

FITOSSOCIOLOGIA E MODELO DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA DEGRADADA POR MINERAÇÃO EM JOINVILLE, SC.

PHYTOSOCIOLOGY AND SPECIES DISTRIBUTION MODEL IN AN ATLANTIC RAIN FOREST DEGRADED BY MINING IN JOINVILLE, SC, BRAZIL.

Adriana Rosa Carvalho (*)

RESUMO

Este estudo foi realizado para obter dados fitossociológicos que orientassem a recuperação da vegetação em uma área de mata atlântica sobre o Morro do Timbé (Joinville, SC), degradada por mineração de seixo e argila durante 20 anos. O método utilizado foi o ponto quadrante, num total de 90 unidades amostrais com intervalo de 10 m entre si. Foram obtidos dados de frequência, densidade e dominância (absoluta e relativa), valor de importância, valor de cobertura e índice de diversidade de Shannon & Wiener. As famílias consideradas mais importantes foram: Myrtaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Bignoniaceae e Melastomataceae. As espécies mais expressivas e indicadas para a recuperação da área foram *Alchornea triplinervia* (Sprengel) Müll. Arg., *Calyptanthes lucida* Martius ex DC., *Casearia obliqua* Sprengel, *Cecropia pachystachya* Tréc., *Marlierea eugeniopsoides* (Legrand & Kausel) Legrand, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, *Ocotea acutifolia* (Nees) Mez, *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer, *Sloanea* sp. 1, *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. e *Tapirira guianensis* Aublet. O índice de diversidade de Shannon & Wiener foi de $H' = 3,72$. A estimativa da riqueza de espécies foi calculada pelo método "Jackknife", pela série logarítmica e distribuição lognormal, que foram utilizadas ainda como modelos de distribuição de espécies. O melhor ajuste encontrado foi com a distribuição lognormal, que evidenciou uma irregularidade na distribuição das espécies proveniente do padrão estrutural da comunidade, que pode ser consequência da atividade mineradora.

Palavras chave: Fitossociologia, mata atlântica, modelos de distribuição de espécies.

* UEG - Universidade Estadual de Goiás - R. Juscelino Kubitschek 146, Anápolis/GO - CEP 75110-390. E-mail: rondri@genetic.com.br

ABSTRACT

A phytosociological study was done to support the recuperation in an atlantic rain forest area on Timbé Hill (Joinville, Santa Catarina state, Brazil), degraded by mining since 20 years ago to extract clay and gross sand. The point-centered quarter method was used on a grid of 90 sampling points at 10 m intervals, obtaining data for frequency, density and dominance (absolute and relative), value of importance, value of cover and Shannon & Wiener index. The following families were considered the most important ones: Myrtaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Bignoniaceae, and Melastomataceae. The most expressive and recommended species for recuperation of the area were *Alchornea triplinervia* (Sprengel) Müll. Arg., *Calypttranthes lucida* Martius ex DC., *Casearia obliqua* Sprengel, *Cecropia pachystachya* Tréc., *Marlierea eugeniopsoides* (Legrand & Kausel) Legrand, *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudin, *Ocotea acutifolia* (Nees) Mez, *Ocotea odorifera* (Vellozo) Rohwer, *Sloanea* sp.1, *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC., and *Tapirira guianensis* Aublet. The Shannon & Wiener diversity index was $H' = 3.72$. The estimate of species richness was calculated by three methods: Jackknife estimate, logarithmic series and lognormal distribution. Logarithmic series and lognormal distribution were used as species distribution models. The best fit was lognormal distribution, which demonstrated an irregular distribution of species deriving from structural pattern of community, perhaps due to mining activity.

Key words: Phytosociology, atlantic rain forest, models of species distribution.

