

RESUMO

Analisa a relação entre a abundância e a frequência absoluta através de análise de regressão a partir dos resultados de Jardim & Hosokawa (1986/87), concluindo que existe uma proporcionalidade direta entre as duas variáveis, expressa pela equação

$$Y = 3,14785 X^{1,12292}$$

onde Y é a abundância relativa e X é a frequência absoluta, de cada espécie.

INTRODUÇÃO

A avaliação fitossociológica dos componentes arbóreos de ecossistemas florestais como as florestas úmidas ou equatoriais tem sido feita através de várias técnicas de amostragem. Os técnicos florestais normalmente utilizam os métodos descritos em Husch et al. (1972) ou Pellico Neto (1982) para avaliar a floresta através de parâmetros fitossociológicos como abundância, dominância, volume, etc. Por outro lado, ecologistas e botânicos utilizam técnicas variadas para avaliar composição florística, distribuição espacial e outros caracteres fitossociológicos das comunidades.

Para alguns autores como Lamprecht (1964), que desenvolvem estudos fitossociológicos com objetivo de manejo florestal, o tamanho da amostra não deve ser inferior a 1 ha para poder ser representativo, porém, para outros como Greig-Smith et al. (1967), a aplicação de métodos tradicionais de estudos fitossociológicos em florestas tropicais são dificultados pela necessidade de grandes amostras. De qualquer forma, em estudos dessa natureza, Brower & Zar (1984) distinguem dois tipos principais de métodos: o método dos quadrados, que envolve parcelas amostrais; e o método das distâncias, que envolve distância entre plantas e pontos ao acaso. No método dos quadrados sempre são feitas contagens do número de indivíduos presentes em parcelas distribuídas ao acaso ou arranjadas sistematicamente. Quando esse número é referido à unidade de área é chamado abundância. Porém, segundo Greig-Smith (1952), inicialmente esses resultados foram expressos na forma de percentagem de quadrados ocupados pela espécie. Isto, atualmente, representa o con-

(*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus - AM.

ceito de frequência, que segundo Greig-Smith (1952) é proporcional à abundância, mas que não obedece uma relação linear.

Muitos autores, segundo Robinson (1954), tentaram ajustar a distribuição das espécies à distribuição de Poisson, através de frequência e abundância observadas, conforme sugeriu Blackman (1935), porém, na maioria dos casos, encontraram diferenças significativas entre as duas distribuições. Assim sendo, só é possível obter a abundância a partir da frequência de parcelas vazias, através da distribuição de Poisson, se a espécie tem uma distribuição casual no habitat.

Segundo Hopkins (1954) e Brower & Zar (1984), existem três tipos básicos de distribuição de plantas: uniforme ou regular; casual ou aleatória e contagiosa ou agregada, sendo mais comum na natureza o terceiro tipo. Isto sugere que, para se estimar a abundância das espécies a partir de sua frequência, pelo menos três modelos seriam necessários, cada um atendendo o padrão de distribuição de cada grupo de espécies, o que seria muito trabalhoso, principalmente em florestas tropicais onde existe uma variação muito grande de comportamento de espécies.

Dessa forma, aqui se pretende analisar através de regressão a relação existente entre abundância e frequência num ecossistema de floresta equatorial de terra-firme, propondo um modelo que viabilize a estimativa da abundância fora da distribuição de Poisson, sabidamente não aplicável à maioria das espécies, principalmente em florestas tropicais, em estudos de distribuição espacial.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, o sistema de amostragem e as medições são os mesmos do nível III de abordagem apresentado na análise estrutural feita por Jardim & Hosokawa (1986/87), ficando aqui o cálculo dos parâmetros estruturais restrito a abundância e frequência, que também são as mesmas apresentadas por Jardim & Hosokawa (1986/87).

