

TRABALHOS DE PESQUISA
RESEARCH PAPERS



Análise da riqueza, diversidade e relação espécie-abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais

Richness, diversity and species-abundance relationships of a tropical tree forest under different sample sizes

Samir Gonçalves Rolim
Henrique Eduardo Mendonça Nascimento

RESUMO: Três aspectos da estrutura de comunidades arbóreas tropicais, riqueza, diversidade e a relação espécie-abundância através da distribuição lognormal, foram analisados em diferentes intensidades amostrais (1 ha, 2 ha, 4 ha, 8 ha, 16 ha, 32 ha e 40 ha) na Reserva Florestal de Linhares (ES). Os resultados revelaram que estes três aspectos mostraram-se sensíveis às diferentes intensidades amostrais. Na área amostral de 40 ha, o número de espécies foi 143,3% mais alto que na amostra de 1 ha. As diferenças no número de espécies entre as sucessivas intensidades amostrais diminuíram conforme o aumento da intensidade amostral. Para o índice de diversidade de Shannon, a diferença percentual entre a área de 40 ha e a área de 1 ha foi de apenas 7,4%. Apesar desta pequena variação dos valores de diversidade, houve diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) entre algumas intensidades amostrais. Em pequenas intensidades amostrais, a curva da distribuição lognormal apresentou-se truncada, indicando que a maioria das espécies foi amostrada com poucos indivíduos e poucas espécies com grande número de indivíduos. O truncamento revela também que muitas espécies de baixa abundância ainda não foram amostradas. Com o aumento da intensidade amostral, novas espécies surgiram e as espécies já existentes mudaram suas abundâncias e, conseqüentemente, a curva característica da distribuição lognormal ficou mais evidente, revelando então uma melhor representação da relação espécie-abundância da comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo lognormal, Estrutura de comunidades, Intensidade amostral, Floresta tropical.

ABSTRACT: Species richness, diversity and species-abundance relationship (lognormal distribution model) of a tropical forest were analysed in the Forest Reserve of Linhares, Espírito Santo State, Brazil, in different sample sizes (1 ha, 2 ha, 4 ha, 8 ha, 16 ha, 32 ha and 40 ha). The results revealed that these three structural aspects were sensible to the sample sizes. In the 40-ha sample, the number of species was 143,3% higher than in the 1-ha sample. The differences in the number of species between consecutive samples decreased as the increase of the sample. For the Shannon's diversity index, the difference between the 40-ha sample and 1-ha sample was only 7,4%. Although there was low variation in the diversity values, there were highly significant differences ($P < 0,01$) between samples. In small samples, the lognormal curve showed a truncated shape in the point where the most of species are



represented by few individuals. The truncation reveal also that very small abundance species still do not were sampled. As the increase of sampling, new species arised and the existing species changed their abundances. Consequently, the characteristic curve of lognormal distribution became more evident, indicating the best representation of species-abundance relationships of community.

KEYWORDS: Lognormal model, Community structure, Sampling effects, Tropical forest.

INTRODUÇÃO

Um dos fenômenos mais consistentemente observados em estudos de comunidades é a variação da abundância entre as espécies (Poole, 1974; May, 1975; Frontier, 1985; Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988). É admitido que a abundância de espécies em comunidades é determinada pela divisão de recursos ambientais tais como luz, umidade, temperatura e nutrientes, que variam como um mosaico determinado por variações espaciais e temporais (Whittaker, 1965; Crawley, 1986; Ricklefs, 1990).

O estudo das relações de abundância das espécies em comunidades (as relações entre a abundância e o número de espécies possuindo uma determinada abundância) não é assunto recente. Ecólogos verificaram que em qualquer comunidade serão sempre encontradas espécies abundantes, espécies raras e espécies de vários graus intermediários de abundância (May, 1975). Foram propostos modelos de distribuição de abundância das espécies, numa tentativa de quantificar diferentes padrões de abundância em diversas comunidades, para encontrar uma descrição empírica de relações de abundância de espécies e testar hipóteses sobre a organização de comunidades (Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988).

