia gardneriana</i> Blanch. & Triana	ARO					X
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	ARO		X			
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	ARO	X	X	X	X	
<b>Cochlospermaceae</b>						
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	ARO		X	X		
<b>Combretaceae</b>						
<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A.Howard	ARO				X	X
<b>Convolvulaceae</b>						
<i>Jacquemontia glaucescens</i> Choisy.	TRE	X				
<b>Dilleniaceae</b>						
<i>Davilla aspera</i> (Aubl.) Benoist	TRE		X			
<i>Davilla</i> sp.	TRE					X
<i>Tetracera breyniana</i> Schltld.	TRE		X	X		
<i>Tetracera</i> sp.	TRE	X				
<b>Ehretiaceae</b>						
<i>Cordia multispicata</i> Cham.	ARB				X	
<i>Cordia nodosa</i> Lam.	ARB				X	X
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	ARO				X	
<i>Cordia superba</i> Cham.	ARO					X
<b>Erythroxylaceae</b>						
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	ARB		X	X	X	X
<i>Erythroxylum mucronatum</i> Sw.	ARB			X		
<b>Euphorbiaceae</b>						
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	ARO			X		
<i>Croton</i> sp.	ARO				X	
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	ERV	X				
<i>Microstachys corniculata</i> (Vahl) Griseb.	ERV	X				
<b>Fabaceae – Caesalpinoideae</b>						
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	ARO	X	X		X	



<i>Bauhinia</i> sp.	ARO				X	
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	ARO					X
<i>Senna georgica</i> H.S. Irwin & Barneby	ARB		X		X	
<i>Senna quinquangulata</i> (L.C.Rich.) H.S.Irwin & Barneby	ERV		X			
<i>Swartzia pickelii</i> Killip ex Ducke	ARO	X	X		X	
<b>Fabaceae – Mimosoideae</b>						
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomez) Barneby & Grimes	ARO	X				X
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip.	ARO		X	X	X	
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) F. Muell.	ARO			X	X	
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	ARO	X	X			X
<i>Inga flagelliformes</i> (Vell.) Mart.	ARO		X			
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.	ARO			X	X	
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	ARO		X	X	X	X
<i>Inga</i> sp.	ARO					X
<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	ARO		X		X	X
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	ARO				X	
<b>Fabaceae – Papilionoideae</b>						
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	ARO		X			
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	ARO					X
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	ARO	X	X	X	X	X
<i>Desmodium axillare</i> (Sw.) DC.	ERV			X		
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	ERV	X				
<i>Dioclea virgata</i> (L.C.Rich.) Amshoff	TRE	X				
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	ARO			X	X	X
<i>Machaerium salzmannii</i> Benth.	ARO		X			
<i>Stylosanthes scabra</i> J. Vogel	ARB	X				
<b>Heliconiaceae</b>						
<i>Heliconia psittacorum</i> L.	ERV				X	
<i>Heliconia</i> sp.	ERV			X		
<b>Hernandiaceae</b>						
<i>Sparattanthelium botocudorum</i> Mart.	ARB			X	X	X
<b>Humiriaceae</b>						
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Benth.	ARO					X
<b>Lamiaceae</b>						
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	ERV	X				
<b>Lauraceae</b>						
<i>Ocotea gardneri</i> (Meissn.) Mez	ARO					X
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	ARO		X	X	X	
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	ARO					X

<i>Ocotea limae</i> Vattimo	ARO					X
<b>Lecythidaceae</b>						
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Gustavia augusta</i> L.	ARO			X	X	
<i>Lecythis pisonis</i> (Cambess.) Miers.	ARO					X
<b>Loganiaceae</b>						
<i>Strychnos bahiensis</i> Krukoff & Barneby	ARB		X			
<i>Strychnos</i> sp.	ARB				X	X
<b>Loranthaceae</b>						
<i>Psittacanthus dichrous</i> (Mart.) Mart.	EPI	X				
<b>Malpighiaceae</b>						
<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Stigmaphyllon blanchetii</i> C.E. Anderson	ERV				X	
<b>Malvaceae</b>						
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	ARO		X	X	X	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Pers.	ARO			X		
<i>Luehea paniculata</i> Mart.	ARO			X		X
<i>Sida rhombifolia</i> L.	ERV	X				
<b>Melastomataceae</b>						
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D.Don.	ARB	X	X	X	X	
<i>Clidemia hirta</i> Cong.	ARB	X				
<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	ARO	X	X			X
<i>Miconia albicans</i> (Benth.) Triana	ARB	X	X	X	X	X
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	ARB	X	X	X		X
<i>Miconia minultiflora</i> (Bonpl.) DC.	ARO	X	X	X	X	
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	ARO			X	X	
<i>Miconia</i> sp.	ARB			X	X	
<b>Meliaceae</b>						
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	ARO			X		
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	ARO					X
<b>Menispermaceae</b>						
<i>Cissampelos</i> sp.	ERV					X
<b>Monimiaceae</b>						
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	ARO		X	X	X	
<b>Moraceae</b>						
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	ARO		X	X	X	
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	ARO	X	X	X	X	X
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	ARO		X	X	X	X
<b>Myristicaceae</b>						
<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	ARO		X			
<b>Myrsinaceae</b>						
<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	ARO		X	X	X	X

**Myrtaceae**

<i>Calyptranthes brasiliensis</i> Spreng.	ARO			X		X
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg)Mattos	ARO	X	X	X	X	X
<i>Eugenia florida</i> DC.	ARO			X		
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	ARO	X			X	X
<i>Eugenia umbrosa</i> O.Berg	ARO					X
<i>Eugenia</i> sp.	ARO	X		X		X
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	ARO		X			X
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Myrcia racemosa</i> Barb. Rodr.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey.) DC.	ARO	X	X	X		X
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	ARO		X	X	X	
<i>Myrcia</i> sp.	ARO	X			X	
<i>Myrciaria ferruginea</i> O.Berg	ARO					X
<i>Psidium guajava</i> L.	ARO			X		
<i>Psidium guineense</i> Sw.	ARO	X	X	X	X	

**Nyctaginaceae**

<i>Guapira laxa</i> (Netto) Furlan	ARO		X			
<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	ARO				X	X
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	ARO					X
<i>Neea</i> sp.	ARO					X

**Ochnaceae**

<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	ARO					X
--	-----	--	--	--	--	---

**Olacaceae**

<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.	ARB		X			X
<i>Ximenia americana</i> L.	ARO	X				

**Passifloraceae**

<i>Turnera ulmifolia</i> L.	ERV	X				
-----------------------------	-----	---	--	--	--	--

**Peraceae**

<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	ARO		X			X

**Piperaceae**

<i>Piper arboreum</i> Aublet	ARB			X		X
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	ARB			X		

**Poaceae**

<i>Urochloa fusca</i> (Sw.) B.F. Hansen & Wunderlin	ERV			X		
--	-----	--	--	---	--	--

**Polygonaceae**

<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	ARO			X	X	X
--------------------------------	-----	--	--	---	---	---

**Ranunculaceae**

<i>Clematis dioica</i> L.	TRE			X		X
---------------------------	-----	--	--	---	--	---

**Rhamnaceae**

<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins.	ARO			X		
<i>Gouania</i> sp.	TRE					X

**Rubiaceae**

<i>Alseis pickelii</i> Pilg. & Schmale	ARO					X
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	ERV	X				
<i>Diodia apiculata</i> (Roem. & Schult.) K. Schum.	ERV			X		
<i>Diodia</i> sp.	ERV					X
<i>Genipa americana</i> L.	ARO	X				
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	ARB		X		X	X
<i>Posoqueria longiflora</i> Aubl.	ARO					X
<i>Posoqueria</i> sp.	ARO	X				
<i>Psychotria barbiflora</i> DC.	ARB		X	X	X	X
<i>Psychotria bracteocardia</i> (DC.) Müll. Arg.	ARB		X		X	
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.	ARB			X		
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	ARO			X		X
<i>Psychotria cf. deflexa</i> DC.	ARB					X
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.)	ARB		X			
<i>Psychotria</i> sp.	ARB				X	
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud	ERV	X				
<i>Sabicea grisea</i> Cham. & Schltdl.	TRE	X		X	X	
<i>Salzmannia nitida</i> DC.	ARB					X
Rubiaceae	ARB		X			

**Rutaceae**

<i>Ertela trifolia</i> (L.) Kuntze	ERV	X				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	ARO			X		

**Salicaceae**

<i>Banara brasiliensis</i> (Schott) Benth.	ARO			X		
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	ARO			X		
<i>Casearia javitensis</i> Humb., Bonpl. & Kunth	ARO			X	X	X
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	ARO	X		X	X	X
<i>Casearia</i> sp.	ARO				X	

**Sapindaceae**

<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., Cambess. & A.Juss.) Radlk.	ARO	X	X	X	X	X
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	ARO			X	X	X
<i>Cupania paniculata</i> Cambess.	ARO			X		
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	ARO	X	X	X	X	X

<i>Cupania revoluta</i> Radlk.	ARO		X	X	
<i>Cupania</i> sp.	ARO				X
<i>Paullinia pinnata</i> L.	TRE		X		X
<i>Paullinia trigona</i> Vell.	TRE	X		X	
<i>Serjania salzmanniana</i> Seem.	TRE		X		X
<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil) Radlk.	ARO	X	X	X	
<i>Talisia</i> sp.	ARO				X
Sapindaceae	TRE	X	X		
<b>Sapotaceae</b>					
<i>Pouteria grandiflora</i> (A.DC.) Baehni	ARO				X
<i>Pouteria peduncularis</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Baehni	ARO				X
<i>Pouteria</i> sp.	ARO				X
Sapotaceae	ARO		X		
<b>Simaroubaceae</b>					
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	ARO	X	X		X
<b>Solanaceae</b>					
<i>Solanum asperum</i> Rich.	ARB		X		
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	ARB	X		X	X
<i>Solanum</i> sp.	ARB	X			
<b>Verbenaceae</b>					
<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke .	ARB		X		
<i>Aegiphila vitelliniflora</i> Walpers.	ARB		X		
<i>Aegiphila</i> sp.	ARB	X			
<i>Lantana radula</i> Sw.	ARB	X		X	
<b>Violaceae</b>					
<i>Amphirrhox longifolia</i> (A.St.-Hil.) Spreng.	ARO		X		
<i>Paypayrola blanchetiana</i> Tul.	ARO	X			X
<b>Indeterminada 1</b>	ERV	X			
<b>Indeterminada 2</b>	ERV	X			

Foram observadas diferenças significativas em termos de número de espécies nos hábitos arbóreos e herbáceas entre as diferentes idades estudadas (Fig. 2). Houve uma tendência de aumento das espécies arbóreas e diminuição de ervas ao longo da cronossequência, onde a floresta madura apresentou o maior número de espécies ( $p=0,02$ ) em relação à jovem (5 anos). Aproporção de espécies do hábito arbustivo foi semelhante entre todas as idades, assim como as formas de crescimento epífita e trepadeira. Na cronossequência, outra tendência foi observada, em que a riqueza da forma de crescimento das herbáceas diminuiu em direção à floresta madura, onde a floresta do estágio inicial (5 anos) apresentou a maior proporção de

representantes, diferenciando-se das demais florestas estudadas ( $p < 0,01$ ) (Fig.2). Desta forma, pôde-se observar que a partir de 16 anos após o abandono a proporção das formas de crescimento apresentaram-se mais próximas da floresta madura.

