

# Floristic gradient of the northeast Paraense secondary forests

Shirley Soares PRATA<sup>1</sup>, Izildinha de Souza MIRANDA<sup>2</sup>, Sérgio Augusto Oliveira ALVES<sup>3</sup>, Flavia cardoso FARIAS<sup>4</sup>, Fernando Cristovam da Silva JARDIM<sup>5</sup>

## ABSTRACT

This study describes a floristic gradient of secondary forest chronosequence in northeast of Pará State - Brazil, from 19 sites of different ages, evaluated in different years. We used density data and carried out regression analysis for richness, diversity, density, maximum relative density and equitability in relation to the age. We used the hierarchic grouping method of analysis and the Euclidean distance as dissimilarity measure, and applied a Principal Component Analysis (PCA) for confirming the groups. After defining the groups, we made an indicating species analysis (IndVal) on the same matrix used for the grouping analysis. We found a geographic gradient in the chronosequence analyzed and the species *Tapirira guianensis*, *Vismia guianensis*, *Inga alba*, *Lacistema aggregatum*, *Croton maturensis*, *Abarema jupunba*, *Inga rubiginosa*, *Guateria poepigiana* and *Thyrsodium paraense* to be indicators of the northeast Para (Brazil)-secondary forests analyzed in this study.

**Key Words:** Secondary forest, chronosequence, floristic gradient

## Gradiente florístico das florestas secundárias do Nordeste Paraense

### RESUMO

O presente estudo descreve um gradiente florístico de uma cronosequência de florestas secundárias do Nordeste Paraense, a partir de 19 sítios de diferentes idades, avaliados em diferentes anos. Foram usados os dados de densidade e realizada análise de regressão para riqueza, diversidade, densidade, densidade relativa máxima e equibilidade em relação à idade. Foi usado o método de análise de agrupamento hierárquico, sendo a distância euclidiana utilizada como medida de dissimilaridade e aplicada uma Análise de Componente Principal (PCA) para confirmação dos grupos. Após a definição dos grupos, foi feita a análise indicadora de espécies (IndVal) sobre a mesma matriz utilizada para análise de agrupamento. Encontrou-se um gradiente geográfico na cronosequência analisada e as espécies *Tapirira guianensis*, *Vismia guianensis*, *Inga alba*, *Lacistema aggregatum*, *Croton maturensis*, *Abarema jupunba*, *Inga rubiginosa*, *Guateria poepigiana* e *Thyrsodium paraense*, são indicadoras das florestas secundárias do Nordeste Paraense analisadas neste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Floresta secundária, Cronosequência, gradiente florístico

<sup>1</sup> Secretaria de Estado de Meio Ambiente - PA. E-mail: shirleyprata@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: izildinha@uol.com.br

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo. E-mail: sergioagrobio@ig.com.br

<sup>4</sup> Secretária de Estado de Meio Ambiente - PA. E-mail: cardosofarias@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: fernando.jardim@ufra.edu.br

## INTRODUÇÃO

Entre 1978 e 2001, o Estado do Pará contribuiu em média com 34% das florestas secundárias da Amazônia brasileira, embora tenha diminuído de 38% para 33% nesse período (Neeff *et al.* 2006). Sendo que a região Nordeste destaca-se por apresentar aproximadamente 50% de sua área coberta por florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais (Vieira *et al.* 2003).

São várias as causas desta situação: a implantação de monocultivos de grãos, a produção de carvão vegetal, a extração ilegal de madeira, a expansão pecuária, a abertura de estradas, a colonização de novas fronteiras e a agricultura de corte e queima (Nepstad *et al.* 1999). Segundo Kass e Somarriba (1999) em toda a América Latina, a agricultura de corte e queima é a mais tradicional atividade antrópica formadora de florestas secundárias. Essa atividade também é considerada a mais importante na região Nordeste do Pará (Tucker *et al.* 1998; Vieira *et al.* 2003), onde os pequenos fazendeiros deixam as áreas em pousio (período de regeneração florestal) após o ciclo agrícola para recuperação de matéria orgânica e nutriente do solo (Moran *et al.* 2000a).

A agricultura de corte e queima em áreas da floresta amazônica afeta a composição das espécies e conseqüentemente a densidade, estrutura e biomassa das florestas secundárias (Uhl *et al.* 1988; Lima *et al.* 2007), especialmente em área de colonização antiga, como é o Nordeste do Pará, onde a colonização iniciou no século 19, inúmeros ciclos agrícolas já ocorreram e são raras as florestas primárias que, em geral, são importantes fornecedoras de sementes para a regeneração florestal (Tucker *et al.* 1998). Também o histórico de uso da terra, nessas situações, pode influenciar fortemente as diferenças estruturais entre sítios dentro de uma mesma área e de áreas diferentes (Uhl *et al.* 1988; Moran *et al.* 2000b).

Vários estudos têm abordado para o neotrópico (Guariguata e Ostertag, 2001; DeWalt *et al.* 2003) e em especial para região amazônica, (Tucker *et al.* 1998; Lu *et al.* 2003; Saldarriaga *et al.* 1988; Uhl *et al.* 1988; Moran e Brondízio, 1998; Moran *et al.* 2000a; Mausel *et al.* 1993; Vieira *et al.* 2003), modelos sucessionais, que diferenciam os estágios da sucessão, através da idade da vegetação, média de altura e área basal, características fisionômicas e níveis de reflectância foliar, embora os autores destaquem que as características estruturais e fisionômicas das florestas secundárias sejam fortemente influenciadas pela composição florística.

As características fisionômicas e estruturais são muito úteis para o monitoramento através de sensoriamento remoto (Mausel *et al.* 1993; Tucker *et al.* 1998; Vieira *et al.* 2003; Neeff, 2005) no entanto, a composição florística é mais importante para o uso e manejo das florestas, que envolvem valores e práticas específicas ao conjunto de espécies existentes numa área.

Nesse contexto objetiva-se nesse estudo (1) estabelecer a relação entre a diversidade de espécies e as mudanças florísticas, (2) analisar o gradiente florístico existente numa cronosequência do Nordeste do Estado do Pará e (3) determinar espécies indicadoras de florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais do Nordeste do Estado do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O Nordeste do Estado do Pará abrange uma área total de aproximadamente 144.000 Km<sup>2</sup>, localizado entre as coordenadas 0° 33' a 5° 21' S e 46° a 49° 40' W (EMBRAPA, 1991). O clima da região apresenta segundo a classificação Köppen, dois tipos climáticos, ambos com temperaturas anuais superiores a 18°C, sendo o tipo climático predominate Af (Clima tropical chuvoso sem estação seca), apresentando temperatura média em torno de 26°C. Essa média de temperatura sempre elevada pode ser explicada pela proximidade da linha do equador e pela baixa altitude (EMBRAPA, 1991).

Nessa região ocorre predomínio de planícies litorâneas e ou tabuleiros e colinas; os solos são principalmente latossolo amarelo, latossolo vermelho-amarelo e latossolo vermelho. (EMBRAPA, 1991).

A vegetação original era a Floresta Pluvial Equatorial, porém, atualmente essa vegetação se resume em pequenos fragmentos, embora a região também apresente fragmentos de florestas secundárias em estágio bem avançado da sucessão, que muitas vezes se confunde com as florestas primárias.