Para analisar a relação entre abundância e frequência das espécies arbóreas com DAP maior ou igual a 20 cm, que constitui a população amostrada pelo nível III de abordagem em Jardim & Hosokawa (1986/87), foram testados quatro modelos matemáticos através de regressão pelo método dos mínimos quadrados, incluindo o modelo linear para comprovar a afirmativa de Greig & Smith (1952) acerca da não-linearidade da relação:

1 - Linear: $Y = a + bX$

2 - Logaritmico: $Y = a - b \ln x$

3 - Exponencial: $Y = ae^{bx}$

4 - Geométrico: $Y = ax^b$

onde: a e b são os coeficientes da regressão; Y é a abundância relativa (AB%) e X é a frequência absoluta (Fr), conforme definidos e apresentados em média por hectare por Jardim & Hosokawa (1986/87), onde também pode ser encontrada a composição florística da floresta estudada, que apresenta 239 espécies distribuídas em 140 gêneros de 46 famílias botânicas.

tânicas.

A escolha do melhor modelo foi feita com base no coeficiente de correlação (r) e na análise de resíduos feita através do sistema MICROSTAT.

Também foi feita uma análise de regressão utilizando somente o modelo linear para avaliar a relação entre abundância e frequência dentro de cinco classes de frequência quais sejam: 0-10,0%; 10,1% - 20,0%; 20,1% - 30,0%; 30,1% - 40,0% e maior que 40%.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Aqui não serão apresentadas todas as espécies e sua abundância e frequência, uma vez que já foram apresentadas em Jardim & Hosokawa (1986/87). Assim sendo, o Quadro I apresenta a abundância relativa e a frequência absoluta, em valores médios por hectare, das espécies mais abundantes. Como se pode observar, somente 32 espécies apresentaram abundância média de 2 indivíduos por hectare, representando 55% do total de abundância, dos quais, cerca de 22% é representado por cinco espécies: Matamatã-amarelo (*Eschweilera odora*), Piãozinho (*Micrandropsis scleroxylon*), Ripeiro-vermelho (*Corythophora alta*), Breu-vermelho (*Protium apiculatum*) e Abiurana-abiu (*Radlkoferella* sp.). A partir dos resultados do Quadro I foi feita a correlação entre abundância relativa e frequência absoluta através da análise de regressão, cujos resultados são apresentados no Quadro II.

Quadro I. Abundância absoluta e relativa e frequência absoluta das espécies mais abundantes em valores médios/hectare. (*)

Nome Vulgar	Espécie	AB	AB%	Fr
Matamatã-amarelo	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers.	17,625	7,143	0,950
Piãozinho	<i>Micrandropsis scleroxylon</i> W. Rodr.	13,125	5,319	0,600
Ripeiro-vermelho	<i>Corythophora alta</i> R. Knuth.	10,625	4,304	0,850
Breu-vermelho	<i>Protium apiculatum</i> Swartz	7,000	2,837	0,575
Abiurana-abiu	<i>Radlkoferella</i> sp.	5,750	2,330	0,700
Ripeiro-preto	<i>Eschweilera</i> sp.	4,625	1,874	0,525
Seringa-vermelha	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	4,375	1,773	0,575
Muirapiranga-folha-grande	<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Bth.	4,250	1,722	0,400
Castanha-jarana-folha-grande	<i>Holopyxidium latifolium</i> (A.C.Sm.) R. Knuth.	4,125	1,672	0,500
Uchirana	<i>Sacoglottis</i> sp.	3,785	1,570	0,575
Cardeiro	<i>Scleronema micranthum</i> Ducke	3,750	1,520	0,500
Acariquara-branca	<i>Geissospermum sericeum</i> Sagot. Benth.	3,625	1,469	0,450
Acariquara-roxa	<i>Minuartia guianensis</i> (Aubl.)	3,625	1,469	0,475

continuação (Quadro I).