INTRODUÇÃO

Entre as atividades que comprometem a integridade dos ecossistemas naturais, a mineração é considerada a de efeitos mais radicais ao ambiente (TOMMASI 1994), propiciando intensas ocupações desordenadas e desequilíbrio biótico. Das muitas atividades de extração mineral, aquelas que não produzem intervenção ambiental química são a lavra de saibro, argila e seixos (ABRÃO & SINGER 1985), que são as atividades mineradoras desenvolvidas atualmente em Joinville, Santa Catarina.

Trabalhos que enfocam as modificações dos ecossistemas submetidos à mineração ainda não são comuns, contribuindo para a falta de planejamento neste tipo de atividade, reportando-a como causadora de degradação ambiental e problemas sociais (BITAR *et al.* 1990, TOMMASI 1994). A prática mineral em áreas florestais requer processos de desmatamento que normalmente não são precedidos de estudos de abundância ou diversidade de espécies na área a ser removida. Assim, uma recomposição florística e fitossociológica é feita por aproximações, ou pode ser substituída por projetos de reflorestamentos que utilizem espécies exóticas. Além dos problemas de interesse

ecológico, o estabelecimento da atividade mineradora e o desflorestamento propiciam ainda a ocupação ou urbanização periféricas, quase sempre sem critérios.

Alterações graduais e contínuas em áreas florestais provocam falhas no dossel e na estrutura da comunidade florestal local. A comunidade (vegetal ou animal) pode ser definida como o conjunto de populações de uma determinada área (ODUM 1985, KREBS 1989), e a sua estrutura é entendida como as diversas maneiras que os indivíduos se relacionam, interagem e se distribuem (PIANKA 1982). São reconhecidos três componentes da estrutura de uma vegetação: (1) a disposição vertical das espécies ou estratificação, (2) a disposição horizontal ou espacial e (3) a abundância de cada espécie (KERSHAW 1973). A análise de qualquer conjunto de dados empíricos de uma comunidade, segundo KREBS (1989), é iniciada e pode ser fundamentada em curvas de espécie-abundância. Modelos de distribuição de abundância das espécies constituem uma categoria de medida de diversidade e são eficientes para investigar como a comunidade está estruturada (MAGURRAN 1988). Por descrições estatísticas, estes modelos permitem inferências sobre estrutura e riqueza de espécies da comunidade (dados calculados). O modelo da série logarítmica e da distribuição lognormal, utilizados e discutidos por CETRA *et al.* (1989), são indicados por KREBS (1989) para este tipo de descrição.

A série logarítmica, primeiramente utilizada por FISHER *et al.* (1943), é um modelo que implica um maior número de espécies com mínima abundância, e um número máximo de espécies representado por um único indivíduo (espécies raras). É ajustada por duas variáveis: o número de espécies e o número de indivíduos na amostra.

O modelo da distribuição lognormal, primeiramente descrito por PRESTON (1948), ajusta uma variedade de dados de diversas comunidades (KREBS 1989). Quando se ajusta aos dados, a distribuição lognormal pode ser utilizada para o cálculo do número total de espécies na comunidade (S^*), que é usado como índice teórico de riqueza (CETRA *et al.* 1989).

Em razão dos problemas ambientais e urbanos causados pela mineração em uma área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina, este trabalho, além de descrever a comunidade vegetal, é parte de uma proposta para a recuperação ambiental e para contenção da expansão urbana clandestina no Morro do Timbé, que compõe a fisionomia urbana do município.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Joinville está localizado na região nordeste do estado de Santa Catarina (Figura 1). Seguindo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, ou seja, mesotérmico úmido com verão quente e sem estação seca. A característica climática marcante é a alta umidade atmosférica, com as taxas variando entre 68% e 84%. A média anual de precipitação é de 2400 mm, enquanto que a temperatura média anual varia entre

20°C e 22°C (IPPUJ 1995). É formado por terrenos cristalinos da Serra do Mar a oeste e uma área de sedimentação costeira a leste. O relevo apresenta três feições destacadas: a) região de serras, com topografia montanhosa que ultrapassa a altitude de 800 m; b) região de planícies, formadas por processos sedimentares aluvionais nas partes mais interioranas e marinhas da linha da costa, originando os mangues; c) região de morros isolados. O solo da área estudada é do tipo Cambissolo Bruno, pouco espesso e em processo de desenvolvimento (ATLAS DE SANTA CATARINA 1991).