### COLETA DE DADOS

Foram usados os dados de densidade (indivíduos/área) de artigos publicados, originários de levantamentos florísticos de 19 sítios de diferentes idades, realizados em diferentes anos e com base em diferentes métodos (Tabela 1). Usar dados já publicados pode gerar vários problemas devido às diferenças metodológicas, mas pode também gerar alguns padrões ecológicos interessantes (Neeff, 2005) Para amenizar esse problema a densidade usada foi inicialmente padronizada para indivíduos/hectare para todas as áreas.

## MÉTODOS DE ANÁLISES

Para análise da flora foram usados os parâmetros de densidade relativa ( $DR = n_i/N*100$ , onde  $n_i$  é o número de indivíduos da espécie  $i$ ;  $N$  = número total de indivíduos levantados na área) e frequência relativa ( $Fr = j/k*100$ , onde  $j$  = número de áreas onde a espécie ocorre;  $k$  = número total de parcelas). Destaques foram dados às espécies que apresentaram grandes concentrações de indivíduos em uma só área ( $DR_{máxima}$ ). A similaridade florística entre as áreas

**Tabela 1** - Localização e características das áreas estudadas no nordeste paraense. TMA = Temperatura Média Anual, LA = Latossolo Amarelo e LAV = Latossolo Amarelo e Vermelho.

Código	Localização	Idade (anos)	Área (ha)	Clima	solo	Referência
TAU50	Santo Antônio de Tauá	50	0,8	Af, TMA 26°C	LA, arenoso	Prata (2007)
BRA 15	Bragança	15	0,18	Equatorial super- úmido, TMA 26°C	LAV com textura muito argilosa e arenosa	Carim (2004)
BRA 40	Bragança	40	1,5	Equatorial super- úmido, TMA 26°C	LAV com textura muito argilosa e arenosa	Carim (2004)
PB/NT 40	Peixe-Boi e Nova Timboteua	40	0,25	Am, TMA 26°C	LAV	Vieira (1996)
PB/NT 20	Peixe-Boi e Nova Timboteua	20	0,25	Am, TMA 26°C	LAV	Vieira (1996)
PB/NT 10	Peixe-Boi e Nova Timboteua	10	0,25	Am, TMA 26°C	LAV	Vieira (1996)
PB/NT 5	Peixe-Boi e Nova Timboteua	5	0,25	Am, TMA 26°C	LAV	Vieira (1996)
CAST 4	Castanhal	4	0,04	TMA 24-27°C	LA, arenoso/pedregoso	Araújo <i>et al.</i> (2005)
CAST12	Castanhal	12	0,04	TMA 24-27°C	LA, arenoso/pedregoso	Araújo <i>et al.</i> (2005)
BEN 8	Benevides	8	0,4	Afi, TMA 25°	LA com textura média	Pantoja <i>et al.</i> (1997)
SFP70	São Francisco do Pará	70	0,05	Am, Tropical super- úmido, TMA 25°C	LA com textura média	Almeida e Vieira (2001)
SFP40	São Francisco do Pará	40	0,05	Am, Tropical super- úmido, TMA 25°C	LA com textura média	Almeida e Vieira (2001)
SFP20	São Francisco do Pará	20	0,05	Am, Tropical super- úmido, TMA 25°C	LA com textura média	Almeida e Vieira (2001)
SFP10	São Francisco do Pará	10	0,05	Am, Tropical super- úmido, TMA 25°C	LA com textura média	Almeida e Vieira (2001)
SFP6	São Francisco do Pará	6	0,05	Am, Tropical super úmido, TMA 25°	LA com textura média	Almeida e Vieira (2001)
BRA50	Bragança	50	1	Af, TMA 26°C	LA, distrofico	Melo (2004)
MART50	Marituba	50	1	Af, TMA 26°C	LA, distrofico	Melo (2004)
MART33	Marituba	33	1	Af, TMA 26°C	LA, distrófico	Santana <i>et al.</i> (2004)
BRA30	Bragança	30	1,5	Af, TMA 26°C	solos ácidos de boa drenagem	Alvino <i>et al.</i> (2005)

foi analisada através do índice de Jaccard segundo McCune e Grace (2002).

Foram utilizados três índices de diversidade: (1) Riqueza de espécies ( $S$ ), que representa o número de espécies na área; (2) o índice de Shannon-Weaver ( $H' = \sum p_i * \ln(p_i)$ , onde:  $p_i = n_i/N$ ,  $n_i$  = número de indivíduos\* $ha^{-1}$  da espécie,  $N$  = número total de indivíduos\* $ha^{-1}$  existente na área), que é amplamente utilizado por sua simplicidade e por possuir duas propriedades intrínsecas: (a)  $H' = 0$ , se e somente se a amostra tiver apenas uma espécie; (b)  $H'$  alcança o valor máximo quando todas as espécies forem igualmente abundantes; e (3) a equibilibidade ( $E = H'/H'_{max}$ , onde:  $H'_{max} = \ln(S)$ ,  $S$  = número de espécies na área), que expressa a relação entre a diversidade encontrada e o máximo valor que pode alcançar. Todos esses índices

assumem que todas as espécies foram incluídas na amostragem (Magurran, 1988). Para verificar a relação entre diversidade e idade foi realizada uma regressão linear simples.

Para estabelecer o gradiente florístico que ocorre na cronosequência foi usado o método de análise de agrupamento hierárquico, aglomerativo e politético sobre o  $\log(n+1)$ , sendo  $n$ , a densidade das espécies, que ocorreram em pelo menos três sítios estudados (171 espécies). A distância euclidiana foi usada como medida de dissimilaridade. O dendrograma foi produzido usando o método de Ward (McCune e Grace, 2002) e os grupos foram definidos subjetivamente. Uma Análise de Componente Principal (PCA) foi aplicada para confirmação dos grupos. Segundo Newbery (1991) a PCA

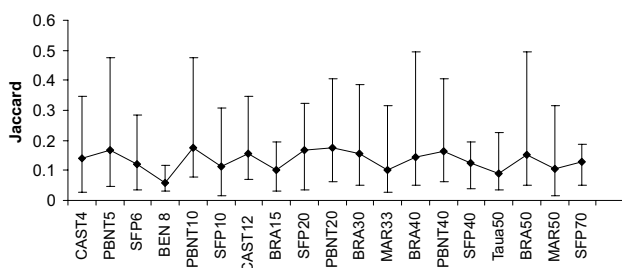
é recomendada para sítios onde existe a dominância de uma ou poucas espécies.

Após a definição dos grupos, foi usada uma análise indicadora de espécies (IndVal), Dufrêne e Legendre (1997), sobre a mesma matriz usada para a análise de agrupamento. O método combina o grau de especificidade de uma determinada espécie para cada um status ecológico e sua fidelidade ao status, assumindo que dois ou mais grupos, *a priori* estabelecidos, existem e que as abundâncias das espécies foram tomadas em cada uma das áreas. O IndVal considera as densidades e frequências das espécies dentro dos grupos e repartições pré-estabelecidos. O IndVal varia de 0 a 100 e o IndVal<sub>max</sub> é o maior valor alcançado pela espécie nas várias repartições apresentadas no dendrograma. A significância estatística do IndVal foi avaliada usando o teste de randomização de Monte Carlo, com 500 repetições aleatórias e nível de significância de 5%. A hipótese nula é que IndVal<sub>max</sub> não é maior que os valores casuais (ou seja, que as espécies não têm nenhum valor indicador).