Nome Vulgar	Espécie	AB	AB%	Fr
Abiurana-roxa	<i>Micropholis mensalis</i> (Baehmi) Aubl.	3,375	1,368	0,450
Faveira-folha-fina	<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	3,250	1,317	0,450
Castanha-jarana-folha-miúda	<i>Holopyxidium jarana</i> (Hub.) Ducke	3,000	1,216	0,325
Louro-preto	<i>Ocotea</i> sp.	3,000	1,216	0,575
Matamatã-rosa	<i>Eschweilera</i> sp.	3,000	1,216	0,450
Palmeiras	várias espécies	2,875	1,165	0,075
Urucurana	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Bth.	2,750	1,114	0,350
Inharê	<i>Helicostylis tomentosa</i> (P.A.E) Ducke	2,625	1,064	0,350
Muirajibôia-amarela	<i>Swartzia</i> sp.	2,625	1,064	0,350
Tanimbuca	<i>Buchenavia parvifolia</i>	2,625	1,064	0,375
Castanha-vermelha	<i>Eschweilera fracta</i> R. Knuth.	2,500	1,013	0,450
Abiurana-olho-de-veado	<i>Chrysophyllum anomalum</i> J. M. Pires	2,375	0,962	0,300
Pau-rainha	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	2,375	0,962	0,350
Piquiã-marfim	<i>Aspidosperma obscurinervium</i> Azambuja	2,375	0,962	0,350
Tauari	<i>Couratari cariniana</i>	2,375	0,962	0,325
Abiurana-bacuri	<i>Ecclinusa bacuri</i> et Pellegr.	2,250	0,912	0,350
Carapanaúba	<i>Aspidospermum oblongum</i> A.D.	2,125	0,861	0,300
Arabã-roxo	<i>Swartzia reticulata</i> Ducke	2,000	0,810	0,375
Louro-roxo	<i>Ocotea</i> sp.	2,000	0,810	0,350
Outras	207 espécies	110,875	44,940	

(*) Dados obtidos em Jardim & Hosokawa (1986/87), onde AB é a abundância absoluta, AB% é a abundância relativa e Fr é a frequência absoluta.

Quadro II. Resultados da análise de regressão entre abundância relativa e frequência absoluta (*) em valores médios/hectare.

Modelo	a	b	r	n
1-Linear: $Y = a \% bX$	-0,17739	4,15147	0,8707	239
2-Logarítmico: $Y = a + b \ln X$	1,60124	0,48556	0,6586	239
3-Exponencial: $Y = ae^{bX}$	0,07857	6,63441	0,9016	239
4-Geométrico: $Y = aX^b$	3,14785	1,12292	0,9793	239

(*) Dados obtidos em Jardim & Hosokawa (1986/87). Y é a abundância relativa (AB%), X é a frequência absoluta (Fr), "a" e "b" são os coeficientes da regressão, "r" é o coeficiente de correlação, "e" é a base do logaritmo neperiano, e "n" é o número de espécies analisadas.

A Figura 1 representa as curvas determinadas pelos modelos matemáticos ajustados no Quadro II além da curva de distribuição regular ou sistemática, que é onde cada parcela é ocupada por um indivíduo da espécie, ou seja, onde o número de parcelas ocupadas é igual a abundância absoluta da espécie. Como se pode observar, o modelo que melhor correlacionou os dados foi o modelo geométrico ($Y = aX^b$) com um coeficiente de correlação de 0,9793, demonstrando efetivamente que a relação entre a frequência e a abundância, conforme afirmou Greig-Smith (1952), não segue um modelo linear.

Embora o modelo geométrico subestime a abundância relativa nas frequências mais altas, como ficou evidente na análise de resíduos pelo sistema MICROSTAT e é ratificado ao se observar a Figura 1, ele não produz uma situação impossível de acontecer, como é o caso do modelo exponencial ($Y = a e^{bx}$) que, além de não passar pela origem dos eixos, estima valores de abundância abaixo da curva de distribuição regular ou sistemática, na qual, cada ponto representa a mínima abundância para determinada frequência.

A distribuição dos resíduos também mostra que existe um limite mínimo de resíduos já que para cada frequência (Fr) existe um valor mínimo de abundância observada (AB%) da do pela expressão $AB\% = 2,025Fr$.