O estado de Santa Catarina é de domínio de Mata Atlântica (IBGE 1978) e, especificamente na fitofisionomia de Joinville, destacam-se a floresta ombrófila densa da encosta atlântica e os manguezais (COUTINHO 1962, REIS *et al.* 1995). O Morro do Timbé, coberto por floresta ombrófila densa, situa-se no baixo vale da planície litorânea. Esta elevação tem forma irregular, sendo composta por quatro topos com altitudes de 72m, 75m, 86m e 93m. O eixo maior do morro está orientado no sentido N e NW. O terreno à sua volta é de topografia plana e baixa em relação ao nível do mar, tornando-se suscetível a inundações pela elevação do nível da água da bacia hidrográfica do Rio Cubatão. A atividade mineradora na área pode ser evidenciada em carta topográfica do IBGE de 1978, embora já ocorresse desde a década de 50. A área original do morro era de 45,1ha; destes, 13,1ha estão ocupados por loteamentos e 9,02ha estão ocupados por cinco grandes frentes de lavra. A área atual de mata remanescente é de 20,9ha, com manchas de capoeira que perfazem 2,02ha (Figura 1).

MÉTODOS

Empregou-se o método de quadrantes (COTTAM & CURTIS 1956), orientados aleatoriamente em cada ponto (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974), e o espaçamento entre os pontos foi estabelecido pelo cálculo da distância mínima. A distância mínima entre os pontos deve ser igual ao dobro da distância máxima entre as árvores. Para obter a distância máxima, foram feitas medições da distância entre 30 árvores na área onde foi aplicado o método, seguindo MARTINS (1979).

A amostragem totalizou 90 pontos, incluindo os indivíduos com diâmetro a partir de 10 cm à altura de 1,30 metro do solo (DAP). Foram obtidos os parâmetros fitossociológicos usuais de frequências relativa e absoluta, densidades relativa e absoluta, dominâncias (área basal) relativa e absoluta, além do valor de cobertura (VC, que atribui pesos iguais para número de indivíduos e biomassa) e valor de importância (VI, que usa densidade e frequência, e portanto atribui peso maior para número de indivíduos), de acordo com MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974).

A heterogeneidade florística foi calculada segundo o índice de diversidade de Shannon & Wiener (H')

$$H' = - \sum (ni/N) * [\ln (ni/N)]$$

sendo: H' = índice de diversidade de Shannon & Wiener
 n_i = número de indivíduos da espécie i
 N = número total de indivíduos.

Para abordar estatisticamente a estrutura da comunidade, foram aplicados aos dados coletados dois modelos de distribuição de espécies: a série logarítmica e a distribuição lognormal; estes dois modelos estão descritos em KREBS (1989). A verificação da precisão dos ajustes foi feita pelo teste do Qui-quadrado (VIEIRA 1991). Na análise de dados empíricos de comunidade, inicialmente se deve plotar uma curva espécie-abundância, conhecida na literatura como “Whittaker plot”. Esta curva indica qual modelo visualmente se ajusta melhor aos dados da comunidade (KREBS 1989).

A estimativa da riqueza de espécies na comunidade foi calculada pela distribuição lognormal, pela série logarítmica e pela estimativa “Jackknife” (TUKEY 1958). Esta última é uma abordagem não-paramétrica baseada na frequência de espécies únicas (aquelas que ocorrem em apenas uma unidade amostral, seja ponto-quadrante ou parcela, cf. HELTSHE & FORRESTER 1983) observadas na comunidade, e é dada por:

$$S^* = s + (n-1)k$$

sendo: S^* : estimativa “Jackknife” da riqueza de espécies
 s : número total de espécies presentes nos n pontos-quadrantes
 n : número total de pontos-quadrantes amostrados
 k : número de espécies únicas.