## RESULTADOS

A matriz de densidade das espécies por área apresentou 496 espécies, pertencentes a 198 gêneros e 64 famílias. 228 espécies ocorreram em apenas uma área e 97 espécies ocorreram em duas áreas. Assim, a similaridade média entre as áreas foi muito baixa ( $J_{\text{médio}} = 0,134 \pm 0,087$ ) (Figura 1). As maiores similaridades ocorreram entre áreas de uma mesma localidade e entre idades mais próximas, como PBNT5 e PBNT10 ( $J = 0,477$ ), PBNT20 e PBNT40 ( $J = 0,405$ ) e BRA40 e BRA50 ( $J = 0,494$ ).

As espécies com as maiores médias de densidade relativa também apresentaram as maiores frequências (tabela 2). Contudo, existem algumas espécies com média de densidade relativa alta, mas com frequência baixa (*Connarus angustifolius*, *Myrcia bracteata*, *Myrcia cuprea*, *Maprounea guianensis*, *Ocotea guianensis*, *Pouroma guianensis* e *Virola sebifera*) ou espécies com alta frequência e baixa média de densidade relativa (*Inga*



**Figura 1** - Média máxima e mínima dos coeficientes de Jaccard para cada área analisada. Matriz de similaridade com 496 espécies. Códigos das áreas segue a Tabela 1.

**Tabela 2-** Densidade relativa (DR) e frequência (FR) das espécies mais importantes das florestas secundárias do Nordeste paraense. m = média; dp = desvio padrão; DRmax = valor máximo de DR; n = 19 áreas.

Espécies	DR + dp	DRmax	FR
<i>Lacistema pubescens</i> Mart	6.998 ± 12.582	43.491	63
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl) Chorsy	5.670 ± 6.858	20.954	74
<i>Croton matourensis</i> Aubl	4.279 ± 5.134	15.060	63
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	2.494 ± 2.186	7.831	90
<i>Rollinia exsucca</i> (DC. Ex Dunal) A. DC	2.397 ± 3.802	12.821	47
<i>Myrcia sylvatica</i> (Meyer) DC	2.266 ± 6.080	24.242	42
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart	2.067 ± 2.228	8.940	95
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	1.921 ± 4.579	17.033	37
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	1.820 ± 3.687	15.667	68
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	1.583 ± 3.211	12.205	42
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) Mori.	1.497 ± 2.581	9.357	47
<i>Banara guianensis</i> Aubl	1.378 ± 3.634	12.412	42
<i>Abarema jupunba</i> (Wild.)Britton e Killip	1.358 ± 2.875	12.632	58
<i>Casearia arborea</i> (Rich) Urb	1.334 ± 2.125	6.355	42
<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.	1.318 ± 2.566	7.070	32
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl	1.172 ± 2.545	8.890	26
<i>Virola sebifera</i> Aubl	1.125 ± 3.186	12.865	32
<i>Annona paludosa</i> Aubl	1.103 ± 1.539	4.013	63
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	1.043 ± 3.028	12.821	26
<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	1.007 ± 1.597	5.495	58
<i>Connarus angustifolius</i> (Radlkofer) G. Schellend	1.002 ± 3.117	1.037	21
<i>Pouroma guianensis</i> Aubl	1.000 ± 2.519	8.978	16
<i>Inga thibaudiana</i> DC	0.979 ± 1.783	6.616	53
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd	0.873 ± 1.155	4.000	68
<i>Cecropia palmata</i> Willd	0.768 ± 2.305	10.103	42
<i>Ambelania acida</i> Aubl	0.753 ± 1.241	4.461	42
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Mull. Arg.) Woodson	0.735 ± 1.280	5.085	53
<i>Inga edulis</i> Mart	0.715 ± 1.770	7.484	47
<i>Xylopia nitida</i> Dunal	0.530 ± 1.128	3.846	42
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess	0.409 ± 0.743	2.980	42
<i>Thyrsoodium paraense</i> Huber	0.408 ± 0.710	2.649	47
<i>Casearia decandra</i> Jacq	0.394 ± 0.714	2.219	42
<i>Lacunaria jenmani</i> (Oliv.) Ducke	0.292 ± 0.760	3.333	42
<i>Trattinickia rhoifolia</i> Willd	0.282 ± 0.438	1.497	42
<i>Stryphnodendron guianensis</i> (Aubl.) Benth.	0.236 ± 0.320	0.959	42
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	0.233 ± 0.293	0.934	53
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl) Huber	0.13 ± 0.17	0.509	47

*alba*, *Inga thibaudiana*, *Himatanthus sucuuba* e *Jacaranda copaia*).

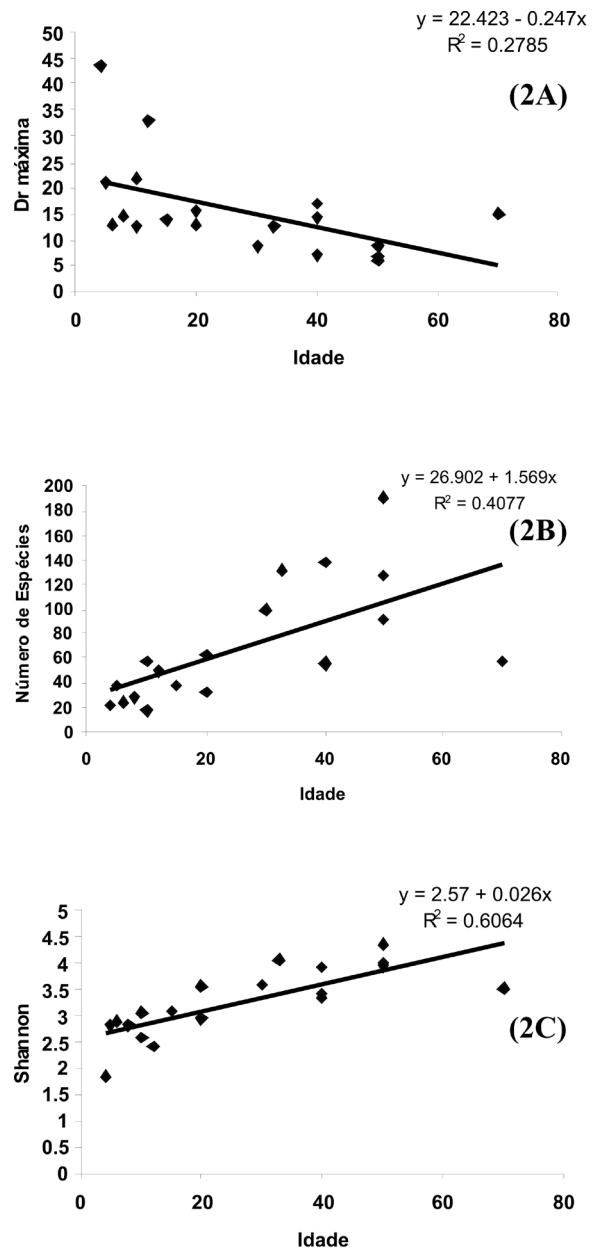
Algumas espécies com densidade e frequência mais elevadas apresentaram alta concentração de indivíduos em uma só área, como *Lacistema pubescens* (em CAST4, PBNT10, CAST12 e PBNT40), *Vismia guianensis* (em PBNT5 e BEN8), *Croton matourensis* (em BRA15 e SFP70), *Myrcia bracteata* (em BRA40 e BRA50), *Abarema jupunba* (em SFP10), *Virola sebifera* (em SFP20), *Lacistema aggregatum* (em PBNT20), *Maprounea guianensis* (em BRA30), *Pourouma guianensis* (em Taua50), *Pourouma longipendula* (em MAR33), *Ocotea guianensis* (em SFP40), *Eschweilera coriacea* (em MAR50).