No entanto, a análise do TWINSpan (Fig. 3) individualizou na divisão 1 (autovalor 0,9110), a área de floresta madura das florestas jovens. *Albizia polycephala*, *Artocarpus heterophyllus*, *Xylopia frutescens*, *Apeiba tibourbou* e *Vismia guianensis*, foram espécies arbóreas indicadoras das florestas jovens (Fig. 3), assim como a palmeira *Acrocomia sclerocarpa* que também foi comum nas florestas jovens. Na floresta madura foram encontradas espécies exclusivas de áreas com estádios mais avançados, como *Pogonophora schomburgkiana*, *Simarouba amara*, *Guatteria schomburgkiana*, *Maytenus distichophylla*, *Dialium guianense* e *Lecythis pisonis* (Fig. 3).

A análise NMDS aplicada para as espécies arbóreas na cronosequência revelou a formação de dois grupos, isolando a floresta madura (FM) (Fig. 4A). O valor de stress encontrado foi 0, o que corresponde a uma excelente ordenação, garantindo boa confiabilidade na interpretação dos resultados. A análise de agrupamento individualizou a floresta madura (FM) e dois grupos, um formado pelas florestas jovens de 5 (FJ 5) e 16 anos (FJ 16) de regeneração, com 46% de similaridade e um segundo formado pelas florestas jovens de 24 (FJ 24) e 30 anos (FJ 30), com 50% de similaridade (Fig. 4B). Os dois grupos compostos por florestas jovens (FJ 5 – FJ 16 e FJ 24 – FJ 30) diferiram da floresta madura quanto à composição florística com 28% de similaridade. Esse mesmo padrão também foi evidente nas análises de componentes principais (PCA) (Fig. 4C).

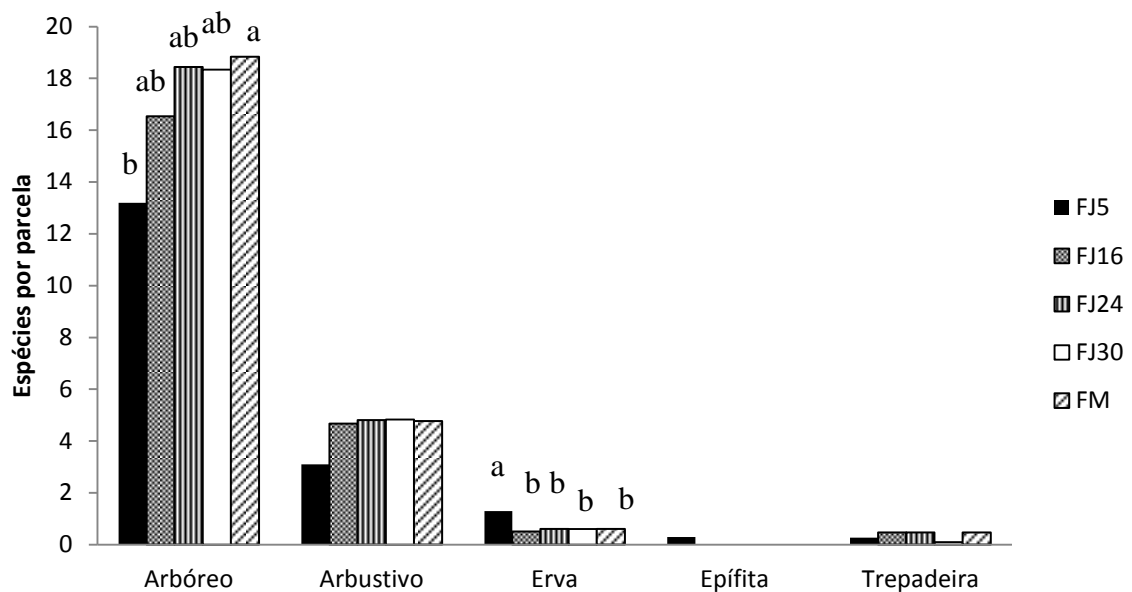


Figura 2. Média do número de espécies por parcela de diferentes hábitos de crescimento em quatro florestas jovens (5, 16, 24 e 30 anos) e uma floresta madura. Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco, Brasil. Letras iguais indicam que as médias dentro de cada hábito não diferem pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si. Florestas jovens (FJ5 = 5 anos, FJ16 = 16 anos, FJ24 = 24 anos, FJ30 = 30 anos) e Floresta Madura (FM).

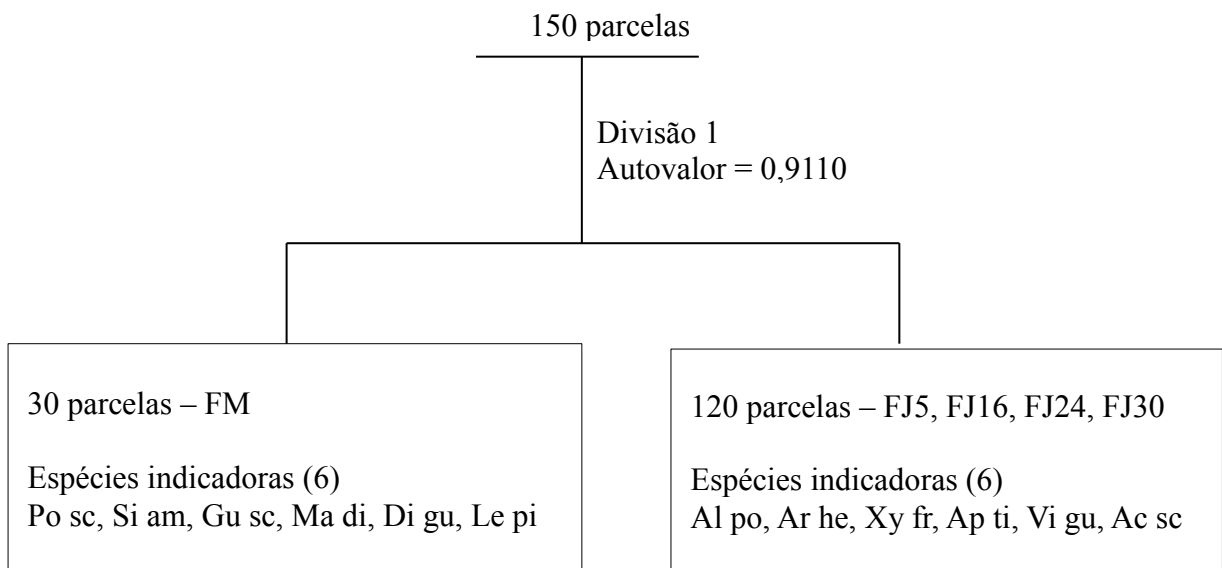


Figura 3. Esquema do TWISpan elaborado a partir de uma matriz de presença e ausência das espécies arbóreas nas florestas jovens (FJ5 = 5 anos, FJ16 = 16 anos, FJ24 = 24 anos, FJ30 = 30 anos) e Floresta Madura (FM) na Usina São José, município de Igarassu. Abreviaturas: Po sc: *Pogonophora schomburgkiana*; Si am: *Simarouba amara*; Gu sc: *Guatteria schomburgkiana*; Ma di: *Maytenus distichophyla*; Di gu: *Dialium guianense*; Le ps: *Lecythis pisonis*; Al po: *Albizia polycephala*; Ar he: *Artocarpus heterophyllus*; Xy fr: *Xylopia frutescens*; Ap ti: *Apeiba tibourbou*; Vi gu: *Vismia guianensis*; Ac sc: *Acrocomia sclerocarpa*.

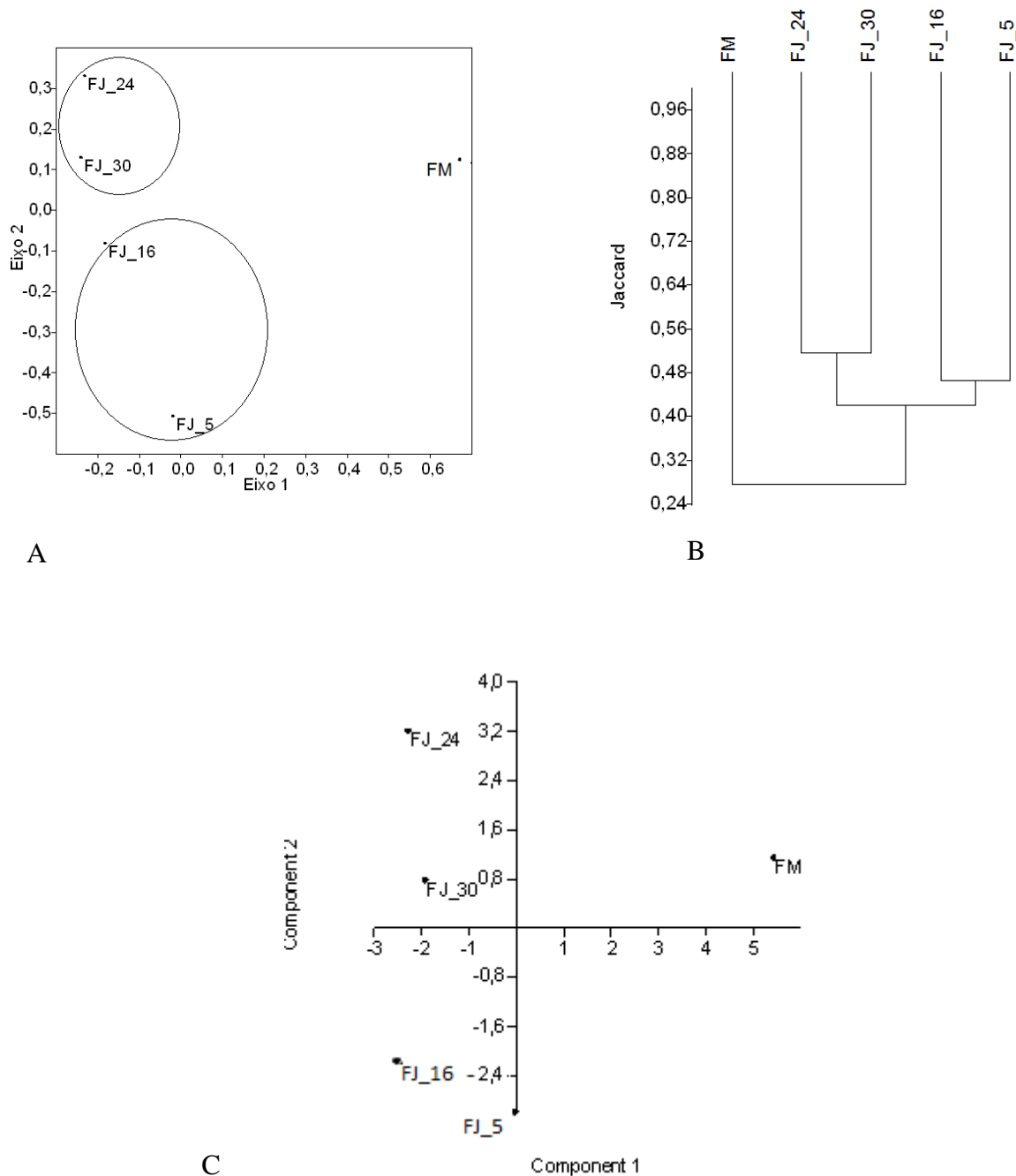


Figura 4. Análises multivariadas com base na presença e ausência de espécies arbóreas amostradas nas florestas jovens e floresta madura. Ordenação pelo método do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) (A), dendrograma de análise de agrupamento, obtida pelo índice de similaridade jaccard e método da ligação de média por grupo (B) e análise de componentes principais (C). Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ\_5 = 5 anos, FJ\_16 = 16 anos, FJ\_24 = 24 anos, FJ\_30 = 30 anos) e Floresta madura (FM).