A distribuição de abundância nas comunidades tem sido explicada a partir de quatro modelos clássicos: a série geométrica, a série logarítmica, o modelo “broken-stick” e a distribuição lognormal. Em uma dada comunidade com grande número de espécies existem muitas de

abundância intermediária e menos espécies raras ou muito abundantes (Poole, 1974; Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988; Ricklefs, 1990). Esta premissa é a base da distribuição lognor-mal proposta por Preston (1948).

Na maior parte das comunidades de alta diversidade estudadas as relações de abundância das espécies geralmente se ajustam à distribuição lognormal (May, 1975; Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988). May (1975) sugeriu que, se a abundância relativa de um grande número de espécies advém de muitos fatores independentes, as relações espécie-abundância podem ser quantitativamente descritas por uma distribuição lognormal como resultado do teorema do limite central. Sugihara (1980) mostrou que o modelo é demasiadamente restrito a comunidades ecológicas para ser explicado simplesmente por argumentos estatísticos. Se uma variável é determinada por um grande número de fatores independentes, a distribuição da variável seria normal (Krebs, 1985). Ao contrário, em comunidades com baixo número de espécies, em que um único fator (umidade, por exemplo) determina a abundância relativa das espécies, as séries geométrica, logarítmica ou o modelo “broken-stick” poderiam dar melhores ajustes (May, 1975). A série geométrica e o modelo de “broken-stick” representam os dois extremos da distribuição de abundância das espécies. A série geométrica pressupõe que uma única espécie utiliza a maior parte do recurso e no modelo “broken-stick” o recurso é aleatoriamente



dividido entre as espécies (May, 1975; Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988; Ricklefs, 1990).

Uma particularidade da distribuição lognormal é a sua sensibilidade ao tamanho da amostra (Poole, 1974; Magurran, 1988; Ricklefs, 1990). A distribuição lognormal apresenta o mesmo formato de sino característico da distribuição normal. Quando o tamanho de uma determinada amostra não é suficiente para incluir as espécies raras de uma dada comunidade, a curva lognormal ajustada apresenta-se truncada no ponto onde as espécies estão representadas por um indivíduo (Poole, 1974; Magurran, 1988; Ricklefs, 1990). O ponto de truncamento é denominado de “linha do véu”. Conforme o tamanho da amostra aumenta, novas espécies raras surgem e as abundâncias de muitas espécies já amostradas sofrem alterações. Com isto, a “linha do véu” é deslocada mais para a esquerda, revelando a forma característica da curva (Poole, 1974, Magurran, 1988, Ricklefs, 1990). Poucas comunidades têm sido amostradas com intensidade suficiente para se testar essa tendência da curva (Poole, 1974).

As comunidades arbóreas tropicais são de especial interesse por serem bastante diversas. Existem muitos estudos sobre a diversidade de árvores tropicais, e um grande interesse nos padrões e processos relacionados à sua diversidade (Condit *et al.*, 1996). No entanto, nestas comunidades há poucas análises detalhadas da diversidade e da relação espécie-abundância em diferentes intensidades amostrais.

A proposta deste trabalho é avaliar o comportamento, em diferentes intensidades amostrais, de três aspectos estruturais de uma comunidade arbórea tropical: a riqueza de espécies, a diversidade de espécies e a relação espécie-abundância através do ajuste do modelo lognormal. O estudo está voltado para as seguintes questões: i) A riqueza e a diversidade de espécies arbóreas tropicais mudam conforme o aumento da intensidade amostral ? ii) Qual

é a forma da distribuição lognormal nas diferentes intensidades amostrais ? iii) Como a distribuição lognormal muda conforme o aumento da intensidade amostral ?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Reserva Florestal de Linhares (RFL) está localizada entre os municípios de Linhares e Jaguaré, ao norte do Estado do Espírito Santo, distando do centro urbano do primeiro, 30 km e do segundo, 39 km. Situa-se entre os paralelos 19° 06' - 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39° 45' - 40° 19' de longitude oeste. O acesso principal dá-se pela estrada BR-101 norte, na altura do km 122, no trecho que interliga os dois municípios. O relevo é suavemente ondulado, formando os chamados platôs litorâneos, com uma altitude que varia de 28 a 65 m. O clima do local é do tipo AWi (tropical úmido), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual estimada é de 1230,7 mm (1975 a 1990) com temperatura média de 23°C e umidade relativa do ar de 83,5% (Jesus, não publicado).