A estimativa da variância “Jackknife” da riqueza de espécies é calculada por:

$$\text{var}(S^*) = (n-1/n) \left[\sum_{j=1}^s (j^2 - fj) - k^2/n \right]$$

sendo: $\text{var}(S^*)$ = estimativa da variância “Jackknife” da riqueza total de espécies
 f : número de pontos-quadrantes que contém j espécies únicas
 $(j=1,2,3...s)$
 k : número de espécies únicas
 n : número total de pontos-quadrantes amostrados.

Com esta variância, pode-se calcular o intervalo de confiança (IC) pela expressão:

$$IC = S^* \pm t_{\alpha} \sqrt{\text{var}(S^*)}$$

sendo: S^* : estimativa “Jackknife” da riqueza de espécies
 t_{α} : valor t -student para $n-1$ graus de liberdade, para valor apropriado de alfa
 $\text{var}(S^*)$ = estimativa da variância “Jackknife” da riqueza total de espécies.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a composição florística da área estudada, em ordem alfabética por família pelo sistema de Engler, a dominância relativa por família, o nome científico das espécies e seus respectivos nomes vulgares regionais. Nela, verifica-se que os 360 indivíduos amostrados distribuíram-se por 21 famílias, 32 gêneros e 40 espécies. Deste total amostrado, 23 indivíduos não puderam ser identificados (vários de uma mesma espécie), os quais acrescentariam de 5 a 7 espécies diferentes das identificadas, e ocorreram 4 indivíduos mortos. A Tabela 2 traz os parâmetros fitossociológicos obtidos para as espécies levantadas na área.

A densidade total foi de 459 árvores/ha. A dominância relativa das espécies amostradas está representada na Figura 2.

Na Figura 3 está ilustrado o “Whittaker plot” da relação espécies-abundância. A Figura 4 traz a curva dos dados observados e as curvas de ajuste à série logarítmica e à distribuição lognormal.

A estimativa “Jackknife” de riqueza de espécies é de $S^* = 40,9$, com variância de 5,5 e intervalo de confiança de 36,2 a 45,5.

O “Whittaker plot” dos dados observados, comparado às curvas teóricas (KREBS 1989:354, sua figura 10.4), sugere uma distribuição lognormal para a comunidade amostrada.

Na série logarítmica, o número estimado de espécies é de 36,8. Foram encontrados os valores $\alpha = 11,5$ com variância de $\text{var}(\alpha) = 3,3$ e o valor $x = 0,97$. Na verificação do ajuste do modelo da série logarítmica, a diferença entre valores observados e calculados foi $x^2 = 16,28$ e $\chi^2_{0,01;6} = 16,81$, respectivamente, levando à rejeição do modelo.

O cálculo da distribuição lognormal estimou um número de espécies $St = 42,1$. O valor da média é $x = 0,650212$ e a variância é de $s^2 = 0,219446$. Na verificação da precisão do modelo, o $x^2 = 9,69$ é menor que o $\chi^2_{0,1;6} = 10,64$, a diferença não é considerada significativa, e a distribuição lognormal serve como modelo de ajuste desses dados (Figura 4), como já havia sido sugerido pela Figura 3.

DISCUSSÃO

Dentre as 21 famílias amostradas, as de maior dominância foram Myrtaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae e Anacardiaceae, representando 55% da cobertura arbórea. A maior diferença em dominância foi entre a família Myrtaceae, com 17,9% de dominância, e a família Rutaceae, com 0,15% (Tabela 1).

A densidade também evidenciou maior valor para a família Myrtaceae (13,4%), seguida por Lauraceae (9,2%). Estas duas, somadas às famílias Melastomataceae (7,5%), Moraceae (6,9%) e Anacardiaceae (5,6%), perfizeram 43% da densidade de árvores ocorrentes no Morro do Timbé.