#### 4. Discussão

As tendências observadas durante a cronossequência nos fragmentos na Usina São José revelam que na floresta mais jovem (5 anos) ocorreram diversas ervas de ciclo de vida curto e que houve um aumento do número de espécies arbóreas e decréscimo das ervas nos estádios mais avançados (16, 24, 30 e madura). Trata-se de um padrão observado em outros estudos de cronossequência (GÓMEZ-POMPA; VAZQUEZ-YANES, 1981; FINEGAN, 1996; TABARELLI; MANTOVANI, 1999; SPYREAS et al., 2012).

Pode-se perceber um avanço para um padrão mais típico de florestas maduras a partir de 16 anos após o abandono, em função do aumento das árvores e diminuição das herbáceas, mostrando a substituição direcional de formas de crescimento.

As pequenas árvores nas florestas jovens como *Xylopia frutescens*, *Vismia guianensis* e *Apeibatibourbou* ocorreram em todas as florestas jovens podendo ser consideradas indicadoras das florestas jovens. Tratam-se de espécies típicas de bordas e clareiras de florestas (ALVES JÚNIOR et al., 2006; GOMES et al., 2009), estando presentes nas florestas jovens em áreas ensolaradas (NASCIMENTO et al., 2012).

As espécies consideradas indicadoras da floresta madura estão de acordo com diversos autores (SIQUEIRA et al., 2001; ALVES JÚNIOR et al., 2006; GOMES et al., 2009), pois tratam-se de espécies com características semelhantes quanto ao habitat, sendo comuns no interior de florestas, locais mais sombreados.

Entre as famílias que apresentaram a maior riqueza de espécies arbustivas estavam Rubiaceae e Melastomataceae. Laska (1997) apontou a importância em riqueza e diversidade de arbustos dessas famílias estudando florestas jovens e maduras. Dentre as espécies arbustivas, *Miconia albicans* foi encontrada em toda a cronossequência. É uma espécie que necessita de muita luz para sua germinação e para o estabelecimento de novos indivíduos (VIRILLO, 2006). Além disso, é considerada uma espécie de formações secundárias, podendo se caracterizar como indicadora de ambientes alterados e possuindo a capacidade de colonizar ambientes com condições inóspitas (PEREIRA; ALVES, 2007). Diferentemente da espécie arbustiva citada anteriormente, *Erythroxylum citrifolium* foi encontrada em áreas sombreadas das florestas jovens e madura. Essa espécie foi registrada em maior quantidade no interior de florestas maduras em pesquisa realizada na área de estudo (GOMES et al., 2009).

As espécies que compõem o dossel de florestas jovens podem afetar a disponibilidade de luz e trajetórias sucessionais, apresentando efeitos potenciais nas mudanças sobre a

substituição das espécies (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001). Neste estudo pôde-se perceber que em trechos com dossel mais aberto da floresta jovem de 24 anos, formados por espécies como *Cecropia pachystachya* e *Miconia minutiflora*, ocorreu a presença de ervas como *Diodia apiculata* e *Urochloa fusca*, assim como em florestas maduras foram encontradas *Cissampelos* sp. e *Diodia* sp. em áreas mais abertas. As herbáceas como *Heliconia psittacorum* e *Heliconias* sp. vivem originalmente em locais sombreados ou úmidos (PAIVA, 1998), padrão que foi observado nesse estudo, assim como por Nascimento et al. (2012). Tais resultados indicam que a trajetória seguida pela sucessão pode depender das condições iniciais, mas também de eventos estocásticos e da intensidade dos distúrbios e ou perturbações, os quais podem influir no grau estrutural da recuperação da vegetação (PICKETT et al., 1987).

Os resultados de todas as análises multivariadas realizadas apontam a formação de dois grupos de florestas jovens (5 e 16 anos e outro de 24 e 30 anos), individualizando as florestas maduras. A literatura também aponta que a recuperação da florística de florestas jovens ocorre de forma lenta (GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; CHAZDON, 2003; CHAZDON et al., 2009). Apesar dessa dita lentidão, o fato de as florestas jovens e a floresta madura partilharem 43 espécies arbóreas, sendo 15 em todas as florestas, sugere que a composição florística das florestas jovens tende a convergir com a floresta madura, assim como registrado em diversos trabalhos realizados em florestas tropicais (CHAZDON et al., 2009; LETCHER; CHAZDON, 2009; NORDEN et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2012; 2014). Esse padrão também foi observado por Donato et al. (2012) analisando florestas temperadas jovens e madura dos Estados Unidos, tendo encontrado espécies de todos os estágios serais, semi-serais e clímax na vegetação inicial.

Embora a literatura cite diversos trabalhos que apontam para a convergência, sabe-se que há trabalhos que relatam divergência florística ao longo da cronossequência (TOLEDO et al., 2011; HARVEY; HOLZMAN, 2014). Autores como del Moral et al. (2010) argumentaram que isso pode se dever a maior ou menor similaridade de habitats e ou aos efeitos da paisagem.

Pode-se levantar a hipótese que a convergência florística e a forte influência da composição florística inicial na flora da cronossequência nos fragmentos na paisagem estudada pode estar relacionada com o fato daquela área apresentar mais de 24% cobertura vegetal, pois, de acordo com Andrén (1994), paisagens acima do limiar de 10-30% de

cobertura vegetal tendem a ter efeitos positivos sobre a persistência de espécies, levando a diferentes trajetórias de acordo com o tamanho e conectividade das manchas (permeabilidade do habitat que circunda os fragmentos).

## **5. Considerações**

A partir de 16 anos, as florestas jovens tenderam a convergir com a floresta madura em proporção de espécies arbóreas e herbáceas. A partilha de 43 espécies arbóreas entre as florestas jovens e maduras sugere que a composição florística das florestas jovens tende a assemelhar-se a da floresta madura, confirmando a ideia de convergência florística. A convergência florística pode ter sido influenciada pela paisagem da Usina São José, que possui 24% de cobertura vegetal, facilitando a persistência das espécies nos fragmentos estudados. Além da partilha de 43 espécies, houve 15 espécies que estavam presentes em todas as idades, suportando a hipótese de composição florística inicial, em que as espécies que participam da sucessão ao longo do tempo se estabelecem desde o início na área abandonada.

## **6. Agradecimentos**

À Usina São José/Grupo Cavalcanti Petribú por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa em sua propriedade; ao grupo de pesquisa do Laboratório de Fitosociologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela assistência em campo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa.

## 7. Referências bibliográficas

- ALVES JÚNIOR, F.T.; BRANDÃO C. F. L. S.; ROCHA, K.D.; MARANGON, L.C.; FERREIRA, R.L. C. Efeito de borda na estrutura de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Recife, PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1, p. 49-56, 2006.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v.71, p. 355-366, 1994.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- BOSSUYT, O.H.; HERMY, M. Evidence for community assembly constraints during succession in dune slack plant communities. **Plant Ecology**, v. 178, p. 201-209, 2005.
- BROWN, S.; LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, p.1-32, 1990.
- BROWER, J. E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2ªed. Iowa, W.C. Brown Company Publishes. 226 p., 1984.
- CHAZDON, R. L.; PERES, C. A.; DENT, D.; SHEIL, D.; LUGO, A. E.; LAMB, D.; STORK, N. E.; MILLER, S. E. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, p. 1406-1417, 2009.
- CHAZDON, R.L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Perspectives in Plant Ecology**, v.6, p. 51-71, 2003.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v.7, p. 195-218, 2012.
- CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, p. 144, 1994.
- CLEMENTS, F. E. **Plant succession: analysis of the development of vegetation**. Washington, D.C.: Carnegie Institute of Washington Publication, p. 242, 1916.
- CPRH (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente). **Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003.
- DEL MORAL, R.; SAURA, J.M.; EMENEGGER, J.N. Primary succession trajectories on a barren plain, Mount St. Helens, Washington. **Journal of Vegetation Science**, v. 21, p. 857-867, 2010.
- DENICH, M. **Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira**. Belém: Embrapa - CPATU/ GTZ, p. 283, 1991.

DENT, D. H.; DeWALT, S. J.; DENSLOW, J. S. Secondary forests of central Panama increase in similarity to old-growth forest over time in shade tolerance but not species composition. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, p. 530-542, 2012.

DONATO, D.C.; CAMPBELL, J.L.; FRANKLIN, J.F. Multiple successional pathways and precocity in forest development: Can some forests be born complex? **Journal of Vegetation Science**, v.23, p. 576-584, 2012.

EGLER, F. E. Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development. **Plant Ecology**, v. 4, p. 412-417, 1954.

FILGUEIRAS, T.S.; BROCHADO, A.L.; NOGUEIRA, P.E.; GUALA II, G.F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v.12, p. 39-43, 1994.

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

GOMES, J.S.; LINS-e-SILVA, A.C.B.; RODAL, M.J.N.; SILVA, H.C.H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de floresta atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v.60, p. 295-310, 2009.

GÓMEZ-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C., Successional studies of a rain forest in México. In: West, D.C., Shugart, H.H., Botkin, D.B. (Eds.), **Forest succession: concepts and application**. New York: Springer-Verlag, p. 246-266, 1981.

GUARIGUATA MR; CHAZDON RL; DENSLOW JS; DUPUY JM; ANDERSON L. Structure and floristic of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. **Plant Ecology**, v. 132, p.107-120, 1997.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.

GUREVITCH J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. **Ecologia vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 592, 2009.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleont Electronica* 4: 9p. [http://www.paleoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://www.paleoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

HARVEY, B. J.; HOLZMAN, B. A. Divergent successional pathways of stand development following fire in a California closed-cone pine forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, p. 88-99, 2014.

IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em Geociências, 1. Rio de Janeiro: IBGE. 91p. 1992.

JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGEREN, O. F. R., editors. **Data analysis in community and landscape ecology**, 2nd Edition. New York: Cambridge University Press, 299 p. 1995.

LASKA, M.S., Structure of understory shrub assemblages in adjacent secondary and old growth tropical wet forests, Costa Rica. **Biotropica**, v.29, p.29-37, 1997.