A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas (IBGE, 1992). Popularmente, é tratada como “Floresta de Tabuleiro”. No dossel da floresta (30 a 35 m) destacam-se espécies como *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), *Astroonium concinnum* (gonçalo-alves), *Astronidium graveolens* (aderne), *Virola gardneri* (bicuíba) e *Pterygota brasiliensis* (farinha-seca). A espécie mais comum é *Rinorea bahiensis* (tambor), típica de subdossel (Jesus e Rolim, não publicado).

Obtenção dos dados

Em 3 locais da RFL foram instaladas sistematicamente parcelas de 20 x 80 m (1600 m²).



Na Mata da Oiticica foram instaladas 40 parcelas, na Mata da Macanaíba 60 e na Mata do Caingá 150. Nessas parcelas foram identificados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm. Para efeito desse estudo foi considerada apenas a abundância de cada espécie no total de 250 parcelas utilizadas na amostragem.

Sete intensidades amostrais com áreas de 0,96 ha, 2,08 ha, 4 ha, 8 ha, 16 ha, 32 ha e 40 ha foram obtidas a partir da aleatorização das 250 parcelas. Foram necessárias, portanto, 6 parcelas para aproximadamente 1 ha, 13 parcelas para 2 ha, 25 parcelas para 4 ha, 50 parcelas para 8 ha, 100 parcelas para 16 ha, 200 parcelas para 32 ha e todas as 250 parcelas para totalizar os 40 ha.

ANÁLISE DOS DADOS

Diversidade de Espécies

A diversidade de espécies, que considera tanto o número de espécies quanto a abundância das espécies, pode ser medida por vários índices. Neste trabalho, foi escolhido para avaliação da diversidade de espécies nas diferentes intensidades amostrais, o índice de diversidade de Shannon H' , utilizando a base logarítmica natural. É dado por:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

onde: p_i é a proporção de indivíduos da i -ésima espécie.

Para verificar se houveram diferenças do índice de Shannon entre as sucessivas intensidades amostrais foram utilizados os procedimentos estatísticos descritos em Magurran (1988).

Distribuição Lognormal

Cada intensidade amostral foi ajustada à distribuição lognormal. Para o seu ajuste, é ne-

cessário inicialmente determinar o número de espécies nas oitavas. Oitavas referem-se a intervalos geométricos de abundância, equivalente à escala logarítmica de base 2 (0 a 1, 1 a 2, 2 a 4, 4 a 8, 8 a 16, 16 a 32, 32 a 64 indivíduos, e assim sucessivamente) (Preston, 1948).

Caso uma determinada abundância esteja situada no limite entre duas oitavas, então o número de espécies é dividido para cada uma das oitavas em questão. Por exemplo, 5 espécies com abundância de 16 indivíduos: 2,5 espécies serão contadas para a oitava de 8 a 16 indivíduos e 2,5 espécies para a oitava de 16 a 32 indivíduos (ver Ludwig e Reynolds, 1988, cap. 7, para mais detalhes). A distribuição lognormal é descrita por:

$$S(R) = S_o(e^{-aR})^2$$

onde:

- $S(R)$ é o número de espécies na R -ésima oitava à direita ou à esquerda da oitava modal (a oitava com maior número de espécies);
- S_o é uma estimativa do número de espécies na oitava modal;
- a é o inverso da amplitude da distribuição.

Ambos os parâmetros, S_o e a , foram estimados de acordo com os procedimentos descritos em Ludwig e Reynolds (1988). A estatística qui-quadrado (χ^2) foi utilizada para comparar os valores observados e os valores esperados pelo modelo lognormal ajustado nas diferentes intensidades amostrais.