As famílias Myrtaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Moraceae e Bignoniaceae foram as que apresentaram os maiores valores de importância, podendo ser consideradas as mais expressivas na mata do Morro do Timbé. A família Elaeocarpaceae também apresentou VI e VC expressivos, devido especialmente ao grande DAP dos indivíduos de *Sloanea* que ocorreram na amostragem.

Tapirira guianensis, *Miconia cinnamomifolia* e *Calyptanthes lucida* apresentam os maiores valores de dominância na área, representando 25,9% do total da área basal entre as 40 espécies registradas. Estas espécies, somadas a *Marlierea eugeniopsoides*, *Alchornea triplinervia* e *Sloanea* sp.1, dominam 45% da área basal amostrada (Figura 2). Em densidade, destacam-se *Miconia cinnamomifolia*, *Marlierea eugeniopsoides*, *Tapirira guianensis* e *Tabebuia cassinoides*, que representam 25% dos indivíduos ocorrentes na área. A disposição das espécies possuidoras das maiores densidades repete-se, na mesma ordem, na frequência relativa (Tabela 2).

O VI indicou que *Miconia cinnamomifolia*, *Tapirira guianensis*, *Marlierea eugeniopsoides*, *Calyptanthes lucida*, *Alchornea triplinervia* e *Tabebuia cassinoides* representam as seis espécies mais importantes na área amostrada sobre o Morro do Timbé (Tabela 2). Em VC, repetiram-se as cinco primeiras espécies e *Ocotea acutifolia* aparece com o sexto maior valor de cobertura. Ainda, *Ocotea odorifera* apresentou valores de VI e VC muito próximos às dez espécies de maior destaque nestes parâmetros, podendo ser também considerada como possuidora de potencial para a revegetação da área degradada.

Casearia obliqua, *Cecropia pachystachya*, *Tabebuia cassinoides* e *Sloanea* sp.1 também estiveram entre as dez primeiras nos parâmetros calculados (com exceção de *Cecropia pachystachya* e *Tabebuia cassinoides* em dominância). Tais espécies estão distribuídas em pioneiras, secundárias e climácicas, constituindo assim importantes componentes na estrutura e desenvolvimento sucessional da vegetação.

A família Myrtaceae (expressiva em dominância, frequência e densidade na área) vem sendo considerada característica de florestas da costa brasileira (PEIXOTO & GENTRY 1990), devido à importância que assume em composição e riqueza de espécies nas formações florestais costeiras. A vegetação estudada no Morro do Timbé apresentou uma composição florística e fitossociológica em nível de família semelhante aos estudos listados na Tabela 3. Salienta-se, contudo, que o estudo de SILVA & LEITÃO FILHO (1982), realizado em mata atlântica de encosta em Ubatuba/SP, destacou como expressiva a família Rubiaceae, que na vegetação do Morro do Timbé teve pequena importância.

O índice de diversidade de Shannon & Wiener obtido para o Morro do Timbé foi de 3,72, maior que os valores encontrados em alguns estudos listados na

Tabela 4 em florestas no planalto paulista e em floresta mesófila de Londrina/PR (MARTINS 1979, SOARES-SILVA & BARROSO 1992, GIBBS *et al.* 1980). Para a floresta atlântica de encosta em Ubatuba/SP, o índice de diversidade encontrado foi superior ao da mata do Morro do Timbé. No entanto, em relação à floresta amazônica, tida como a detentora de maior diversidade florística entre as formações florestais brasileiras (RIZZINI 1963), o índice de diversidade deste trabalho assemelha-se ao reportado em mata de terra firme no Pará (BLACK *et al.* 1950).