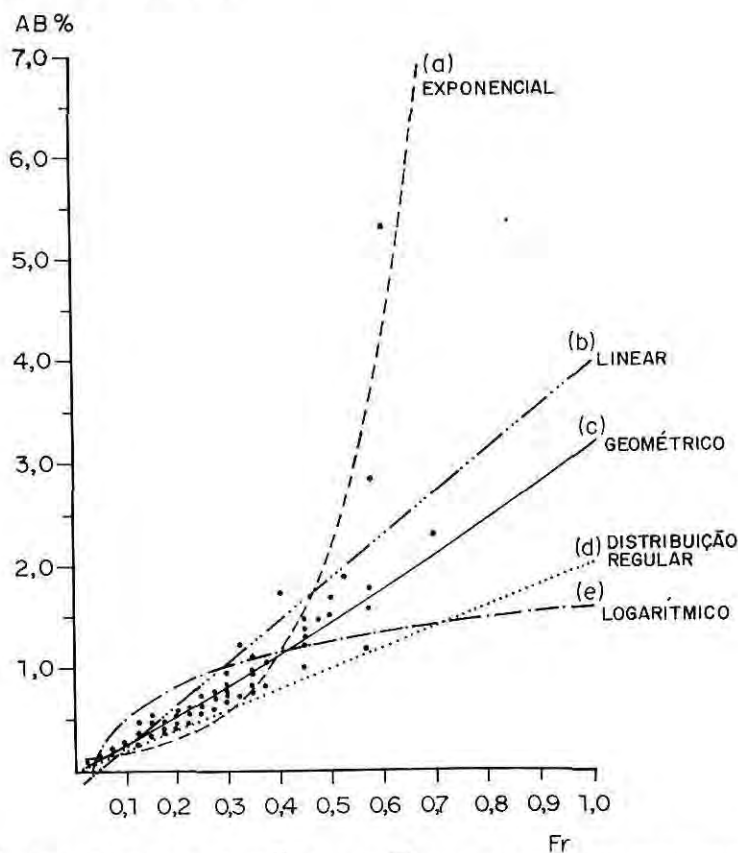


Fig. 1. Abundância estimada em função da frequência através dos modelos; a) $AB\% = 0,07857 \cdot e^{6,63441Fr}$; b) $AB\% = 0,17739 + 4,15147Fr$; c) $AB\% = 3,14785Fr^{1,12292}$; d) $AB\% = 2,025Fr$ (curva de distribuição regular ou mínima abundância). e) $AB\% = 1,60124 + 0,48556 \ln Fr$.

AB% é a abundância relativa e Fr é a frequência absoluta.

O Quadro III apresenta os resultados da análise de regressão utilizando somente o modelo linear ($Y = a + bX$), para correlacionar abundância relativa e frequência absoluta em classes de frequência absoluta, e a Figura 2 é a representação gráfica desses resultados.

Quadro III. Resultados da análise de regressão por classe de frequência absoluta através do modelo linear ($Y = a + bX$).

Classe de Frequência (%)	a	b	r	n
1 - 0,0 - 10,0	-0,00158	2,18995	0,9615	139
2 - 10,1 - 20,0	0,00633	2,32164	0,7250	52
3 - 20,1 - 30,0	-0,41438	4,01074	0,8611	15
4 - 30,1 - 40,0	-1,23339	6,33851	0,5371	16
5 - maior que 40,0	-3,29660	9,89143	0,8414	17

Y é a abundância relativa, X é a frequência absoluta, "a" e "b" são os coeficientes da regressão, "r" é o coeficiente de correlação e "n" é o número de espécies analisadas.