RESULTADOS

Riqueza e diversidade de espécies

Conforme a intensidade amostral aumentou, também aumentou o número de espécies.

A área amostral total (40 ha) apresentou 143,3% mais espécies que a área de 1 ha. No



entanto, ocorreu uma diminuição nas diferenças do número de espécies entre as sucessivas intensidades amostrais conforme o seu aumento: a diferença no número de espécies entre as áreas de 1 ha e 2 ha foi de 43,2%, entre 2 ha e 4 ha foi de 18,2%, entre 4 e 8 ha, 14,7%, entre 8 e 16 ha, 14,3%, entre 16 e 32 ha, 6,6% e entre 32 e 40 ha, 1,5%.

Tabela 1

Número de espécies, número de indivíduos e índice de diversidade de Shannon nas diferentes intensidades amostrais. Os índices de Shannon seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente para $P > 0,01$.

Number of species, number of sampled individuals and Shannon's diversity index in the different spatial scales. The Shannon index values followed at the same letter do not differ at $P > 0,01$.

Área Amostral (ha)	Número de Espécies	Número de Indivíduos	Índice de Diversidade (nats/indivíduo)
1	169	486	4,709 ^a
2	242	1072	4,892 ^b
4	286	2008	4,948 ^b
8	328	4092	4,956 ^b
16	375	8219	5,041 ^c
32	400	16426	5,057 ^c
40	406	20688	5,054 ^c

Também houve aumento dos valores do índice de diversidade conforme o aumento da intensidade amostral. O índice apresentou pouca variação percentual entre as diferentes intensidades amostrais. A diferença entre os valores do índice de diversidade obtidos da área amostral total e da área de 1 ha foi de apenas 7,4% (Tabela 1). Embora tenha dado baixas variações percentuais entre as diferentes intensidades amostrais, foram detectadas diferenças significativas. O índice na amostra de 1 ha foi estatisticamente menor do que nas amostras de 2, 4 e 8 ha. Estas últimas, por sua vez, apresentaram diversidade inferior às áreas de 16, 32 e 40 ha ($P < 0,01$, Tabela 1).

Distribuição lognormal

A Figura 1 apresenta o ajuste do modelo lognormal nas diferentes intensidades amostrais. A área de 1 ha apresentou uma curva lognormal truncada na classe de 0 a 1 indivíduos, com a oitava modal localizada imediatamente à direita desse ponto (classe com 1 a 2 indivíduos). Este fato denota que a maioria das espécies foi amostrada com poucos indivíduos, havendo poucas espécies com grande número de indivíduos (oitava de 16 a 32 indivíduos). O truncamento em pequenas amostras coincide com o início da curva, mostrando também que muitas espécies de baixa abundância ainda não foram amostradas (Poole, 1974; Magurran, 1988; Ricklefs, 1990).

Conforme aumentou a intensidade amostral pôde-se notar que ocorreu um deslocamento da oitava modal para a direita, além de ocorrer o deslocamento da “linha do véu” para a esquerda. No extremo oposto, a amostra de 40 ha revelou que o maior número de espécies esteve representado por 16 a 32 indivíduos, ocorrendo um deslocamento da “linha do véu” que possibilitou a visualização quase integral da curva lognormal. Esta situação indica uma comunidade com poucas espécies muito raras ou muito abundantes, sendo a maioria das espécies representadas por abundância intermediária.

Para as intensidades amostrais de 8 ha a 40 ha o ajuste da curva não foi significativo, pois os valores observados diferiram dos valores esperados ($P < 0,05$, Figura 1).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos do índice de diversidade de Shannon estão entre os mais altos já registrados em florestas brasileiras. Os valores deste índice variam de 3,5 a 4,7 nats/indivíduo em florestas amazônicas de terra firme (Martins, 1991). Em áreas de floresta atlântica da Serra do Mar, os valores mais al-