A curva “Whittaker plot” (Figura 3) exibiu um padrão de ajuste à distribuição lognormal. Esta curva ajustada aos dados encaixa-se na curva teórica de KREBS (1989:345) a partir das espécies de abundância média à baixa, sugerindo uma amostragem irregular, em especial para as espécies mais abundantes (Figura 4). O teste do Qui-quadrado, utilizado para avaliar a aplicação da distribuição lognormal aos dados coletados, indicou que o ajuste está no limiar da rejeição, em nível de significância $\alpha=10\%$, sendo insatisfatória para $\alpha=5\%$ e $\alpha=1\%$. De acordo com observações de HUGHES (1986), este resultado pode ser consequência da imprecisão dos testes de aderência em detectar diferenças estatísticas significativas entre valores observados e calculados. Segundo CETRA *et al.* (1989), o ajuste à distribuição lognormal pode resultar da distribuição em mosaicos da comunidade, que conduz ao padrão normal de distribuição (UGLAND & GRAY 1982) ou ainda decorrer de propriedades matemáticas da distribuição lognormal.

O ajuste à distribuição lognormal permite que se use a estimativa Jackknife, que é um índice teórico de riqueza. Este índice, embora tenha a característica de superestimar o número de espécies na comunidade (HELTSCH & FORRESTER 1983), apresenta uma diferença de apenas 0,9 com o número de espécies observado. Isto pode ser evidência de riqueza de espécies expressiva na comunidade.

Para SUGIHARA *apud* MAGURRAN (1988), a proporção de comunidades com padrão lognormal de abundância de espécies é maior do que a de comunidades que descrevem uma série logarítmica. Este padrão pode ocorrer em comunidades relativamente grandes (PIELOU 1975) ou como consequência do Teorema do Limite Central, que considera que o efeito aleatório de um grande número de fatores, atuando sobre a soma de determinadas variáveis, resulta em distribuição normal destas variáveis (CETRA *et al.* 1989). Neste caso, a variável é o número de indivíduos por espécie e os fatores determinantes são todos os processos que governam a comunidade. No Morro do Timbé, a atividade de mineração pode ter sido um fator determinante representativo.

No ajuste ao modelo de distribuição lognormal, evidenciou-se uma irregularidade na distribuição das espécies, que pode estar associada à amostra pequena ou à estrutura irregular da comunidade. Em áreas florestais preservadas ou pouco impactadas, uma irregularidade na curva de distribuição lognormal seria evidência de amostragem insuficiente, porém PRESTON (1948, 1962) destaca ainda que o modelo possui desvios matemáticos que podem ser interpretados como amostragem incompleta.

A causa de a série logarítmica não se ajustar à distribuição de espécies no Morro do Timbé pode ser a mineração, que resulta na formação de ‘patches’ de maior ou menor grau de impacto, condição que segundo CETRA *et al.* (1989) propicia a formação de um modelo lognormal. Pode ainda ser uma característica da estrutura da comunidade (tamanho, estágio sucessional), o que só poderia ser testado em uma área de vegetação intacta e estrutura de comunidade semelhante.

CONCLUSÕES

Os 360 indivíduos amostrados pertencem a 21 famílias, 32 gêneros e 40 espécies; deste total amostrado, 23 indivíduos não foram identificados.

As espécies nativas sugeridas para recomposição arbórea no Morro do Timbé foram: *Alchornea triplinervia*, *Calypttranthes lucida*, *Casearia obliqua*, *Cecropia pachystachya*, *Marlierea eugeniopsoides*, *Miconia cinnamomifolia*, *Ocotea acutifolia*, *Ocotea odorifera*, *Sloanea* sp.1, *Tabebuia cassinoides* e *Tapirira guianensis*.

O índice de diversidade encontrado foi relativamente elevado, o que demonstra a importância do Morro do Timbé em termos de preservação de espécies e como área para produção de sementes destas espécies florestais.

A estimativa “Jackknife” de riqueza de espécies foi de 40,9 espécies, valor semelhante ao observado (40), o que acentua a representatividade da área em espécies, apesar da atividade humana, e corrobora a importância do Morro do Timbé em diversidade de espécies arbóreas.