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

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. **PC-ORD version 4.0: Multivariate analysis of ecological data – users guide**. MjM Software Design. Glaneden Beach. 237 p. 1999.

MORI, S.A.; SILVA, L.A.M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau. 97p. 1989.

NASCIMENTO, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; LINS-e-SILVA, A.C.B. Secondary succession in a fragmented Atlantic Forest landscape: evidence of structural and diversity convergence along a chronosequence. **Journal of Forest Research**, p.1-13, 2014.

NASCIMENTO, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; LINS-e-SILVA, A.C.B. Natural forest regeneration in abandoned sugarcane fields in northeastern Brazil: floristic changes. **Biota Neotropica**, v. 12, p. 1-14, 2012.

NORDEN N.; CHAZDON R.L.; CHAO A.; JIANG Y.H.; VILCHEZ-ALVARADO B. Resilience of tropical rain forests: tree community reassembly in secondary forests. **Ecology Letters**, v. 12, p. 385-394, 2009.

PAIVA, W.O. **Cultura de helicônias**. Fortaleza: EMBRAPA\_CNPAT, p. 20, 1998. (Circular Técnica, 2).

PEREIRA, M.S.; ALVES, R. R. N. Composição florística de um remanescente da mata atlântica na área de proteção ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.1-11, 2007.

PICKETT, S.T.A.; COLLINS, S.L.; ARMETO, J.J. A hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. **Vegetatio**, v. 69, p. 109-114, 1987.

SILVA, M.A.M. **Efeito de borda na estrutura e na dinâmica espaço-temporal de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais na Universidade Federal Rural de Pernambuco. 91p., 2010.

SIQUEIRA, D. R.; RODAL, M. J. N.; LINS-e-SILVA, A. C. B.; MELO, A. L. Physiognomy, structure, and floristics in an area of Atlantic Forest in Northeast Brazil. Life forms and dynamics in tropical forests. Berlin, Stuttgart, J. Cramer Gebr. **Borntraeger Verlagsbuchhandlung**. [Links], p. 11-27, 2001.

SPYREAS, G.; MEINERS, S. J.; MATTHEWS, J. W.; MOLANO-FLORES, B. Successional trends in floristic quality. **Journal of Applied Ecology**. v. 49, p. 339-348, 2012.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v, 22, p. 217-223, 1999.

TRINDADE, M.B.; LINS-e-SILVA, A.C.B.; SILVA, H.P.; FILGUEIRA, S.B.; SCHESSL, M., Fragmentation of the Atlantic Rainforest in the northern coastal region of Pernambuco,

Brazil: recent changes and implications for conservation. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, p. 5-13, 2008.

VALENTIM, J.A. **Ecologia numérica: uma introdução a análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência. 117 p.2000.

VIRILLO, C. B. **Dinâmica e estrutura de populações de espécies lenhosas no Cerrado de Itirapina, SP**. Dissertação de Mestrado Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 114 p. 2006.

WHITTAKER, R.H. **Communities and ecosystems**. New York: Macmillan Publishing Co., 385 p. 1975.

**CAPÍTULO II**

**CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS E DIVERSIDADE FUNCIONALNA  
ASSEMBLÉIA DE PLANTAS AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM  
FLORESTA ATLÂNTICA**

**RESUMO**

A associação de características reprodutivas das espécies com os padrões de abundância em florestas tropicais em diferentes estádios de sucessão nos fornece um conhecimento fundamental para a compreensão dos processos de regeneração da floresta. Assim, este trabalho teve por objetivo descrever as características reprodutivas florais para determinar os sistemas de polinização e a diversidade funcional em uma cronossequência (5, 16, 24, 30 anos de idade após o abandono do cultivo de cana-de-açúcar) e uma floresta madura na floresta Atlântica de Pernambuco. Verificamos como as síndromes de polinização estão distribuídas entre as diferentes idades de regeneração da floresta. Nossa hipótese é que a diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração. Os levantamentos foram realizados em um total de 150 parcelas (equivalente a 1,5 ha), distribuídas em quatro florestas jovens com idades distintas regeneração e em uma floresta madura. Todas as espécies arbóreas registradas no levantamento foram distribuídas em três classes principais: biologia floral, sistemas sexuais e síndromes de polinização. Um total de 109 espécies e 1.945 indivíduos (40 famílias e 81 gêneros) foi registrado nas 150 parcelas amostradas. Espécies com flores diurnas, hermafroditas e que apresentam néctar como principal recurso aos polinizadores ocorreram em maior proporção em todas as florestas estudadas, independente da idade de abandono. De maneira geral a distribuição das características reprodutivas foi diferente entre as florestas jovens e a floresta madura. Houve tendências de aumento na proporção em direção à floresta madura, de algumas características reprodutivas, como flores do tipo tubo, flores pequenas, sistema sexual dióico e néctar. A síndrome de polinização predominante ao longo da cronossequência foi à melitofilia. A floresta de 24 anos apresentou as maiores proporções de espécies e indivíduos em todas as síndromes analisadas. Os resultados não corroboraram com a hipótese de que a diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas.

**Palavras-chave:** Biologia floral; Florestas jovens; Regeneração natural; Síndromes de polinização.



## **REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS AND FUNCTIONAL DIVERSITY IN ASSEMBLY PLANT ALONG A CHRONOSEQUENCE IN ATLANTIC FOREST**

### **ABSTRACT**

The association of reproductive characteristics with the patterns of abundance in tropical forests at different stages of succession provides us with a fundamental knowledge for the understanding of forest regeneration processes. This study aimed to describe the floral reproductive characteristics to determine the pollination systems and the functional diversity in a chronosequence (5, 16, 24, 30 years after the abandonment of cane sugar cultivation) and a mature forest in the Atlantic forest of Pernambuco. Verified as pollination syndromes are distributed among the different ages of the forest. Our hypothesis is that the functional diversity of pollination syndromes is influenced by the age of abandonment of forests. The surveys were conducted in a total of 150 plots (equivalent to 1.5 ha), distributed in four young forests with different ages after the abandonment of cultivation of cane sugar and in a mature forest. All tree species recorded in the survey were divided into three main classes: floral biology, sexual system and pollination syndromes. A total of 109 species and 1,945 individuals (40 families and 81 genera) was recorded in the 150 sampled plots. Of the 29 categories cited were recorded 28 species with daytime, hermaphroditic flowers and nectar that have as main resources for pollinators occurred more often in all the studied forests, regardless of age of abandonment. In general the distribution of reproductive characteristics differed between young forests and mature forest. There was an increase in the proportion of trends towards mature forest, some reproductive characteristics such as tube-type flowers, small flowers, dioecious sexual system and nectar. The predominant pollination syndrome was performed by the bees along the chronosequence. The 24-year forest had the highest proportions of all analyzed syndromes. There was no trend syndromes accumulation as was expected in the mature forest. Our results do not corroborate the hypothesis that the functional diversity of pollination syndromes is influenced by the age of abandonment of forests.

**Keywords:** Floral biology; Natural regeneration; Syndromes of pollination; Young forests.

## 1. Introdução

A regeneração florestal é um processo de sucessão secundária em nível de comunidade e de ecossistema sobre uma área que anteriormente era recoberta por floresta (WIRTH et al., 2009). No processo de sucessão secundária há uma progressão de estádios durante os quais florestas apresentam um enriquecimento gradual de espécies e um aumento em complexidade estrutural e funcional (TABARELLI; MONTAVANI, 1999; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; CHAZDON, 2012). À medida que a regeneração vai se desenvolvendo e diversificando, a disponibilidade de recursos aumenta atraindo uma grande variedade de pequenos e grandes animais, que se tornam visitantes regulares ou residentes nessas florestas (CHAZDON, 2012).

A associação entre os padrões de abundância de espécies vegetais em florestas tropicais em diferentes estádios de sucessão e suas características reprodutivas nos fornece um conhecimento fundamental para a compreensão dos processos de regeneração e as funções essenciais que os animais desempenham, por exemplo, na polinização (QUESADA et al., 2009; MAGNAGO et al., 2014).

Os sinais florais são importantes para a atração dos animais visitantes. Estes sinais se relacionam especialmente no modo como os visitantes percebem as flores e envolvem características tais como, tamanho, tipo floral, cor e liberação de odor (GRINDELAND et al., 2005; ROSSI, 2014). A forma e o tamanho são características florais que têm sido utilizadas nos estudos em nível de comunidade por revelarem implicações importantes, não apenas na relação planta-polinizador, mas também por influenciarem no sucesso reprodutivo da planta (BARBOSA, 1997). A morfologia floral pode tanto excluir visitantes quanto atrair potenciais polinizadores, seja pela relação interdependente entre o tamanho das flores e os polinizadores ou pela ocorrência de diferentes tipos de recompensas florais (MACHADO; LOPES, 2002).

Alguns dados empíricos mostram que mudanças nas comunidades de polinizadores durante a sucessão são impulsionadas pela estrutura e diversidade da vegetação (ALBRECHT et al., 2010; DEVOTO et al., 2012).

Assim, nos primeiros estádios sucessionais há dominância de espécies generalistas (p.ex. polinizadas por diversos pequenos insetos) (OPLER et al., 1980; CHAZDON et al., 2003; RAMIREZ et al., 2004). Enquanto nos estádios finais há maior complexidade florística

e estrutural, a proporção de especialização de atributos florais das espécies (p.e. polinizadas por morcegos, esfingídeos e outros mamíferos) aumenta, assim como a disponibilidade dos recursos (PARRISH; BAZZAZ, 1979; KOCH; SAHLI, 2013). Em geral, há uma tendência de acúmulo de síndromes de polinização ao longo da sucessão (CHAZDON et al., 2003; RAMIREZ et al, 2004; DEVOTO et al, 2012). Opler et al. (1980), por exemplo, ao estudar a sucessão secundária em floresta tropical da Costa Rica observaram que ao longo da sucessão houve um aumento de síndromes de polinização, onde no estágio inicial foram registradas espécies polinizadas pelo vento, pequenas borboletas, pequenas e médias abelhas e com o avanço sucessional foram registradas além dessas, outras três síndromes (cantarofilia, quiropterofilia e ornitofilia), apresentando proporções distintas de acordo com o estágio sucessional.

Recentemente, abordagens de síndromes de polinização têm sido analisadas sob o ponto de vista funcional (GIRÃO et al., 2007; LOPES et al., 2009), o que se torna ainda mais interessante quando associa essas informações com as comunidades sucessionais. A diversidade funcional quantifica uma gama de características funcionais dentro da comunidade permitindo avaliar como as características estão distribuídas dentro do espaço funcional (VILLÉGER et al., 2008; MAGNAGO et al., 2014).