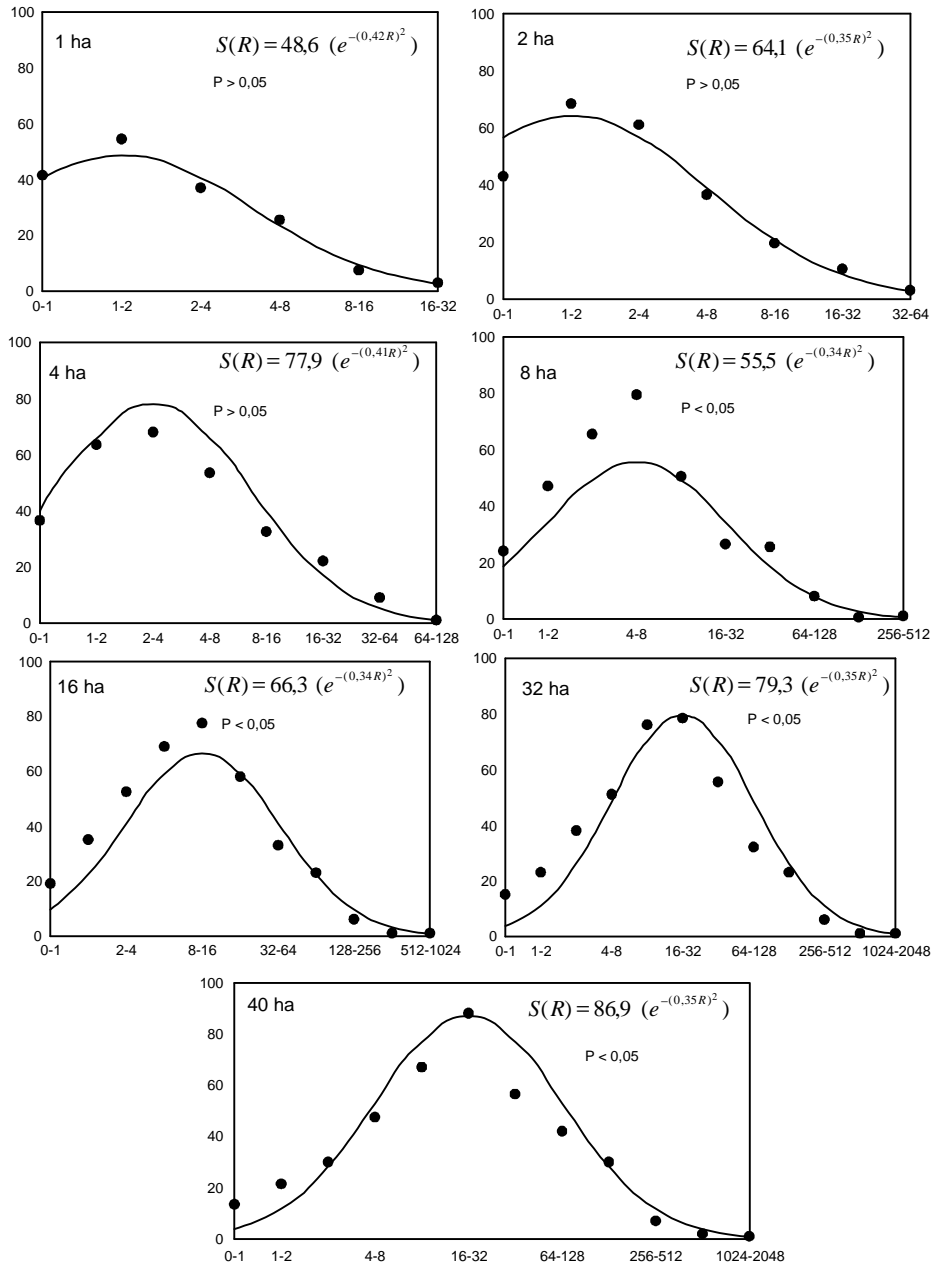


Figura 1

Distribuição lognormal nas diferentes escalas espaciais: 1, 2, 4, 8, 16, 32, e 40 ha. As ordenadas referem-se ao número de espécies e as abscissas às classes de abundância (oitavas). Os pontos mostram os valores observados e as linhas os valores esperados. O ajuste foi verificado através do teste do χ^2 .