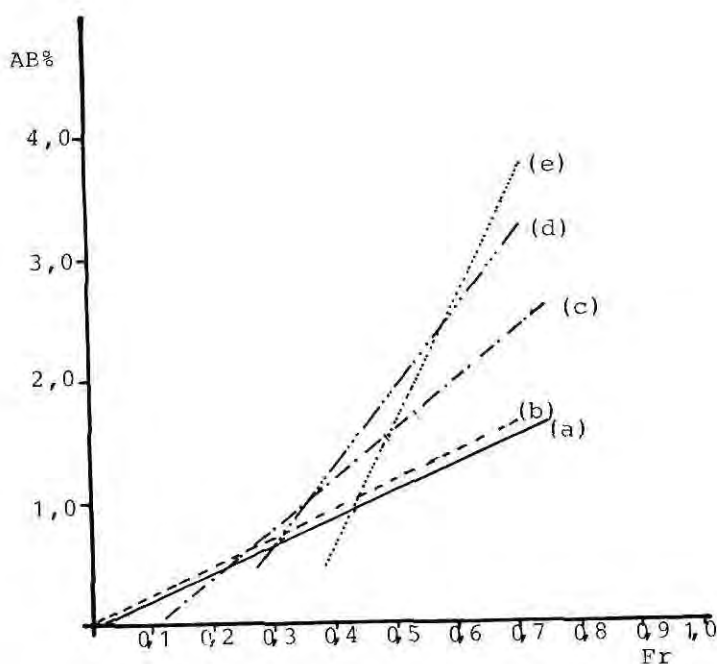


Fig. 2. Representação gráfica das equações ajustadas pelo modelo linear para classes de frequência absoluta: a) 0,0 - 10,0% - $AB\% = -0,00158 + 2,1899Fr$; b) 10,1-20,0 - $AB\% = 0,00633 + 2,32164Fr$; c) 20,1-30,0% - $AB\% = -0,41438 + 4,01074Fr$; d) 30,1 - 40,0% - $AB\% = -1,23339 + 6,33851Fr$; e) maior que 40,0% - $AB\% = -3,29660 + 9,89143Fr$. AB% é a abundância relativa e Fr é a frequência absoluta da espécie.

Como se pode observar no Quadro III à medida que aumenta a frequência, o valor de "b", que é a inclinação da reta, aumenta numa proporção maior, o que também pode ser o

servado na Figura 2, ratificando a não linearidade da relação entre abundância relativa e frequência absoluta. É, portanto, uma relação logarítmica, embora com um valor de "b" muito próximo de 1 (um) devido a grande ocorrência de espécies com frequência na classe de 0-10,0% e muito próximas da curva de distribuição regular.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise dos dados demonstrou que, nos oito hectares de floresta equatorial de terra-firme estudados, a abundância e frequência das 239 espécies são diretamente proporcionais entre si, seguindo um modelo não-linear, já que foi demonstrado um melhor ajuste aos modelos logarítmicos e geométricos. Embora por classe de frequência tenha havido uma alta correlação do modelo linear, principalmente na classe mais baixa, ficou evidente a não linearidade da relação para o total dos dados, uma vez que a inclinação das retas aumentou muito com o aumento da classe de frequência. Dessa forma, para estimar a abundância das espécies em função de sua frequência em uma floresta equatorial como a que foi estudada, recomenda-se a utilização da equação geométrica $Y = 3,14785 X^{1,12292}$ onde Y é a abundância relativa e X é a frequência absoluta.

O modelo proposto constitui um instrumento prático para inventários florestais expeditos, pois a simples verificação de presença ou ausência permite estimar a abundância das espécies. Se esta verificação for completada com a contagem de indivíduos em pequeno número de parcelas, será possível fazer uma aproximação do padrão de distribuição espacial das mesmas, pela comparação através do teste "t".

SUMMARY

The relationship between relative abundance and frequency was analysed by regression from Jardim & Hosokawa (1986/87)'s data concluding that there is a proportion among them expressed by $Y = 3.14785 X^{1.12292}$, where Y is the relative abundance and X is frequency of species.

Referências bibliográficas

- Blackman, G. E. - 1935. A study of the distribution of species in Grassland associations. *Ann. Bot.*, 49.
- Brower, J. E. & Zar, J. H. - 1984. *Field & Laboratory methods for general ecology*. 2.ed. Dubuque, Iowa. Wm. C. Brown Publishers. 334 p.
- Greig-Smith, P. - 1952. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities. *Ann. Bot.*, 16(62):293-316.
- Greig-Smith, P.; Austin, M. P.; Whitmore, T. C. - 1967. The application of quantitative

- methods to vegetation survey. I. Association-analysis and principal component ordination of rain forest. *J. Ecol.*, 55(2):483-503.
- Hopkins, B. - 1954. A new method for determining the type of distribution of plant individuals. *Ann. Bot.*, 18(70):213-227.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. - 1972. **Forest mensuration.** The Ronald Press, 410p.
- Jardim, F. C. da S. & Hosokawa, R. T. - 1986/87. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*, 16/17(nº único):411-508.
- Lamprecht, H. - 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario "El caimital", Estado Barinas. *Rev. For. Ven.*, 7(10-11):77-119.
- Pellico Neto, S. - 1982. **Inventário Florestal.** Centro Acadêmico de Engenharia Florestal. UFPr. 110 p. Apostila.

(Aceito para publicação 02.04.1990)