A riqueza de espécies, diversidade de Shannon e a densidade relativa máxima apresentaram relação linear significativa com a idade das florestas estudadas; entretanto, a densidade e equibilidade não apresentaram relação significativa com a idade (Tabela 3). A diversidade de Shannon apresentou o maior coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,6064$ ) e menor dispersão dos dados (Figura 2c). O mesmo ocorreu com a riqueza de espécies das florestas mais jovens; entretanto a riqueza variou bastante nas florestas mais velhas, a partir de 40 anos de idade (Figura 2b). O inverso ocorreu com a densidade relativa máxima, que apresentou maior variação entre as florestas mais jovens e maior homogeneidade entre as florestas mais velhas (Figura 2c). Densidade relativa máxima apresentou baixo coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,2785$ ) e foi o único parâmetro a apresentar relação negativa com a idade das florestas (Tabela 3, Figura 2a).

O dendrograma de abundância não revelou um gradiente de idade, mas um gradiente geográfico. Quatro grupos podem ser identificados: Grupo 1 – com as áreas localizadas mais a oeste da região (MAR33, MAR50, BEN8 e Taua50); Grupo 2 – com as áreas de Castanhal (CAST4, CAST12) e uma área mais distante, localizada na região de Nova Timboteua (PBNT10); Grupo 3 – com as áreas mais a leste, em Bragança (BRA15, BRA30, BRA40 e BRA50); e, o Grupo 4 – com as áreas localizadas na região de São Francisco do Pará e Nova

**Tabela 3** - Dados estatísticos das regressões lineares estabelecidas entre a idade (variável independente) e dados estruturais das áreas analisadas. n = 19; \*p<0.05; \*\*p<0.005; \*\*\*p<0.0005

Parâmetros	F	R <sup>2</sup> (%)	Coef. Regressão (b)	
Densidade <i>versus</i> Idade	2.87 <sup>ns</sup>	14.45		
Dr Máxima <i>versus</i> Idade	6.563*	27.85	22.423	-0.247*
Número de Espécies <i>versus</i> Idade	11.702**	40.77	26.902	1.569**
Shannon <i>versus</i> Idade	26.192***	60.64	2.57	0.026***
Equibilidade <i>versus</i> Idade	2.185 <sup>ns</sup>	11.39		



**Figura 2** - Distribuição dos pontos e equação gerada pela regressão linear entre a idade (variável independente) e Dr máxima (2A), riqueza de espécies (2B) e diversidade de Shannon (2C). Para todos os gráficos n = 19.

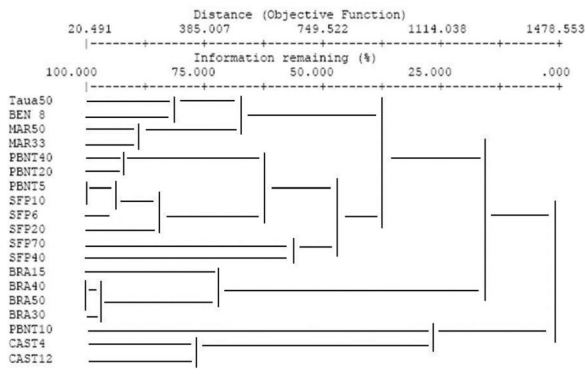
Timboteua (SFP6, SFP10, SFP20, SFP40, SFP70, PBNT5, PBNT20 e PBNT40) (Figuras 3 e 4).

A PCA gerou os seguintes eigenvalores: 28,682, 26,227, 14,543, 13,070, 11,000 e 10,475 para os seis primeiros eixos, respectivamente. Esses seis eixos explicaram 60,817% da variância das espécies (Figura 5). Com os dois primeiros eixos foram definidos três grupos: Grupo 1 – que apresentou correlação negativa com eixo 1 e positiva com eixo 2; esse

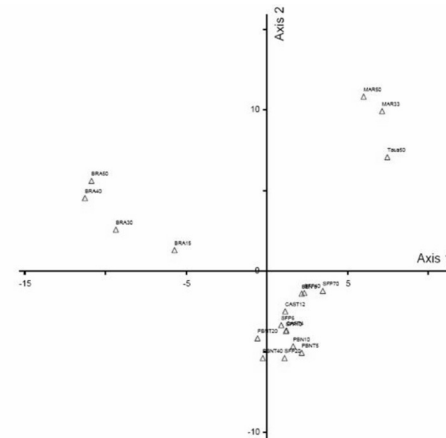
grupo foi muito similar ao grupo 1 da análise de agrupamento, com MAR33, MAR50, e Taua50; Grupo 2 – que apresentou correlação positiva com os eixos 1 e 2; esse grupo foi idêntico ao grupo 3 da análise de agrupamento, com BRA15, BRA30, BRA40 e BRA50; e, Grupo 3 – que apresentou correlação positiva com o eixo 1 e negativa com o eixo 2, mistura todas as áreas existentes entre São Francisco do Pará e Peixe – Boi/

Nova Timboteua. A separação desse grupo em grupos menores não foi visível até o eixo 3.

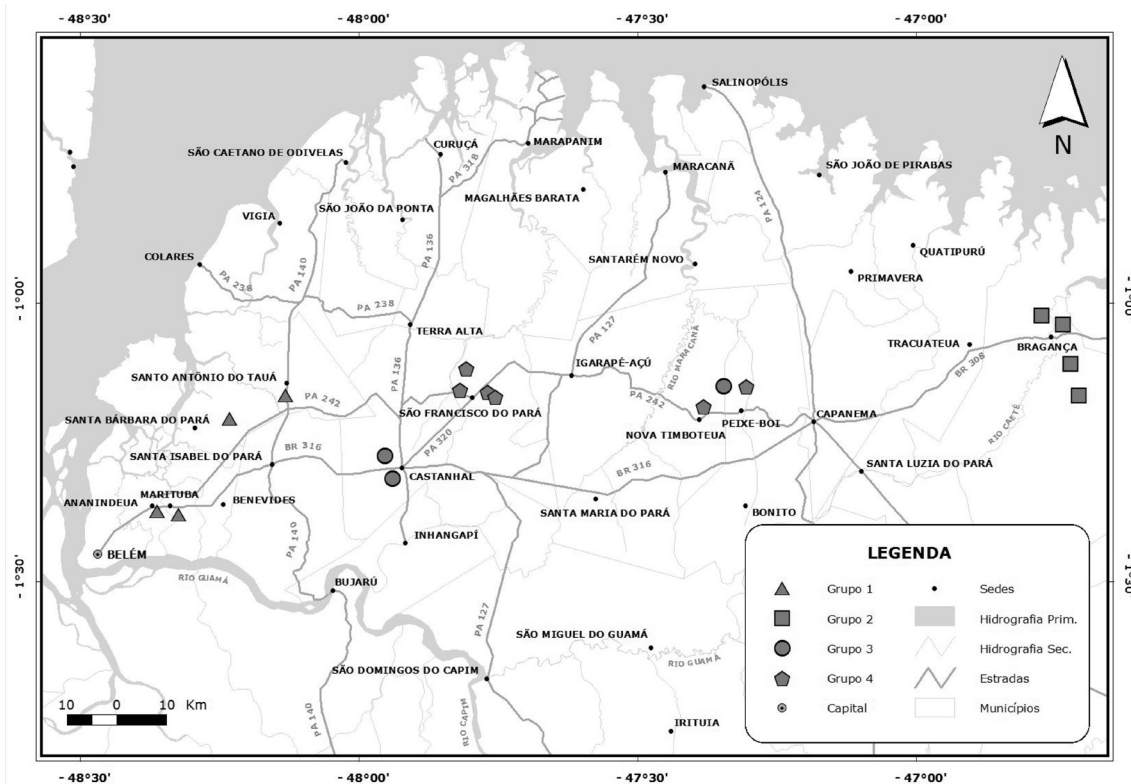
As análises de agrupamento e componentes principais confirmaram a existência de dois grupos fortes, localizados nos extremos geográficos da região e, dois grupos mais complexos, que podem se misturar, localizados na região intermediária



**Figura 3** - Dendrograma produzido a partir das distâncias euclidianas entre 19 áreas e 171 espécies das florestas secundárias do Nordeste Paraense. Código das áreas segue a Tabela 1.