Este trabalho tem por objetivo descrever as características reprodutivas florais para determinar os sistemas de polinização e a diversidade funcional em uma cronosequência (5, 16, 24, 30 anos de idade após o abandono do cultivo de cana-de-açúcar) e uma floresta madura na floresta Atlântica de Pernambuco. Verificamos como as síndromes de polinização estão distribuídas entre as diferentes idades da floresta. Nossa hipótese é que a diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Área de estudo e seleção das áreas**

Durante oito meses foram realizadas coletas semanais em quatro fragmentos jovens (5, 16, 24, 30 anos de regeneração) e um de floresta madura (mais de 60 anos) pertencentes à Usina São José (USJ), situada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, em domínio de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). A propriedade ocupa 270 km<sup>2</sup>, onde existem 202 manchas de vegetação nativa (Floresta Atlântica), sendo 96 áreas de floresta jovem e 106 remanescentes de floresta madura (TRINDADE et. al., 2008). Remanescentes florestais cobrem 24% da área da

usina, sendo o tamanho médio dos fragmentos de 61 ha, ocupando as áreas menos úteis para plantio, que são as íngremes e aos fundos dos vales (TRINDADE et al., 2008).

O clima local é tipo As' (quente e úmido), com temperatura média anual de 24,9°C, precipitação média de 1687 mm (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco – LAMEPE/ITEP). A formação geológica é do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, com solos predominantemente arenosos e relevo fortemente ondulado (CPRH, 2003).

As florestas jovens de 16 e 24 anos foram selecionadas por Nascimento et. al. (2014) a partir de fotografias aéreas das décadas de 60, 70, 80 e imagens de satélite de 2005. Adicionalmente, foram definidas mais duas áreas com tempos de abandono de 5 e 30 anos usando fotografias aéreas, a imagem acima citada e entrevistas com antigos moradores. A título de comparação foi selecionado uma área de floresta madura estudada por Silva (2010). É importante salientar que a floresta madura é aquela onde não temos como detectar, em função de fotografias e imagens de satélites disponíveis, e entrevistas com moradores, se houve intervenção humana anterior a 60 anos.

## **2.2. Coleta de dados**

### **2.2.1. Levantamento dos indivíduos arbóreos**

O levantamento foi realizado em um total de 150 parcelas (equivalente a 1,5 ha), distribuídas em quatro florestas jovens com diferentes idades de regeneração (5, 16, 24 e 30 anos) e em uma floresta madura. Em cada floresta, foram instaladas 30 parcelas permanentes de 10 × 10 m com 10 m de distância entre si, para amostragem dos indivíduos arbóreos com diâmetro do caule acima do peito (DAP) > 5 cm, medido a 1,30 m do solo.

As espécies amostradas foram identificadas com auxílio de especialistas e por comparações com coleções depositadas no Herbário Sergio Tavares (HST) e Dárdano de Andrade Lima (IPA). As exsicatas foram depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). A lista de espécies foi elaborada de acordo com a família e localidades de ocorrência. A classificação das famílias de Angiospermae seguiu as recomendações do APG III (2009).

### **2.2.2. Características reprodutivas de espécies arbóreas**

Todas as espécies registradas no levantamento foram distribuídas em duas classes principais das características reprodutivas: biologia floral e sistema sexual (Tabela 1). A partir dessas informações foram inferidas as síndromes de polinização, classificadas em: 1.

Quiropterofilia; 2. Melitofilia; 3. Ornitofilia; 4. Diversos pequenos insetos; 5. Esfingofilia; 6. Outros insetos (besouros, borboletas, moscas, vespas); 7. Anemofilia. Todas de acordo com Faegri e Van Der Pijl (1979). As informações foram baseadas em observações de campo, revisão abrangente de floras e monografias botânicas (por exemplo, Lorenzi, 2002; 2003; 2006; 2008), várias edições da Flora Neotropica, pesquisas na web, dados publicados e levantamento de espécimes nos Herbários UFP (UFPE) e PEUFR (UFRPE). A caracterização e a descrição das síndromes de polinização foram baseadas na análise de flores que foram coletadas e preservadas em álcool 70%.

A medição do tamanho da corola foi realizada após a reidratação de três flores, das quais foram medidas a altura da corola em flores do tipo goela, sino/funil, pincel e tubo e a largura da corola em todos os tipos de flores. Para a determinação do tamanho da corola nas categorias pré-estabelecidas, foram calculadas as médias das três medidas de altura e largura e a maior média entre as duas foi a utilizada para categorização (MACHADO; LOPES 2003; LOPES et al. 2009). Para cada parcela dos fragmentos estudados, calculou-se a proporção de espécies e indivíduos dentro das 28 categorias que compõem as três principais classes de características reprodutivas.

Tabela 1 – Classes de características reprodutivas analisadas para as espécies arbóreas em 150 parcelas em florestas jovens de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil.

<b>Características reprodutivas</b>	<b>Categorias</b>
1. Biologia Floral Tamanho	1. Inconspícuos ( $\leq 4$ mm); 2. Pequeno ( $\leq 10$ mm); 3. Média ( $> 10 \leq 20$ mm); 4. Grande ( $> 20 \leq 30$ mm); e 5. Muito grande ( $> 30$ mm).
Recursos	1. Néctar; 2. Óleo; 3. Pólen; 4. Néctar/ Pólen; 5. Outros (resina, tecidos florais e sem recurso).
Tipo floral	1. Estandarte; 2. Pincel; 3. Inconspícuo; 4. Disco; 5. Tubo; 6. Outros (sino, câmara, goela).
Período de antese	1. Noturno; 2. Diurno.
2. Sistema sexual	1. Dióica (incluindo todos os subtipos); 2. Hermafrodita (incluindo hermafroditas heterostflica); e 3. Monóica (incluindo todos os subtipos).

Classes reprodutivas adaptadas de Faegri e Van Der Pijl (1979).

### 2.3. Análise dos dados

A variação da proporção de espécies e indivíduos nas diferentes idades por características reprodutivas foi analisada utilizando a ANOVA one-way, seguido pelo teste de Tukey *post-hoc*. A fim de estabilizar a variância, os dados em porcentagens foram transformados em arco-seno  $\sqrt{x/100}$ .

Para avaliar a distribuição das características reprodutivas nas diferentes idades foi realizado o escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), com ordenações de todas as 150 parcelas usando a matriz de similaridade Gower de composição das características reprodutivas (KREBS, 1989).

Para verificar a hipótese, foi construída uma matriz com as espécies nas linhas e seus traços funcionais (síndromes de polinização) nas colunas. Para isso, foi utilizado a distância binária (PAVOINE et al., 2009), pois os dados foram qualitativos. Foi calculado o índice FD, que é semelhante ao PD (*Phylogenetic Diversity* de Faith (1992)), uma vez que ambos têm como base a soma do comprimento dos braços de dendogramas funcional e filogenético, respectivamente. Desta forma, as funções “ses.mpd” e “ses.mntd” do pacote “picante” (KEMBEL et al., 2010), são usadas para calcular PD, também foram usadas para calcular a FD.

## 3. Resultados

### 3.1. Características reprodutivas das espécies arbóreas

Um total de 109 espécies e 1.945 indivíduos (40 famílias e 81 gêneros) foram registrados nas 150 parcelas amostradas. Das 109 espécies estudadas, 70 delas foram coletadas e observadas em campo e as demais foram analisadas através de referências bibliográficas. Espécies e indivíduos com flores de antese diurna, hermafroditas e que apresentam néctar como principal recurso aos polinizadores ocorreram em maior proporção em todas as florestas estudadas (Tabelas 2 e 3).

De maneira geral, percebe-se que há mudanças nas características reprodutivas ao longo da cronossequência. As diferenças entre as florestas foram mais evidentes em termos de proporção de espécies (as florestas diferiram em 57,14%) do que em termos de indivíduos (52,38%) entre as características reprodutivas.

Quanto ao sistema sexual, o conjunto dos fragmentos analisados, o hermafroditismo foi mais frequente, havendo diferença significativa entre as idades em relação às espécies e

aos indivíduos. Para o sistema sexual dioico, houve aumento na proporção de espécies e indivíduos em direção à floresta madura (Tabela 2 e 3).

Avaliando os tipos florais, ao longo da cronosequência houve uma tendência de aumento de espécies do tipo floral tubo, havendo semelhança entre as florestas jovens com idades mais avançadas e a floresta madura, apresentando maiores proporções de espécies em relação à floresta mais jovem (Tabela 2).

Quanto à antese, percebeu-se que embora todas as florestas ao longo da cronosequência tenham sido dominadas por espécies com antese diurna, aquelas com antese noturna foram mais frequentes na floresta com 24 anos de regeneração. Sobre o tamanho floral, houve tendência de aumento da proporção de flores pequenas em direção à floresta madura (Tabelas 2 e 3).

O recurso mais abundante foi o néctar/pólen, com tendência de aumento na proporção de espécies que possuíam esse recurso ao longo da cronosequência (Tabela 2). Porém, em termo de indivíduos, apesar da diferença nas proporções entre as florestas, nenhum padrão foi encontrado (Tabela 3).

Em suma, a floresta do início da cronosequência (5 anos) foi dominada por espécies e indivíduos tendo características reprodutivas como hermafroditismo, flores do tipo estantarde, diurnas, de tamanho médio e espécies que ofertam o néctar e pólen como recursos. As florestas jovens com idades mais avançadas (24 e 30 anos) apresentaram algumas características semelhantes como antese diurna, flores hermafroditas, flores com tamanhos inconspícuo, com tipo floral outros, néctar e pólen foi o recurso mais abundante. Na floresta madura, a assembléia foi dominada por árvores tendo características reprodutivas como tipo floral disco, tamanho pequeno e maior proporção de diocia.

**Tabela 2** –Porcentagem de espécies arbóreas (Média±desvio-padrão)por características reprodutivas em florestas de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil.Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e Floresta madura (FM); N= número de espécies registradas.