Lognormal distribution in the different sample sizes: 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 40 ha. The vertical axis is the species number and the horizontal axis is abundance classes (octaves). The points are observed frequencies, the curves represent expected frequencies assuming a lognormal distribution. χ^2 test for fit to the lognormal distribution.



tos chegam a 4,07 nats/indivíduo em Ubatuba/SP (Silva e Leitão-Filho, 1982), 4,31 nats/indivíduo na Juréia/SP (Mantovani, 1993) e 4,31 nats/indivíduo em Cubatão/SP (Leitão-Filho, 1993).

Uma constatação desse levantamento diz respeito à pouca variação percentual do índice de diversidade e uma maior mudança no número de espécies conforme o aumento da intensidade amostral. Em parcelas contínuas de 50 ha, instaladas em três florestas tropicais (Ilha de Barro Colorado-Panamá, Malásia e na Índia), Condit *et al.* (1996) encontraram também uma pequena variação do índice de Shannon e um maior aumento no número de espécies em diferentes intensidades amostrais, dentro dos limites dos 50 ha.

Apesar da pequena diferença na diversidade entre as sucessivas intensidades amostrais, pôde ser constatado que houveram diferenças estatísticas entre elas. Isso mostra que há uma necessidade de métodos mais consistentes, para se comparar diversidade de espécies, do que a simples interpretação visual ou percentual. De fato, Magurran (1988) coloca que a falta de testes estatísticos para se comparar as diferentes diversidades pode resultar numa má interpretação dos seus valores.

Existem muitos estudos sobre a diversidade de espécies arbóreas em florestas tropicais, sendo que a maioria deles se baseia no conceito de área mínima destas comunidades. Este conceito é originado da curva espécie-área, a qual é utilizada para estabelecer o tamanho adequado da amostra a fim de incluir 90% da flora total da comunidade (Crawley, 1986). Para comunidades arbóreas tropicais, acredita-se que riqueza de espécies alcança uma estabilização assintótica da curva espécie-área entre 1 ha a 3 ha (Condit *et al.*, 1996). Conforme mostrado na Tabela 1, o número de espécies continuou aumentando, embora em menor intensidade a partir da amostra de 16 ha. Estudos realizados em florestas amazônicas

(Jardim e Hosokawa, 1986/87; Barros, 1986; Amaro, 1993) e atlânticas (Silva, 1980; Mantovani, 1993; Dias, 1993) mostraram uma ausência de estabilização da curva espécie-área em virtude da elevada diversidade florística dessas florestas. O mesmo foi encontrado no trabalho de Condit *et al.* (1996) nas três parcelas contínuas de 50 ha.

Esse fato é mostrado pela forma truncada da curva lognormal, que indica, quando ajustada em pequenas intensidades amostrais, que boa parte das espécies ainda não foi amostrada. Nesta situação a curva revela também que a maioria das espécies amostradas está representada por apenas 1 indivíduo. Esta situação tende a mudar com o aumento da intensidade amostral, pois a curva característica da distribuição lognormal fica mais evidente, revelando então, uma melhor representação da relação espécie-abundância da comunidade. Na Ilha de Barro Colorado, Panamá, a curva lognormal foi integralmente obtida para os 50 ha de amostragem (Hubbell e Foster, 1986).

Dessa forma, surge a seguinte questão: por quê algumas espécies têm mais indivíduos amostrados que outras em estudos de comunidades? A resposta surge basicamente em função de dois fatores. O primeiro é com relação ao padrão espacial (a forma como os indivíduos estão distribuídos pela área), podendo assumir três formas: aleatória, regular ou agrupada (Crawley, 1986). Para uma determinada área amostral, a probabilidade de encontrar uma espécie cujos indivíduos estão distribuídos aleatoriamente no espaço é bem maior que a de uma outra espécie com padrão espacial agrupado, considerando-se que ambas tenham a mesma densidade (Crawley, 1986). Portanto, esta característica pode influenciar diretamente na amostragem mínima necessária para uma melhor representatividade de comunidades vegetais, seja com respeito à sua composição florística ou à sua estrutura (Crawley, 1986; Palmer e White, 1994).