**Figura 5** - Ordenação através da PCA de 19 áreas baseada na abundância e 171 espécies das florestas secundárias do Nordeste paraense. Código das áreas segue a Tabela 1.



**Figura 4** - Mapa de distribuição geográfica das áreas analisadas e a representação do resultado da análise de agrupamento. Onde estrelas em azul = grupo 1, em lilás = grupo 2, em amarelo = grupo 3 e em laranja = grupo 4. Os grupos estão explícitos no texto.

entre os extremos (Figuras 3, 4, 5). Com base nesses resultados foram utilizados os quatro grupos resultantes da análise de agrupamento para identificar as espécies indicadoras através do IndVal.

Das 171 espécies analisadas, que se encontravam no mínimo em três áreas, 70 espécies apresentaram valores de IndVal<sub>max</sub> maior que 50, no entanto 13 dessas espécies não apresentaram valores significantes através do teste de Monte Carlo (Tabela 4), restando 57 espécies consideradas indicadoras. Sete espécies são indicadoras de todas as florestas analisadas, *Tapirira guianensis*, *Vismia guianensis*, *Inga alba*, *Lacistema aggregatum*, *Croton matourensis*, *Abarema jupunba*, *Inga rubiginosa*. *Guateria poeppigiana* e *Thyrsodium paraense* também foram indicadoras genéricas, exceto para as áreas do grupo 2 (CAST4, CAST12 e PBNT10) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Valores do IndVal, significância resultante do teste de Monte Carlo e densidade /frequência para as espécies indicadoras dos grupos (G1, G2, G3, G4). As células sombreadas em cada grupo estão relacionadas com as indicadoras. \*\*p<0,05; NS = não significativo.

Espécies	IndVal	G1	G2	G3	G4
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl	89.47 <sup>NS</sup>	2/4	1/3	2/4	3/6
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl) Chorsy	73.68 <sup>NS</sup>	2/3	3/3	1/2	5/6
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd	68.42 <sup>NS</sup>	1/4	1/3	1/3	1/3
<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J.Bergius) Rusby	68.42 <sup>NS</sup>	0/0	1/2	1/4	3/7
<i>Croton matourensis</i> Aubl	63.16 <sup>NS</sup>	1/1	0/1	3/4	5/6
<i>Abarema jupunba</i> (Wild.) Britton e Killip	57.89 <sup>NS</sup>	1/3	0/1	1/4	2/3
<i>Inga rubiginosa</i> (Rich.) DC.	57.89 <sup>NS</sup>	1/3	1/2	1/3	1/3
<i>Guateria poeppigiana</i> Mart.	82.43 <sup>**</sup>	1/5	0/2	2/4	4/7
<i>Thyrsodium paraense</i> Huber	56.25 <sup>NS</sup>	1/4	0/0	0/3	1/2
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	94.92 <sup>**</sup>	2/5	0/1	0/0	0/0
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	80 <sup>**</sup>	1/4	0/0	0/0	0/0
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl	80 <sup>**</sup>	1/4	0/0	0/0	0/0
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl) D. Don	65.86 <sup>**</sup>	1/5	0/1	0/2	0/2
<i>Caryocarp glabrum</i> (Aubl) Pers	60 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/0	0/0
<i>Carapa guianensis</i> Aubl	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Dipillon venezuelana</i> Aubret	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Miconia surinamensis</i> Gleason	60 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/0	0/0
<i>Parkia multijuga</i> Benth	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl	60 <sup>**</sup>	3/3	0/0	0/0	0/0
<i>Sagotia racemosa</i> Baill	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Theobroma subincanum</i> Mart. in Buchner	60 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/0	0/0

Das 48 espécies indicadoras restantes, as que apresentaram maiores valores de IndVal (>80) foram *Laetia procera*, *Licania heteromorpha* e *Rinorea guianensis* no grupo 1 (MAR33, MAR50, BEN8 e Taua50); *Myrcia sylvatica*, *Lacistema pubescens* e *Banara guianensis* no grupo 2 (CAST4, CAST12 e PBNT10); *Ouratea castaneaefolia*, *Rheedia acuminata*, *Sapindus saponaria*, *Saccoglottis amazonica*, *Licania densiflora*, *Slonea froesii*, *Myrcia bracteata*, *Tabebuia serratifolia*, *Phyllanthus nobilis*, *Couratari oblongifolia*, *Himatanthus sucuuba* e *Stryphnodendron guianensis* no grupo 3 (BRA15, BRA30, BRA40 e BRA50); e, *Myrcia cuprea* a única espécie indicadora do grupo 4 (SFP6, SFP10, SFP20, SFP40, SFP70, PBNT5, PBNT20 e PBNT40) (Tabela 4).

**Tabela 4** - Continuação

Espécies	IndVal	G1	G2	G3	G4
<i>Virola michelii</i> Heckel	60 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/0	0/0
<i>Virola</i> sp2	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl	60 <sup>**</sup>	0/3	0/0	0/0	0/0
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. e Frodin	57.29 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/1	0/0
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	56.65 <sup>**</sup>	1/3	0/0	0/2	0/0
<i>Emmotum fagifolium</i> Desv. ex.Ham.	53.11 <sup>NS</sup>	1/3	0/0	0/2	0/0
<i>Corythophora alta</i> R. Knuth	50.51 <sup>??</sup>	0/3	0/0	0/1	0/0
<i>Myrcia sylvatica</i> (Meyer) DC.	90.46 <sup>**</sup>	0/0	3/3	0/1	1/4
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	83.15 <sup>**</sup>	0/1	5/3	1/2	4/6
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	82.05 <sup>**</sup>	0/0	1/3	0/1	2/4
<i>Rollinia exsucca</i> (DC. Ex Dunal) A. DC	76.12 <sup>**</sup>	0/0	2/3	0/0	4/6
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	75.63 <sup>**</sup>	0/1	1/3	0/0	2/6
<i>Casearia arborea</i> (Rich) Urb	58.16 <sup>NS</sup>	1/1	1/3	2/3	0/1
<i>Ouratea castaneaefolia</i> Engl.	100 <sup>**</sup>	0/0	0/0	2/4	0/0
<i>Rheedia acuminata</i> (Ruiz e Pav.) Planch. e Triana	100 <sup>**</sup>	0/0	0/0	0/4	0/0
<i>Sapindus saponaria</i> L.	100 <sup>**</sup>	0/0	0/0	1/4	0/0
<i>Saccoglottis amazonica</i> Mar	98.14 <sup>**</sup>	0/2	0/0	2/4	0/0
<i>Licania densiflora</i> Kleinhoonte	96.89 <sup>**</sup>	0/1	0/0	1/4	0/0
<i>Slonea froesii</i> Earle Sm.	94.93 <sup>**</sup>	0/2	0/0	2/4	0/0
<i>Myrcia bracteata</i> (Rich.) DC.	91.3 <sup>**</sup>	0/0	0/2	3/4	0/0
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols	88.93 <sup>**</sup>	0/0	0/0	0/4	0/1
<i>Phyllanthus nobilis</i> (L.F) Mull.Arg	84.35 <sup>**</sup>	0/0	0/1	2/4	0/0
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke R. Knuth	83.41 <sup>**</sup>	0/0	0/1	1/4	0/0
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Mull.Arg.) Woodson	82.16 <sup>**</sup>	0/3	0/1	2/4	1/2