Características reprodutivas (% espécies)	FJ 5 Média±DP	FJ 16 Média±DP	FJ 24 Média±DP	FJ 30 Média±DP	FM Média±DP	P
<b>Sistema sexual (N=88)</b>						
Hermafrodita	66,66±36,19ab	76,17±20,42a	65,21±17,58ab	61,17±15,95ab	55,39±15,37b	0,011
Dióico	15,84±32,48	19,67±33,06	19,38±31,50	25,99±25,99	34,31±36,14	0,191
Monóico	17,50±36,02	4,16±14,14	15,41±32,64	17,18±29,92	10,30±19,01	0,304
<b>Tipo Floral (N=87)</b>						
Pincel	11,40±27,18	10,05±14,48	5,30±10,85	5,43±11,90	5,0±12,77	0,438
Estandarte	42,00±38,00a	18,90±21,84b	19,20±16,54b	8,20±8,79b	15,2±21,42b	< 0,0001
Disco	5,00±13,54c	22,95±20,99b	16,48±15,10bc	16,07±17,23bc	38,21±28,63a	< 0,0001
Inconspicuo	17,00±31,71	7,40±14,52	7,80±11,95	9,80±17,10	24,00±8,33	0,075
Tube	8,9±17,48b	12,50±14,30ab	18,70±14,15ab	21,80±20,01a	22,15±20,90a	0,01
Outros	15,7±31,13b	28,20±19,51a	32,52±32,03a	38,70±34,19a	17,20±31,31b	0,016
<b>Antese (N=45)</b>						
Diurna	68,33±38,85ab	68,94±20,31ab	61,53±19,39b	73,51±20,38ab	80,30±20,38a	0,05
Noturna	31,67±36,85ab	31,06±20,31ab	38,47±19,39a	26,49±20,38ab	19,70±20,38b	0,05
<b>Tamanho Floral(N=83)</b>						
Inconspicuo	25,00±30,31ab	24,78±15,76a	36,57±18,85ab	43,07±20,13b	24,19±22,84ab	0,002
Pequeno	25,16±16,51	25,45±13,53	27,24±13,33	25,05±12,84	31,36±17,30	0,828
Médio	35,50±16,63	40,61±12,52	28,52±18,12	21,73±18,12	28,86±18,60	0,069
Grande	7,20±16,51	6,20±13,53	4,48±13,33	5,00±12,84	8,03±17,30	0,885
Muito Grande	6,64±16,63	2,96±12,52	3,19±12,65	5,15±18,12	7,56±18,60	0,809
<b>Recursos (N=59)</b>						
Néctar	13,22±21,11ab	32,72±31,25a	31,45±30,34ab	30,24±28,01ab	31,92±27,24b	0,041
Pólen	25,40±14,66a	19,62±11,32ab	7,77±4,49b	9,29±5,36b	13,44±7,76ab	0,014
Néctar/Pólen	30,16±37,36ab	16,83±18,48a	41,27±28,74b	32,85±20,55ab	37,55±28,97b	0,012
Óleo	18,55±22,50a	12,94±12,69ab	9,11±13,23ab	9,20±13,75ab	7,25±11,38b	0,043
Outros	12,67±23,40	17,89±12,49	10,40±15,27	18,42±19,95	9,84±16,01	0,182

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si.



**Tabela 3** –Porcentagem de indivíduos arbóreos (Média±desvio-padrão) por características reprodutivas em florestas de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e Floresta madura (FM); N= número de indivíduos registrados.

Características reprodutivas (% indivíduos)	FJ 5 Média±DP	FJ 16 Média±DP	FJ 24 Média±DP	FJ 30 Média±DP	FM Média±DP	P
<b>Sistema sexual (N=1746)</b>						
Hermafrodita	64,05±36,71b	82,97±17,23a	62,50±23,89b	56,07±20,18b	57,67±15,82b	< 0,0001
Dióico	25,88±39,34ab	10,30±20,92b	24,94±30,82ab	33,84±36,94a	36,09±35,50a	0,026
Monóico	10,07±28,62	8,73±19,20	12,56±22,56	10,09±19,74	6,24±19,06	0,865
<b>Tipo Floral (N=1667)</b>						
Pincel	8,16±21,67	7,90±13,88	7,20±14,47	8,40±8,68	7,30±18,05	0,998
Estandarte	32,70±42,03	23,50±20,03	23,60±21,08	20,20±24,50	23,80±30,15	0,561
Disco	5,94±17,17b	18,56±19,02c	13,85±17,93bc	10,28±8,00bc	40,72±24,89a	< 0,0001
Inconspicuo	38,2±45,30ab	26,80±27,07ab	41,00±39,00ab	42,60±41,53a	15,10±23,93b	0,024
Tube	6,30±17,37	2,70±10,93	10,30±16,51	8,52±8,93	7,90±19,32	0,389
Outros	8,70±19,67b	20,50±19,51a	4,05±12,84b	10,00±8,08ab	5,18±13,00b	< 0,0001
<b>Antese (N=1246)</b>						
Diurna	77,99±33,49ab	71,98±23,80ab	64,98±22,82b	67,37±29,69b	88,30±12,00a	0,004
Noturna	22,01±33,49ab	28,02±23,80ab	35,02±22,82ab	32,63±29,69a	11,70±12,00b	0,004
<b>Tamanho Floral (N=1928)</b>						
Inconspicuo	58,92±35,40	60,16±33,57	54,18±22,27	54,77±22,85	52,03±18,34	0,772
Pequeno	10,21±20,89	12,00±29,48	17,03±20,44	20,42±29,60	23,80±32,53	0,224
Médio	14,33±30,40	16,24±30,40	14,79±27,92	19,26±27,92	18,24±29,28	0,953
Grande	12,11±26,33	7,66±20,11	8,71±8,53	3,72±8,53	3,33±9,42	0,298
Muito Grande	4,43±14,73	2,89±6,28	5,29±12,94	1,83±5,24	2,60±9,55	0,707
<b>Recursos (N=1245)</b>						
Néctar	31,26±34,32	29,78±31,31	36,67±27,72	32,08±34,72	27,56±28,80	0,855
Pólen	17,15±31,42a	14,78±15,24a	5,23±13,95b	6,04±16,63b	17,56±20,45a	0,042
Néctar/Pólen	13,26±25,02b	16,45±20,74b	43,67±29,71a	49,03±29,08a	25,73±29,83b	< 0,0001
Óleo	26,93±31,73a	6,06±9,66b	9,80±20,04b	4,14±16,50b	15,13±21,22ab	0,0004
Outros	11,40±23,72b	32,93±35,64a	4,63±13,71b	8,71±14,55b	14,02±13,78b	0,023

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Houve mudança na ocorrência das síndromes ao longo da regeneração em relação às espécies ornitófilas e anemófilas (Fig. 1). Foi encontrada apenas uma espécie ornitófila na floresta de 16 anos. Espécies anemófilas foram registradas nas florestas jovens de 5, 24 e 30 anos, estando ausentes na floresta jovem de 16 anos e na floresta madura. As demais síndromes de polinização ocorreram em toda cronosequência, porém em proporções diferentes nas idades distintas. A floresta madura apresentou menor número de síndromes, que as demais florestas.

A síndrome de polinização com maior representatividade foi a melitofilia, estando presente em toda cronosequência, tanto em número de espécies como de indivíduos (Fig. 1). Em seguida veio à polinização por diversos pequenos insetos e outros insetos (besouros, borboletas e moscas).

Em relação às espécies com polinização mais especializada (morcegos e esfingídeos) foram encontradas diferenças entre as florestas, porém com alguns padrões. As espécies polinizadas por esfingídeos obtiveram maiores proporções nas florestas com 24 e 30 anos (Fig. 1A). Já em termos de indivíduos, não houve diferença significativa entre as diferentes florestas (Fig. 1B).

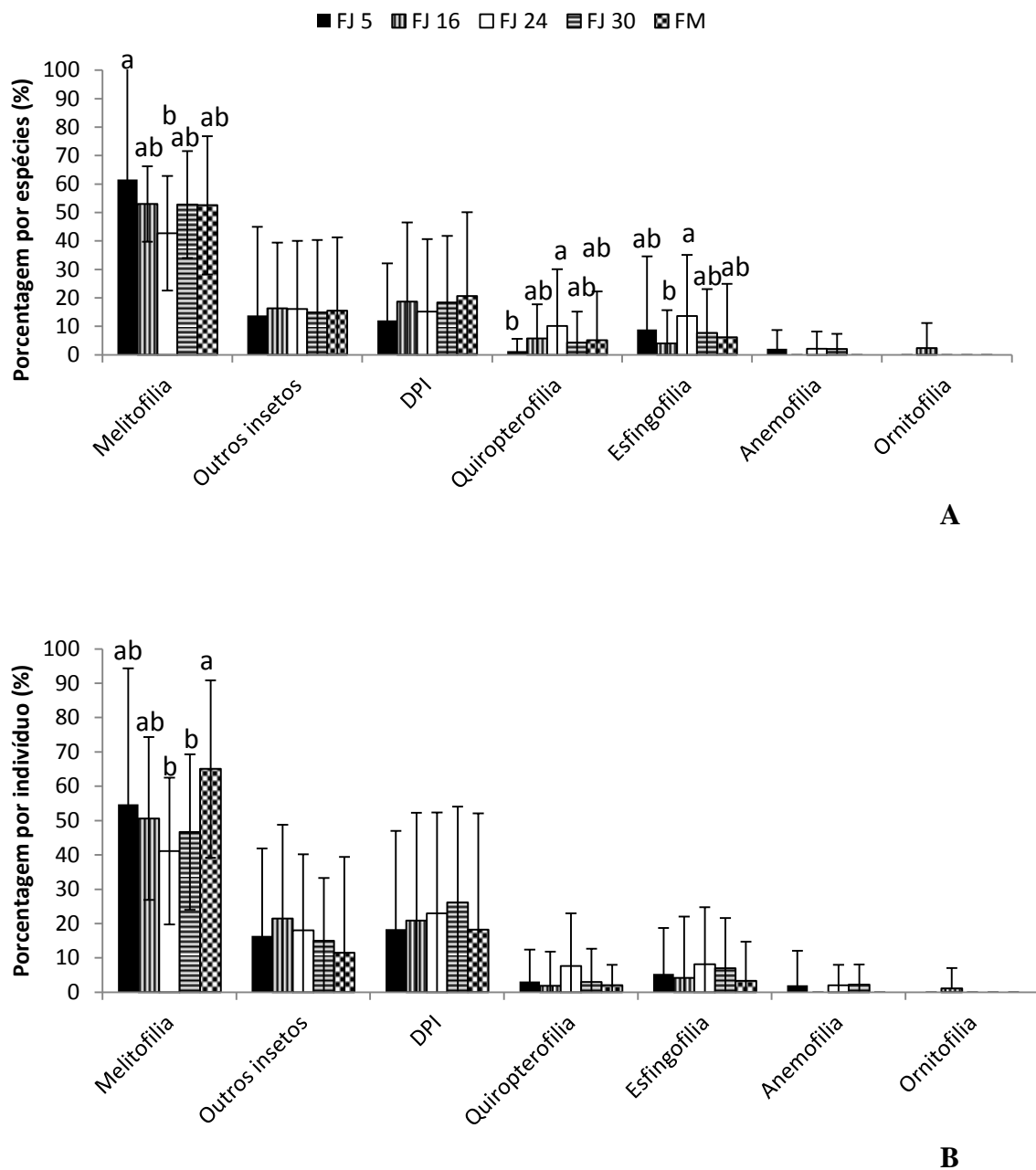


Figura 1 – Percentagem (Média±Desvio-padrão) de espécies arbóreas(A) e indivíduos(B) nas categorias de síndromes de polinização em florestas de diferentes idades e floresta madura na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = cinco anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e Floresta madura (FM). Desvio-padrão para cada floresta é representado por barras. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

### 3.2. Similaridade e diversidade funcional das características reprodutivas

A análise NMDS aplicada para as características reprodutivas das florestas de 5, 16, 24 e 30 anos e madura, revelou a formação em relação as espécies de dois grupo (Fig. 2A). O primeiro grupo foi composto pela floresta madura (FM) e a floresta jovem de 16 anos (FJ 16) e o segundo grupo foi formado pelas florestas jovens de 30 (FJ 30) e 24 anos (FJ 24), isolando a floresta de cinco anos (FJ5). Quanto à similaridade das características em termos de indivíduos também foram formados dois grupos, o primeiro com as florestas jovens de 16 e 30 anos e o segundo grupo formado pela floresta madura e a floresta de 24 anos, isolando também a floresta de cinco anos (Fig. 2B). Estes padrões foram bem apoiados por baixos níveis de estresse de 0,07 (espécies) e 0 (indivíduos) (Figs. 2A e B).