O segundo fator está relacionado com a densidade das espécies (número de indivíduos por unidade de área). As comunidades arbóreas tropicais são caracterizadas por apresentarem espécies de densidade muito baixa (Hubbell e Foster, 1986; Bawa e Asthon, 1991; Lepsch-Cunha, s.d.). Esta raridade tem grande efeito no número e abundância das espécies amostradas sob diferentes intensidades amostrais e, portanto, na forma da curva lognormal obtida. Na intensidade amostral de 40 ha, por exemplo, foram encontradas 27 espécies (6,7% das espécies) com apenas 1 indivíduo amostrado (oitava de 0-1 indivíduo + metade da oitava de 1-2 indivíduos) e 289 espécies (71,2%) com até 1 indivíduo/ha (ou com uma abundância de até 40 indivíduos amostrados).

Um ajuste não significativo da distribuição lognormal em grandes áreas amostrais na floresta tropical pode estar relacionado à raridade. Isto é devido ao fato de que os valores esperados são menores que os valores observados nas oitavas à esquerda da oitava modal (as oitavas que englobam as espécies de baixa densidade, veja na Figura 1 as áreas de 8, 16, 32 e 40 ha). Isto também foi encontrado por Hubbell e Foster (1986) na parcela de 50 ha em Barro Colorado. Portanto, a ausência de um ajuste significativo revela que a distribuição lognormal pode ser considerada como uma relação espécie-abundância empírica para grandes áreas amostrais, em comunidades arbóreas tropicais.

CONCLUSÕES

Os três aspectos da estrutura de comunidades analisados neste trabalho, a riqueza de espécies, o índice de Shannon e a distribuição lognormal, mostraram-se sensíveis às diferentes intensidades amostrais.

Embora o índice de diversidade de Shannon tenha apresentado pouca variação percentual entre as diferentes intensidades amostrais, foram detectadas diferenças significativas dos valores do índice entre algumas intensidades amostrais.

Em pequenas intensidades amostrais, a curva da distribuição lognormal apresentou-se truncada, indicando que boa parte das espécies ainda não tinham sido amostradas. Isto pode ser revelado também pelo aumento obtido do número de espécies nas sucessivas intensidades amostrais.

O truncamento da curva da distribuição lognormal revela também que boa parte das espécies apresentava-se com baixa abundância, já que as oitavas de menor abundância incluem a oitava modal e as outras oitavas imediatamente à esquerda, as quais perfazem o maior número de espécies amostradas. Com o aumento da intensidade amostral, novas espécies surgiram e as espécies já existentes mudaram suas abundâncias e, conseqüentemente, a curva característica da distribuição lognormal ficou mais evidente, revelando então uma melhor representação da relação espécie-abundância na comunidade.

AUTORES

SAMIR GONÇALVES ROLIM - Eng. Agrônomo.
Mestre em Ciências Florestais - Rua Pedro Del Santoro 934, Sorocaba (SP) - CEP:18075-710
/ E-Mail: samirgr@dglnet.com.br

HENRIQUE EDUARDO MENDONÇA NASCIMENTO - Eng. Florestal. Mestre em Ciências Florestais - Rua Nova 586, AP2, Manaus(AM) - CEP: 69060-000 / E-Mail: hemnasci@carpa.ciagri.usp.br



AGRADECIMENTOS

Somos gratos a R.M. de Jesus por conceder os dados para confecção deste trabalho. Em todas as fases, J.L.F. Batista contribuiu com suas idéias. Nós também agradecemos a N.