Tabela 4 - Continuação

Espécies	IndVal	G1	G2	G3	G4
<i>Stryphnodendron guianensis</i> (Aubl.) Benth.	80.4**	0,0	0,0	1,4	1,4
<i>Couepia bracteosa</i> Benth	75**	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Inga paraensis</i> Ducke	75**	0,0	0,0	1,3	0,0
<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhl.	75**	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	75**	0,0	0,0	2,3	0,0
<i>Myrcia atramentifera</i> Brab.Rodr.	75**	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Psidium guajava</i> L.	75**	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Talisia guianensis</i> Aubl.	75**	0,0	0,0	1,3	0,0
<i>Annona paludosa</i> Aubl	74.34**	0,1	0,3	3,4	1,4
<i>Talisia longifolia</i> Radlk.	74.12**	0,1	0,0	1,3	0,0
<i>Licaria canella</i> (Meissner) Kosterm.	73.53**	0,1	0,0	1,3	0,0
<i>Licania lata</i> J.F.Macbr	73.29**	0,1	0,0	1,3	0,0
<i>Diplostropis guianensis</i> Benth	73.06**	0,1	0,0	0,3	0,0
<i>Lecythis usitata</i> (Miers)	73.05**	0,1	0,0	0,3	0,0
<i>Ferdinandusa paraensis</i> Ducke	72.77**	0,1	0,0	0,3	0,0
<i>Sclerolobium chrysophyllum</i> Poepp	71.51**	0,3	0,0	1,3	0,0
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl	68.82**	0,1	0,0	3,3	0,1
<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl) Pitt	68.3**	0,0	0,0	1,3	0,1
<i>Inga macrophylla</i> Humb. e Bonpl. ex Willd.	63.75**	0,0	0,0	1,3	0,2
<i>Platonia insignis</i> Mart	62.64**	0,0	0,1	0,3	0,0
<i>Bellucia glossularioides</i> Triana	54.53**	0,1	0,1	0,3	0,1
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	53.51 <sub>NS</sub>	2,2	0,0	2,3	1,3
<i>Myrcia cuprea</i> (Berg) kiaersk	71.43**	0,0	0,0	0,0	3,5

## DISCUSSÃO

A baixa similaridade entre as florestas analisadas reflete a baixa frequência das espécies, o que pode estar relacionado à grande heterogeneidade de colonização por diferenças entre as idades, extensões e natureza dos distúrbios (Pickett *et al.* 1987), mas também pode estar relacionado à grande heterogeneidade natural encontrada na floresta amazônica (Clinebell *et al.* 1995).

O processo sucessional pode ser evidenciado pela riqueza e diversidade de Shannon que aumentaram com a idade das florestas, e com a densidade relativa da espécie mais abundante na área (DR<sub>max</sub>), que diminuiu com a idade. No entanto, a equibilidade não apresentou relação significativa com a idade. Vieira *et al.* (2003) também encontraram um aumento da riqueza e diversidade de Shannon numa cronosequência estudada no Nordeste paraense.

Peña-Carlos (2001) e Uhl *et al.* (1988) relatam que na sucessão secundária, inicialmente poucas espécies predominam no ambiente, assim as florestas mais jovens apresentam baixa riqueza e alta abundância de poucas espécies, mas no decorrer do adensamento da floresta, o sombreamento vai aumentando

as espécies menos exigentes à luz começam a predominar, e com isso aumentam a riqueza e a distribuição dos indivíduos entre as espécies tornando o ambiente mais heterogêneo.

A composição florística não mostrou relação com a idade das florestas analisadas, os resultados das análises de agrupamento e ordenação mostraram um padrão de colonização de espécies relacionado com a distância geográfica.

Os solos e o clima do Nordeste paraense parecem ser muito importantes na colonização das espécies durante o processo sucessional. Bragança (Grupo 3), por exemplo, apresenta uma pluviosidade anual (entre 2200 e 3000mm) bem superior à pluviosidade anual das demais áreas, e em geral um solo do tipo latossolo muito argiloso, o que possibilita drenagem adequada e boa capacidade de retenção de água e nutrientes, (EMBRAPA, 1991), influenciando a abundância de *Ouratea castaneaefolia*, *Rheedia acuminata*, *Sapindus saponaria*, *Saccoglottis amazonica*, *Licania densiflora*, *Slonea froesii*, *Myrcia bracteata*, *Tabebuia serratifolia*, *Phyllanthus nobilis*, *Couratari oblongifolia*, *Himatanthus sucuuba* e *Stryphnodendron guianensis*.

As áreas de Marituba (Grupo 1) apresentam clima do tipo Af, que consiste em um clima quente sem estação seca, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e pluviosidade anual de 1500 a 2500 mm. Essa distribuição de chuvas mais equilibrada deve influenciar a abundância de *Laetia procera*, *Licania heteromorpha* e *Rinorea guianensis*.

Castanhal (Grupo 2), apresentam clima do tipo Am, sendo este caracterizado pela presença de uma estação seca e temperaturas elevadas, no entanto as áreas de Castanhal apresentam solos arenosos com fases pedregosas, o que é caracterizado por baixa capacidade de retenção de água, diferentes das demais áreas, é provável que as espécies *Myrcia sylvatica*, *Lacistema pubescens* e *Banara guianensis* sejam bem adaptadas a este tipo de solo.

São Francisco do Pará e Nova Timboteua/Peixe-Boi (Grupo 4), também possuem clima do tipo Am, abrangendo solos latossolo amarelo com textura média e latossolo amarelo – vermelho, como existe maior heterogeneidade de solo, apenas uma espécie apresentou características para se tornar bastante abundante nessas áreas.

Fatores como fertilidade do solo, precipitação, altitude e proximidades de fonte de sementes (Guariguata e Ostertag, 2001), grau de isolamento e forma do fragmento (Tilman *et al.* 1994; Bierregaard *et al.* 1992; Nascimento e Laurance 2006) podem afetar fortemente a composição florística das áreas. O histórico de uso também deve ser considerado como fator determinante sobre a flora que se estabelece nas diferentes áreas. As áreas de São Francisco do Pará e Peixe Boi/ Nova Timboteua (Grupo 4) foram usadas por agricultura de roça e queima e, quando comparadas com outras florestas da



região apresentaram níveis inferiores de biomassa, riqueza e diversidade (Vieira 1996; Almeida e Vieira 2001), conforme analisados pelos respectivos autores.

Em Marituba (Grupo 1), a floresta foi cortada para produção de lenha, não sofrendo queima (Mello 2004), também a área de Santo Antônio do Tauá (Grupo 1) não sofreu grandes distúrbios (Prata, 2007). As florestas do Grupo 2 possuem um histórico bastante degradador, com longos e repetidos ciclos de cultivo, no sistema agrícola de corte e queima (Vieira 1996; Araújo *et al.* 2005). Esse histórico de uso pode ser importante na formação do Grupo 2, o único a apresentar áreas distantes geograficamente, duas áreas na região de Castanhal e uma área na região de Peixe Boi/ Nova Timboteua.