A diversidade funcional não foi influenciada pela idade de regeneração, observando-se pelo índice FD que não houve significância entre as diferentes idades (Tabela 4).

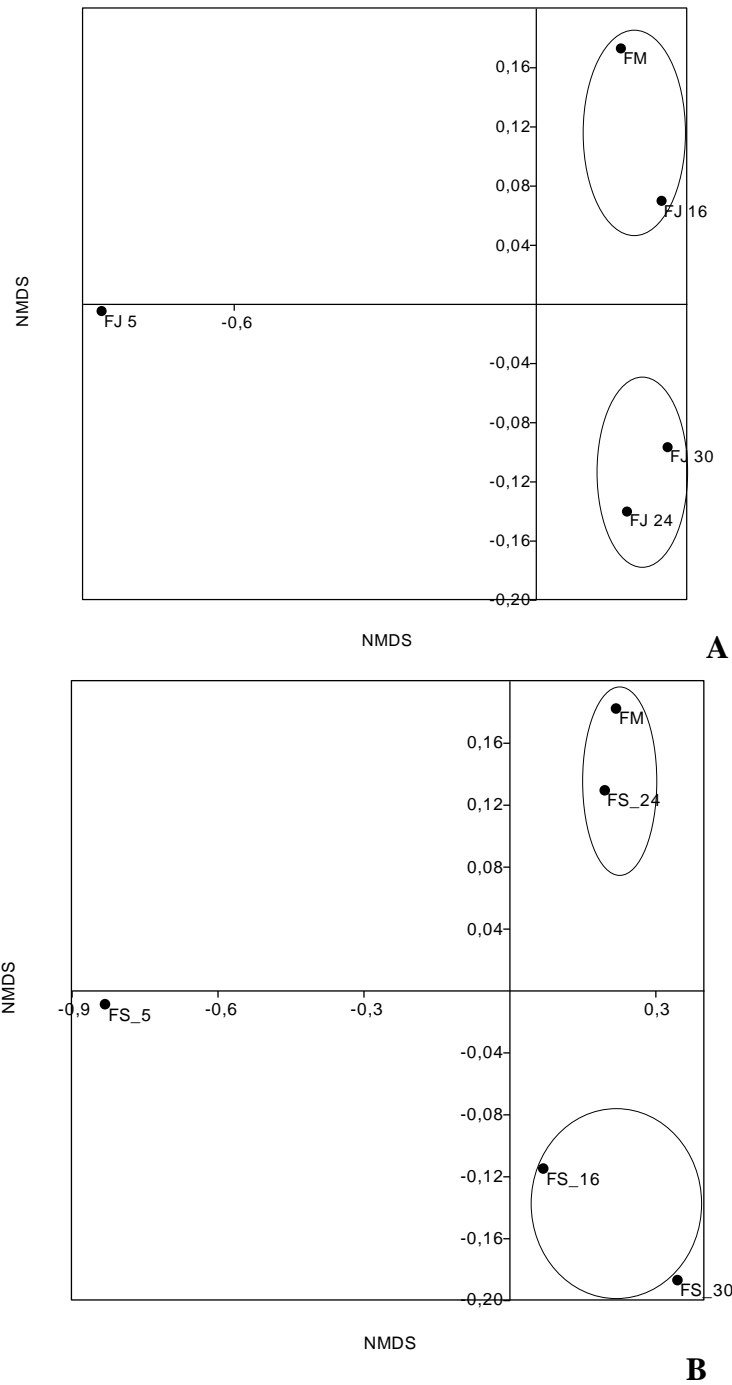


Figura 2 - Ordenação pelo método do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) das florestas jovens e floresta madura com base na semelhança nas características reprodutivas em termos de (A) espécies e (B) indivíduos na Usina São José, Igarassu, PE, Brasil. Florestas jovens (FJ 5 = 5 anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e Floresta madura (FM).

Tabela 4 - Diversidade funcional (Z valor) de síndromes de polinização para as áreas com diferentes idades ao longo da cronossequência. Florestas jovens (FJ 5 = 5 anos, FJ 16 = 16 anos, FJ 24 = 24 anos, FJ 30 = 30 anos) e Floresta madura (FM). Valores de  $p < 0,05$ .

	Áreas	Z valor	P valor
<b>FD</b>	FJ 05	0,79	0,75
	FJ 16	0,20	0,59
	FJ 24	0,18	0,58
	FJ 30	0,06	0,53
	FM	-0,69	0,26

#### 4. Discussão

A Floresta Atlântica da Usina São José com diferentes idades (5, 16, 24 e 30 anos após o abandono da cana-de-açúcar e floresta madura) é caracterizada por espécies com predominância de flores diurnas, de tamanho inconspícuo, hermafroditas e espécies que disponibilizam néctar como principal recurso atrativo aos polinizadores. No entanto, as florestas não possuem o mesmo padrão, onde algumas características reprodutivas mudam com as diferentes idades de regeneração.

Essas mudanças foram observadas tanto em nível de espécie como de indivíduo. A predominância do hermafroditismo em todas as idades da cronossequência, o que também foi descrita por Rossi (2014) ao estudar uma cronossequência variando de 2-80 anos após o abandono de cultivos agrícolas, em áreas de Floresta Ombrófila densa no Paraná. Padrão semelhante também foi relatado por Chazdon et al. (2003), ao estudar diferentes estádios em floresta tropical no nordeste da Costa Rica. Nos fragmentos florestais no Nordeste da Floresta Atlântica, sistemas hermafroditas ocorreram em maior proporção em florestas jovens que em florestas conservadas (GIRÃO et al., 2007; LOPES et al., 2009). O aumento na proporção da dioicéia ao longo da cronossequência encontrada no presente estudo, mostra que as espécies com sistemas sexuais mais especializados tendem a ocorrerem maiores proporções nos estádios mais tardios, tendência também observada por Chazdon et al. (2003). Quesada et al. (2009) relataram que a dioicéia apresenta-se ausente ou ocorre em menores proporções nas fases iniciais da regeneração que em florestas maduras. Isso se deve ao fato de que a dioicéia é comum em espécies arbóreas (BARRET, 1998).

O aumento de flores do tipo floral tubo na cronossequência encontrada no presente estudo, indica acréscimo de flores com recurso menos acessível e mais especializadas, como observado também por Lopes et al. (2009) que compararam áreas de interior da floresta madura com áreas de florestas jovens. De forma semelhante, Girão et al. (2007) encontraram menores proporções de espécies do tipo floral tubo em áreas fragmentadas em comparação com áreas do interior da floresta. Diferentemente, Rossi (2014) não observou diferença na proporção das flores do tipo tubo ao longo da cronossequência. Esse aumento na proporção de espécies com flores com morfologia floral mais especializada é uma vantagem para a planta, pois acarreta em maior eficiência na polinização e promove fidelidade dos polinizadores, com consequente aumento no fluxo de pólen (JOHNSON; STEINER, 2000) e desestimula ou impede o acesso aos recursos florais por outros animais (pilhadores ou polinizadores pouco eficientes) que não os agentes de polinização mais eficientes (AIGNER, 2004).

Nas florestas jovens com 16 e 24 anos, ocorreram as maiores proporções de espécies com antese noturna, polinizadas por morcegos e/ou esfingídeos, como por exemplo, *Inga cayennensis*, *Lingoides*, *Himatanthus phagedaenicus* e *Paypayrola blanchetiana*. Essas espécies polinizadas por animais noturnos geralmente possuem flores com cores brancas, esverdeadas ou pálidas, abertura crepuscular a noturna, emissão de odores adocicados e produção de néctar (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1980; BAWA, 1990).

Em grande parte das florestas aqui analisadas, o néctar foi o recurso que predominou, apresentando maiores proporções na floresta madura, como era esperado, pois a maioria dos grupos polinizadores são consumidores de néctar (ENDRESS, 1994). De um modo geral, o néctar é o recurso mais frequente nos ecossistemas brasileiros, seguido de pólen (OLIVEIRA; GIBBS, 2000; MACHADO; LOPES, 2004; GIRÃO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; TAVARES, 2011).

As florestas de diferentes idades tiveram o predomínio da melitofilia com 40% das síndromes registradas, padrão também observado por Ramirez (2004) ao estudar diferentes estádios sucessionais em Floresta tropical da Venezuela. As abelhas são as principais mantenedoras da reprodução vegetal nas florestas tropicais, pois conseguem utilizar grande variedade de recursos das flores e visitar grande diversidade de tipos florais (BAWA, 1990, RAMIREZ; BRITO 1992, MARTINS; BATALHA, 2007; KIMMEL et al., 2009; TAVARES, 2011; SILVA et al., 2012).

Ramirez (2004), estudando síndromes de polinização ao longo da sucessão em floresta tropical na Planície Central da Venezuela, observou diferenças na frequência de polinização, tendo a vegetação do estágio intermediário maiores proporções de espécies polinizadas por abelhas, outros insetos e aves que as demais idades. Na cronosequência estudada na Usina São José a floresta de 24 anos obteve maiores proporções de espécies esfingófilas e quiropterófilas. Ramirez (2004) encontrou maiores proporções de espécies quiropterófilas em florestas maduras, diferentemente do presente estudo. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que estágios sucessionais intermediários podem conter a maior riqueza de espécies, com espécies pioneiras e secundárias coabitando a mesma área (TOWNSEND et al., 2010).

Diferente do que era esperado, não houve aumento de síndromes de polinização ao longo da cronosequência analisada. Aspecto este, que se diferencia do que foi encontrado por Opler et al. (1980), ao estudar uma cronosequência em floresta tropical da Costa Rica. Outro padrão observado foi o pequeno número de espécies quiropterófilas, esfingófilas e ornitófilas. Isso pode ser reflexo da degradação da vegetação analisada, uma vez que em vegetação conservada de Floresta Atlântica a polinização por esses vetores bióticos acontece com uma frequência maior (MACHADO; LOPES, 2004; GIRÃO et al., 2007; LOPES et al., 2009).

Os grupos formados por florestas jovens com idades mais avançadas e floresta madura e o isolamento da floresta de 5 anos, indicam que a floresta do estágio inicial apresentou diferença das características reprodutivas, tanto em nível de espécies como de indivíduos. Isso pode ser explicado pelo fato de que as áreas mais jovens apresentaram menos espécies arbóreas que as demais áreas.

A diversidade funcional não aumentou ao longo da cronosequência. Dessa forma, este trabalho não confirma a hipótese de que a diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas. Este padrão difere do relatado por Lopes et al. (2009) onde a diversidade funcional foi maior em áreas de interior de florestas conservadas do que em áreas de florestas jovens, embora o índice de diversidade que eles usaram tenha sido diferente. É possível que a floresta madura também seja uma floresta secundária em um estágio mais avançado floristicamente, embora funcionalmente semelhante com às demais. Já a floresta conservada estudada por Lopes et al. (2009) apresenta um conjunto completo de grupos ecológicos que ocorrem em vastas áreas intocadas de Mata Atlântica.