Lepsch-Cunha, H.T.Z. do Couto e a dois revisores anônimos, pelas sugestões, críticas e revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, M.A. Inventário florestal do projeto de assentamento extrativista São Luís do Remanso. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p.367-373.
- BARROS, P.L.C. *Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no Planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira*. Curitiba, 1986. 147p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.
- BAWA, K.S.; ASTHON, P.S. Conservation of rare trees in tropical rain forests: a genetic perspective. In: FALK, D.A.; HOLSINGER, K. E. *Genetics and conservation of rare plants*. Oxford: Oxford University Press, 1991. p.62-74.
- CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; LAFRANKIE, J.V.; SUKUMAR, R.; MANOKARAM, N.; FOSTER, R.B.; ASHTON, P.S. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. *Journal of ecology*, v.84, p.549-562, 1996.
- CRAWLEY, M. J. The structure of plant communities. In: CRAWLEY, M. J. *Plant ecology*. Oxford: Blackwell, 1986. p.1-50.
- DIAS, A.C. *Estrutura e diversidade do componente arbóreo e a regeneração do palmito (Euterpe edulis) de um trecho de mata secundária no Parque Estadual de Carlos Botelho (SP)*. Piracicaba, 1993. 126p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FRONTIER, S. Diversity and structure in aquatic ecosystems. In: BARNES, M. *Oceanography and marine biology: an annual review*. Aberdeen: Aberdeen University Press, 1985. p.253-312.
- HUBBELL, S.P.; FOSTER, R.B. Commonness and rarity in a neotropical forest. In: Soulé, M. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Massachuseter: Sinauer Associates, 1986. p.205-231.
- IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 1992. 92p.
- JARDIM, F.C.S.; Hosokawa, R.T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta amazônica*, v.16/17, p.411-508, 1986/87.
- JESUS, R.M.A. *Pesquisa na Reserva Florestal de Linhares*. Linhares: Reserva Florestal, s.d. (manuscrito não publicado).
- JESUS, R.M.; ROLIM, S.G. *Fitossociologia da Floresta Atlântica de Tabuleiro da Reserva Florestal de Linhares*. Linhares: Reserva Florestal, s.d. (não publicado).
- KREBS, C.J. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. New York: Harper & Row, 1985. 694p.
- LEITÃO FILHO, H.F. (coordenador) *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)*. Campinas: UNESP/UNICAMP, 1993. 184p.
- LEPSCH-CUNHA, N. Rare tropical tree species: demographic and genetic responses of a very heterogeneous group. In: GASCON, C.; Bierregaard Jr., R. *Lessons from amazonia*. (não publicado).
- LUDWIG, J.A.; REYNOLDS, J.F. *Statistical ecology*. New York: John Wiley, 1988. 337p.
- MAGURRAN, A. *Ecological diversity and its measurement*. Cambridge: British Library, 1988. 177p.
- MANTOVANI, W. *Estrutura e dinâmica da floresta atlântica na Juréia - SP*. São Paulo, 1993. 126p. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- MARTINS, F.R. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.
- MAY, R.M. Patterns of species abundance and diversity. In: CODY, M.L.; DIAMOND, J.L. *Ecology and evolution of communities*. Cambridge: Belnap Press, 1975. p.197-227.
- PALMER, M.W.; WHITE, P.S. Scale dependence and species-area relationship. *The American naturalist*, v.144, n.5, p.717-40, 1994.



- POOLE, R.W. *An introduction to quantitative ecology*. New York: McGraw-Hill, 1974. 421p.
- PRESTON, F.W. The commonness, and rarity, of species. *Ecology*, v.19, p.254-283, 1948.
- Ricklefs, R.E. *Ecology*. New York: Freeman, 1990. 896 p.
- SILVA, A.F. Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo da Reserva Florestal Prof. Augusto Ruschi, São José dos Campos (SP). Campinas, 1989. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, UNICAMP.
- SILVA, A.F.; LEITÃO-FILHO, H.F. Composição florística e estrutura de um trecho de mata atlântica de encosta no município de Ubatuba (SP). *Revista brasileira de botânica*, v.5, n.1/2, p.43-52, 1982.
- SUGIHARA, G. Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *The American naturalist*, v.116, n.6, p.770-787, 1980.
- WHITTAKER, R.H. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, v.147, p.250-260, 1965.