O histórico de uso da área influencia fortemente o banco de sementes (Araújo *et al.* 2001; Mônaco *et al.* 2003; Auld e Denham 2006) e a rebrotação de indivíduos, a partir de caules e raízes (Fujisaka *et al.* 1998; Rodrigues *et al.* 2004), influenciando assim o estabelecimento das espécies no estágio inicial da sucessão e, as espécies estabelecidas podem determinar a composição florística nos estágios posteriores devido à competição por espaço, luz e nutrientes que ocorre durante o processo sucessional (Fujisaka *et al.* 1998; Coelho *et al.* 2003).

As condições químicas do solo também são influenciadas pelo histórico de uso (Cravo e Smith 1997; Longo e Espindola 2000; McGrath *et al.* 2001; Silva *et al.* 2006). Em áreas que sofreram corte e queima, há um aumento de nutrientes no solo nos primeiros ciclos, ocorrendo a seguir uma perda considerável de nutrientes, principalmente provocada pela volatilização e lixiviação; após vários ciclos de corte e queima a área tem uma tendência a ficarem muito degradadas, especialmente se os períodos de pousio forem curtos (Cravo e Smith 1997; Mertz 2002).

Com os resultados alcançados neste estudo podemos contribuir positivamente para o melhor aproveitamento dos recursos florestais como, por exemplo, nos Sistemas Agroflorestais - SAFs e enriquecimento de capoeiras, bem como contribuir para fins ambientais como em projetos de restauração de áreas degradadas.

Nos sistemas agroflorestais, em que espécies arbóreas são plantadas junto com cultivares, conhecendo as características e propriedades da comunidade em que o mesmo esta sendo trabalhado, poderá produzir resultados mais eficientes, ao realizar análise de agrupamento e IndVal, a comunidade será identificada e as espécies que a bioindicam, visto que o método combina o grau de especificidade de uma determinada espécie para um status ecológico (McGeoch *et al.* 2002), assim as espécies arbóreas escolhidas para consorciar com o cultivares terão melhor balizamento, visto que as mesmas exercem papel importante, pois amenizam a erosão e fornecem matéria

orgânica, estimulando a fauna do solo, além de aumentar a ciclagem e disponibilidade de nutrientes. Se for levado em consideração também que a colonização de novas espécies da área será influenciada principalmente por fatores abióticos como clima e solo, o preparo do solo será melhor direcionado e que a diversidade aumentará com a idade, o tempo de pousio poderá ser estendido, pois quanto maior a diversidade, maior a variabilidade genética e consequentemente maior a resistências das espécies em relação a pragas a doenças.

De forma semelhante pode-se também contribuir com os projetos de enriquecimento de capoeiras, visto que a análise de agrupamento e a indVal identificarão a comunidade biológica que esta estabelecida antes de enriquecê-la e indicarão quais as espécies devem ser escolhidas, pois não adianta apenas enriquecer com as espécies que foram encontradas a partir de um inventario florestal, pois os dados nos permite inferir que é preciso ter a sensibilidade, para pensar que as espécies que antes colonizaram com um determinado comportamento, após o distúrbio podem colonizar com comportamentos diferentes, ou seja, as espécies que antes eram abundantes, após o distúrbio podem colonizar como raras.

Para projetos de restauração de áreas degradadas, uma boa sugestão, seria fazer uma análise das florestas secundárias de diferentes idades que existem ao redor da área objeto de restauração e determinar quais as espécies são bioindicadoras da área e definir melhor quais as espécies e suas respectivas densidades para a utilização nos plantios de restauração. Essas análises permitiriam estimar a idade em que a área em restauração terá alcançada uma determinada diversidade, visto que a restauração de áreas degradadas deve ter por objetivo não só de resgatar uma representatividade das espécies que existia naquele ecossistema a ser reconstruído, mas também a diversidade genética dentro das populações dessas espécies (Kageyama *et al.* 1998), dessa forma teríamos uma ferramenta importantíssima para estimar o sucesso da restauração, promovendo o enriquecimento com planejamento

## CONCLUSÕES

Na cronosequência analisada, a colonização de espécies arbóreas é influenciada principalmente por fatores abióticos como clima e solo, sendo que a distribuição e a composição florística não apresentou relação significativa com a idade da capoeira, ao contrário da diversidade que apresentou relação significativa. A análise de IndVal permitiu indicar quais as espécies apresentam especificidade para com o status ecológico do habitat, que sofreu modificações abióticas e bióticas.