## **5. Considerações finais**

As diferentes idades apresentam diferenças em grande parte das características reprodutivas estudadas (5, 16, 24, 30 anos e floresta madura). De modo geral, as maiores diferenças foram entre a floresta de 5 anos e as demais. Houve tendências de aumento na proporção em direção à floresta madura de algumas características reprodutivas, como flores do tipo tubo, flores pequenas, sistema sexual dióico e produção de néctar/pólen. A síndrome de polinização predominante foi melitofilia ao longo da cronossequência e as síndromes mais especializadas foram encontradas em maiores proporções nas florestas jovens de 24 e 30 anos.

Não houve tendência de maior número de síndromes na floresta madura como era esperado. Mas, ao contrário, ela apresentou o menor número de síndromes. Os resultados não corroboraram a hipótese de que a diversidade funcional de síndromes de polinização é influenciada pela idade de regeneração das florestas.

Infelizmente, são poucos os estudos que têm abordado as mudanças das características reprodutivas de plantas em florestas secundárias (GIRÃO et al., 2007; LOPES et al., 2009; ROSSI, 2014), o que indica a necessidade de mais pesquisas em termos de características reprodutivas e diversidade funcional em florestas da região.

## **6. Agradecimentos**

À Usina São José/Grupo Cavalcanti Petribú por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa em sua propriedade; ao grupo de pesquisa do Laboratório de Fitossociologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela assistência em campo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa.

## 7. Referências

- AIGNER, P.A. Floral specialization without trade-offs: optimal corolla flare in contrasting pollination environment. **Ecology**, v. 85, p. 2560-2569, 2004.
- ALBRECHT, M.; RIESEN, M.; SHMID, B. Plant–pollinator network assembly along the chronosequence of a glacier foreland. **Oikos**, v. 119, p. 1610–1624, 2010.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.
- BARBOSA, A. A. **Biologia reprodutiva de uma comunidade de Campo Sujo, Uberlândia – MG**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. p.180, 1997.
- BARRETT, S.C.H. The evolution of mating strategies in flowering plants. **Elsevier Science**, v. 3, p. 335-341, 1998.
- BAWA, K.S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p.399-422, 1990.
- CHAZDON, L.R.; CAREAGA, S.; WEBB, C.; VARGAS, O. Community and phylogenetic structure of reproductive traits of woody species in wet tropical forests. **Ecological Monographs**, v. 73, p. 331–348, 2003.
- CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v.7, p. 195-218, 2012.
- CPRH (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente). **Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003.
- DEVOTO, M.; BAILEY, S.; CRAZE, P.; MEMMOTT, J. Understanding and planning ecological restoration of plant-pollinator networks. **Ecology Letters**, v. 15, p. 319-328, 2012.
- ENDRESS, P.K. **Diversity and evolutionary biology of tropical flowers**. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. Pergamon Press, Oxford, 1979.
- GIRÃO, L. C.; LOPES, A. V.; TABARELLI, M.; BRUNA, E. M. Changes in tree reproductive traits reduce functional diversity in a fragmented Atlantic Forest landscape. **Plos One**, v. 2, p. 908, 2007.
- GRINDELAND J. M.; SLETVOLD N. N.; IMS R. A. Effects of floral display size and plant density on pollinator visitation rate in a natural population of *Digitalis purpurea*. **Functional Ecology**, v. 19, p. 383-390, 2005.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 185-206, 2001.
- IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em Geociências. IBGE: Rio de Janeiro, 2012.
- JOHNSON, S.D.; STEINER, K.E. Generalization versus specialization in plant pollination systems. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, p.140-143, 2000.

- KEMBEL, S. W. COWAN, P.D.; HELMUS, M.R.; CORNWELL, W.K.; MORLON, H.; ACKERLY, D.D.; BLOMBERG, S.P.; WEBB, C.O. Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology. **Bioinformatics**, v.26, p. 1463-1464, 2010.
- KIMMEL, T.M.; NASCIMENTO, L.M.; PIECHOWSKI, D.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; GOTTSBERGER, G. Pollination and seed dispersal modes of woody species of 12-year-old secondary forest in the Atlantic Forest region of Pernambuco, NE Brazil. **Flora**, v. 205, p.540-547, 2009.
- KOCH, J. B.; SAHLI, H. F. Patterns of flower visitation across elevation and successional gradients in Hawai'i. **Pacific Science**, v. 67, p. 253-266, 2013.
- LOPES, A.V.; GIRÃO, L.C.; SANTOS, B.A.; PERES, C.A.; TABARELLI, M. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic Forest fragments. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1154-1165, 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas Arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1. Instituto Plantarum, Nova Odessa, 2002.
- MACHADO, I. C. S.; LOPES, A. V. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.(orgs.). **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana, pp. 583-596. 2002.
- MACHADO, I.C.S.; LOPES, A.V. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, v.94, p. 365–376, 2004.
- MACHADO, I.C.S.; LOPES, A.V. Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga. In I.R.: LEAL; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 515-563.
- MAGNAGO, L.F.S.; EDWARDS, D.P.; EDWARDS, F.A.; MAGRACH, A.; MARTINS, S.V.; LAURANCE, W.F.; BELLINGHAM, P. Functional attributes change but functional richness is unchanged after fragmentation of Brazilian Atlantic forests. **Journal of Ecology**, v. 102, p. 475-485, 2014.
- MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in Cerrado woody species of the Upper Taquari Region (Central Brasi). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, p. 543-552, 2007.
- NASCIMENTO, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N.; LINS-e-SILVA, A.C.B. Secondary succession in a fragmented Atlantic Forest landscape: evidence of structural and diversity convergence along a chronosequence. **Journal of Forest Research**, p.1-13,2014
- OLIVEIRA, J.L.; QUIRINO, Z.G.M.; GADELHA NETO, P.C.; ARAÚJO, A.C. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, v. 22, p. 83-94, 2009.
- OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 195, p.311-329, 2000.
- OPLER, P.A.; BAKER, H.G.; FRANKIE, G.W. Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest ecosystems. **Biotropica**, v. 12, p. 40–46, 1980.
- PARRISH, J. A. D.; BAZZAZ, F. A. Difference in pollination niche relationships in early and late successional plant communities. **Ecology**, v. 60, p. 597-610, 1979.

PAVOINE, S.; VALLET, J.; DUFOUR, A.; GACHET, S.; DANIEL, H. On the challenge of treating types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. **Oikos**, v. 118, p. 391-402, 2009.

QUESADA, M., SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; ALVAREZ-ANORVE, M.; STONER, AVILA-CABADILLA, J. CALVO-ALVARADO, K. E. L.; CASTILLO, A.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; FAGUNDES, M.; FERNANDES, J.G.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; LAWRENCE, D. ; MORELLATO, L. P. C. ; POWERS, J. S.; NEVES, F. S.; ROSAS-GUERRERO, V.; SAYAGO, R.; SANCHEZ-MONTOYA. G. Succession and management of tropical dry forests in the Americas: Review and new perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.258, p.1014–1024, 2009.

RAMIREZ, N., Ecology of pollination in a tropical Venezuelan savanna. **Plant Ecology**.p.173, 171–189, 2004.

RAMIREZ, N.; BRITO, Y. Pollination biology in a palm swamp community in the Venezuela central plains. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 110, p. 277-302, 1992.

ROSSI, B.W. **Traços reprodutivos, padrões de montagem e sucessão florestal na floresta atlântica**. Dissertação de Mestrado em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.137p. 2014.

SILVA, J.B.S.; SILVA, L.B.; NASCIMENTO, L.G.S.; NASCIMENTO, A.L.B.; GERALDO JB MOURA, G.J.B; ARAÚJO, E.L. Status sucessional das florestas influenciam a frequência e diversidade de síndromes de polinização? **Natureza online**, v.10, p. 111-115, 2012.

SILVA, M.A.M. **Efeito de borda na estrutura e na dinâmica espaço-temporal de um fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais na Universidade Federal Rural de Pernambuco.91p. 2010.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 217-223, 1999.

TAVARES, A.C.M. **Atributos e visitantes florais e polinização em uma área de Floresta Ombrófila Densa Submontana do litoral norte de São Paulo**. Dissertação de Mestrado do Instituto de Biologia. 71p. 2011.

TOWNSEND, C.R.; M. BEGON; J.L. HARPER. Fundamentos em ecologia. Editora Artmed, São Paulo.576 p. 2010.

TRINDADE, M.B.; LINS-e-SILVA, A.C.B.; SILVA, H.P.; FILGUEIRA, S.B.; SCHESSL, M., Fragmentation of the Atlantic Rainforest in the Northern Coastal region of Pernambuco, Brazil: recent changes and implications for conservation. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2, p. 5-13, 2008.

VILLÉGER, S.; MASON, N.W.H.; MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. **Ecology**, v. 89, p. 2290–2301, 2008.

WIRTH, C., C.; MESSIER, Y.; BERGERON, D.; FRANK; FANKHÄNEL, A. Old-growth forest definitions: a pragmatic view. In: C. WIRTH, G. GLEIXNER; M. HEIMANN (Eds.): Old-growth forests: function, fate and value. **Springer, New York**. v. 207, p. 11-33, 2009.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na cronosequência estudada, a partir de 16 anos a composição florística das florestas jovens tendeu a convergir com a da floresta madura, assim como a em termos de proporção de formas de crescimento das espécies, havendo declínio de espécies herbáceas e enriquecimento de espécies arbóreas. A partilha de 43 espécies arbóreas entre as florestas jovens e maduras sugere que a composição florística das florestas jovens tende a assemelhar-se a da floresta madura, confirmando a ideia de convergência florística. A convergência florística pode ter sido influenciada pela paisagem da Usina São José, que possui 24% de cobertura vegetal, facilitando a persistência das espécies nos fragmentos estudados. Além da partilha de 43 espécies, 15 espécies estavam presentes em todas as idades, suportando a hipótese de composição florística inicial, em que as espécies que participam da sucessão ao longo do tempo estabelecem-se desde o início na área abandonada (ver capítulo I).

Apesar do enriquecimento de espécies arbóreas em direção à floresta madura, os resultados das características reprodutivas não corroboraram a hipótese de que a diversidade funcional e a distribuição das síndromes de polinização são influenciadas pela idade de regeneração das florestas. Assim, mesmo havendo uma recuperação florística ao longo da cronosequência, percebe-se que em termos de síndromes de polinização isso não ocorre.

Ao longo da cronosequência houve mudanças em grande parte das características reprodutivas estudadas. De modo geral, as maiores diferenças foram entre a floresta de 5 anos e as demais, o que pode ser explicado pela menor ocorrência de espécies arbóreas no estágio inicial da cronosequência. Observaram-se tendências de aumento na proporção de espécies e indivíduos em de algumas características reprodutivas em direção à floresta madura, como flores do tipo tubo, flores pequenas, sistema sexual dióico e néctar, características típicas de sistemas mais especializados de polinização (ver capítulo II).