Os dados obtidos permitem inferir importantes contribuições para o aproveitamento mais eficiente dos recursos florestais e aprimoramento de projetos de restauração de áreas degradadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A.S.; Vieira, I.C.G. 2001. Floristic and structural standards of a forest chronosequence in the city of São Francisco do Pará, Bragantina Region, Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica*, 17(1): 209-240. (in Portuguese, with abstract in English)
- Alvino, F.O.; Silva, M.F.; Rayol, B.P. 2005. Potential of use of the tree species in a secondary forest, of the Bragantina zone, Pará, Brazil. *Acta Amazonica* 35(4): 413-420. (in Portuguese, with abstract in English)
- Araújo, M.M.; Oliveira, F.A.; Vieira, I.C.M.; Barros, P.L.C.; Lima, C.A.T. 2001. Density and floristic composition of soil seed bank of successional forests in the Baixo Rio Guamá region, Eastern Amazonia. *Scientia Forestalis* 59:115-130. (in Portuguese, with abstract in English)
- Araújo, M.M.; Tucker, J.M.; Vasconcelos, S.S.; Zarim, D.J.; Oliveira, A.W.; Sampaio, P.D.; Vasconcelos, L.G.R.; Oliveira, F.A.; Coelho, R.F.R.; Aragão, D.V.; Miranda, I. 2005. Successional standard and process in secondary forests of different ages in Eastern Amazonia. *Revista Ciência Florestal*, 15(4): 343-357. (in Portuguese, with abstract in English)
- Auld, T.D.; Denham, A.J. 2006. How much seed remains in the soil after a fire? *Plant Ecology*, 187:15-24.
- Bierregaard, R.O.; Lovejoy, T.E.; Kapos, V.; Santos, A.A.; Hutchings, R.W. 1992. The biological dynamics of tropical rain forest fragments. *Bioscience*, 42: 859-866.
- Carim, S.B.S. 2004. *Structure and floristic composition of the arboreal layer of secondary forests with different ages in Bragança city - Pará*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. 98pp. (in Portuguese)
- Clinebell, R.R.; Phillips, O.L.; Gentry, A.H.; Stark, N.; Zuurig, H. 1995. Prediction of Neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, 4: 56-90.
- Coelho, R.F.R., Zarin, D.J., Miranda, I.S.; Tucker, J.M. 2003. Floristic composition and structure of a forest in different successional stages, in Castanhal, Pará. *Acta Amazonica*, 33(4): 563-582. (in Portuguese, with abstract in English)
- Cravo, M.S.; Smith, T.J. 1997. Fertility sustainable management of a central Amazonian latosol under successive cultivations. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21(3): 240-273. (in Portuguese, with abstract in English)
- Dewalt, S.J.; Maliakal, S.K.; Denslow, J.S. 2003. Changes in vegetation structure and composition along a tropical forest chronosequence: implications for wildlife. *Forest Ecology and Management*, 182: 139-151.
- Dufrêne, M.; Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- Embrapa. 1991. Physic-hydric characterization of main soils of the Legal Amazonia: I Pará State. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Belém (*Relatório técnico*). (in Portuguese)
- Fujisaka, S.; Escobar, G.; Veneklaas, E. 1998. Plant community diversity relative to human land uses in na Amazon forest colony. *Biodiversity and Conservation*, 7: 41-57.
- Guariguata, M.R.; Ostertag, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 148: 185-206.
- Kageyama, P. Y.; Gandara, F. B.; Souza, L. M. I. 1998. Genetic consequences of the fragmentation on tree species populations. *Série Técnica IPEF*, 12 (32): 65-70. (in Portuguese)
- Kass, D.C.L.; Somarriba, E. 1999. Traditional fallows in Latin America. *Agroforestry Systems*, 47: 13-36.
- Lima, A. J. N.; Teixeira, L. M.; Carneiro, V.M.C.; Santos, J.dos S. Higuchi, N. 2007. Biomass stock and structural analysis of a secondary forest in Manaus (AM) region, ten years after clear cutting followed by fire. *Acta amazonica*, 37(1):49-54. (in Portuguese, with abstract in English)
- Longo, R.M.; Espíndola, C.R. 2000. Modifications in Amazon soil's chemical properties caused by intrduction of pasture. *Acta amazonica*, 30(1): 71-80. (in Portuguese, with abstract in English)
- Lu, D.; Mausel, P.; Brondízio, E.; Moran, E. 2003. Classification of successional forest stages in the Brazilian Amazon basin. *Forest Ecology and Management*, 181: 301-312.
- Magurran, A.E. 1998. *Ecological Diversity and its Measurement*. Cambridge University, London. 179p.
- Mausel, P.; Wu, Y.; Li, Y.; Moran, E.F.; BRONDÍZIO, E.S.; 1993. Spectral identification of succession stages following deforestation in the Amazon. *Geocarto Int.* 8: 61-72.
- Mccune, B.; GRACE, J.B; 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon.
- Mcegeoch, M.A.; Rensburg, B.J.V.; Botes, B. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 39(4): 661-672.
- Mcgrath, D.A.; Smith, C.K.; Gholz, H.L.; Oliveira, F.A. 2001. Effects of Land-Use Change on Soil Nutrient Dynamics in Amazônia. *Ecosystems*, 4: 625-645.
- Melo, M.S. 2004. *Floristic, phytosociology and dynamics of two old secondary forests with different use histories in Pará-Brazil north-eastern*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 116pp. (in Portuguese)
- Mertz, O. 2002. The relationship between length of fallow and crop yields in shifting cultivation: a rethinking. *Agroforestry Systems*, 55: 149-159.
- Mônaco, M. L.; Mesquita, R. C.G.; Williamson, G. B. 2003. The seed bank of a secondary amazonian forest dominated by *Vismia*. *Acta amazonica*, 33(1): 41-52. (in Portuguese, with abstract in English)
- Moran, E.F.; Brondízio, E.S. 1998. Land-use change after deforestation in Amazonia. In: Liverman, D.; Moran, E.F.; Rindfuss, R.R.; Stern, P.C. (Eds.), *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science*. National Academy Press, Washington. p. 94-120.

- Moran, E.F.; Brondízio, E.S.; Tucker, J.M.; Silva-Forsberg, M.C.; Falesi, I.; Mccracken, S.D. 2000a. Strategies for Amazonian forest restoration: evidence for afforestation in five regions of the Brazilian Amazon. In: Hall, A. (Ed.), *Amazonia at the Crossroads: The Challenge of Sustainable Development*. Institute for Latin American Studies, University of London, London. p. 129–149.
- Moran, E.F.; Brondízio, E.S.; Tucker, J.M.; Silva-Forsberg, M.C.; Mccracken, S.; Falesi, I. 2000b. Effects of soil fertility and land-use on forest succession in Amazônia. *Forest Ecology and Management*, 139: 93-108.
- Nascimento, H.E.M.; Laurance, W.F. 2006. Area and edge effects on forest structure in Amazonian forest fragments after 13-17 years of isolation. *Acta amazonica*, 36(2): 183-192. (in Portuguese, with abstract in English)
- Neeff, T. 2005. Spatial modeling of primary and secondary forest growth in Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 291: 149–168.
- Neeff, T., Lucas, R.M., Santos, J.R., Brondízio, E.S.; Freitas, C.C. 2006. Area and Age of Secondary Forests in Brazilian Amazonia 1978–2002: An Empirical Estimate. *Ecosystems*, 9: 609–623.
- Nepstad, D.C.; Veríssimo, A.; Alencar, A.; Nobre, C.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Potterk, C.; Moutinho, P.; Mendoza, E.; Cochrane, M.; Brooks, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and Fire. *Nature*, 398: 505-508.
- Newbery, D.M. 1991. Floristic variation within kerangas (heath) forest: re-evaluation of data from Sarawak and Brunei. *Vegetatio*, 96: 43–86.
- Pantoja, F.B.C.; Oliveira, V.C.; Costa, L.G.S.; Vasconcelos, P.C.S. 1997. Structure of a fragment of *terra firme* secondary forest, in Benevides city, Pará. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 18p. (*Informe Técnico*, 24) (in Portuguese)
- Peña-Carlos, M. 2001. *Secondary forest succession: Process affecting the regeneration of Bolivia trees species*. Riberalta, Bolívia. 170p.
- Pickett, S.T.A., Collins, S.L.; Armesto, J.J. 1987. Models, mechanisms and pathways of succession. *Botanical Review*, 53: 335-371.
- Prata, S.S. 2007. Ecological succession of the arboreal vegetation in secondary forests of Pará State northeast. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural da Amazônia/ Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. 67pp. (in Portuguese)
- Rodrigues, R.R.; Torres, R.B.; Matthes, L.A.F.; Penha, A.S. 2004. Tree species sprouting from root buds in a semideciduous forest affected by fires. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(1): 127-133.
- Saldarriaga, J.G.; West, D.C.; Tharp, M.L.; Uhl, C. 1988. Longterm chronosequence of forest succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology*, 76: 938–958.
- Santana, J.A.S. 2000. Floristic composition of a secondary vegetation in Pará north-eastern. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 27p. (*Informe Técnico*, 26). (in Portuguese).
- Silva, G.R.; Silva Junior, M.L.; Melo, V.S. 2006. Effect of land use and management on chemical properties of a yellow latosol in Pará State, Brazil. *Acta amazonica*, 36(2): 151-158. (in Portuguese, with abstract in English).
- Tilman, D.; May, R.M.; Lehman, C.L.; Nowak, M. A. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*, 371: 65- 66.
- Tucker, J.M.; Brondízio, E.S.; Moran, E.F. 1998. Rates of forest regrowth in eastern Amazônia: A comparison of Altamira and Bragantina regions, Pará State, Brazil. *Interiencia*, 23: 64-73.
- Uhl, C.; Buschbacher, R.; Serrao, E.A.S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazônia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology*, 76: 663–681.
- Vieira, I.C.G. 1996. *Forest Succession after shifting cultivation in eastern Amazônia*. Scotland, 1996. 639p. Thesis (Ph.D.), University of Stirling, Stirling.
- Vieira, I.C.G.; Almeida, A.S.D.; Davidson, E.A.; Stone, T.A.; Carvalho, C.J.R.D.; Guerrero, J.B. 2003. Classifying successional forests using Landsat spectral properties and ecological characteristics in eastern Amazônia. *Remote Sensing of Environment*, 87: 470–481.

Recebido em 15/05/2009  
Aceito em 11/12/2009