O ajuste dos dados só foi aceito para a distribuição lognormal. É pouco provável que a estrutura irregular da comunidade evidenciada no modelo e o ajuste imperfeito da distribuição lognormal sejam resultado de insuficiência amostral, que é uma interpretação que advém de viés que o modelo apresenta. Assim, supõe-se que o ajuste encontrado para a área amostrada no Morro do Timbé seja resultado da exclusão de espécies que foram retiradas pela mineração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, P.C. & SINGER, E.M. 1985. Impactos ambientais na mineração. Um enfoque metodológico. In: Batalha, B.H.L. & Sílvia, A.S., orgs., **Coletânea de trabalhos técnicos sobre o controle ambiental na mineração**. Brasília, Ministério das Minas e Energia/DNPM. p.329-342.
- ATLAS DE SANTA CATARINA. 1991. Governo do Estado de Santa Catarina, Departamento de Cartografia.

- BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N.; BRAGA, T.O.; LEITE, C.A.G.; GALVES, M.L. & VASCONCELOS, M.M.T. 1990. Considerações básicas para a abordagem do meio físico em estudos de impactos ambientais. **IPT, BOL.** **56:** 9-13.
- BLACK, G.A.; DOBZHANSKI, T. & PAVAN, C. 1950. Some attempts to estimate species diversity and population density of trees in Amazonian forest. **Bot. Gaz.** **111:** 413-425.
- CAVASSAN, O.; CESAR, O. & MARTINS, F.R. 1984. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica** **7:** 91-106.
- CETRA, M.; PETRERE Jr., M.; PAGANO, S.N. & MARCO Jr., P.M. 1989. Relação espécie-abundância e diversidade de uma floresta mesófila semidecídua (Rio Claro - SP). **I Encontro Brasileiro de Ciências Naturais.** p.847-862.
- COTTAM, G. & CURTIS, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology** **37:** 451-460.
- COUTINHO, L.M. 1962. Contribuição ao conhecimento da ecologia da mata pluvial tropical. **Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. USP, Bot.** **18:** 12-19.
- FISHER, R.A.; COBERT, A.S. & WILLIAMS, C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample in an animal population. **J. Animal Ecol.** **12:** 45-58.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. & ABBOTT, R.J. 1980. Application of the point-centered quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi-Guaçu, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** **3:** 17-22.
- HELTSHE, J.F. & FORRESTER, N.E. 1983. The Jackknife estimate of species richness. **Biometrics** **39:** 1-11.
- HUGHES, R.G. 1986. Theories and models of species abundance. **Amer. Nat.** **128:** 879-899.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1978. **Mapa de vegetação do Brasil.** Brasília, Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, Departamento de Cartografia - DECAR.
- IPPUJ - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano. 1995. **Dados de Joinville 1995.** Joinville, Prefeitura Municipal de Joinville.
- KERSHAW, K.A. 1973. **Quantitative and dynamic plant ecology.** 2ed. New York, Elsevier.
- KREBS, C.J. 1989. **Ecological methodology.** New York, Harper and Row.
- MARTINS, F.R. 1979. **O método dos quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual no interior do estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga.** Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement.** London, Croom Helm.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology.** London, John Wiley & Sons.

- ODUM, E.P. 1985. **Fundamentos de ecologia**. 4ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- PEIXOTO, A. L. & GENTRY, A. 1990. Diversidade e composição florística de mata de tabuleiro na Reserva Florestal de Linhares (Espírito Santo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 13: 19-25.
- PIANKA, E.R. 1982. **Ecologia evolutiva**. Barcelona, Ediciones Omega.
- PIELOU, E.C. 1975. **Ecological diversity**. New York, Wiley.
- PIRES, J.M.; DOBZHANSKY, J. & BLACK, G.A. 1953. An estimate of the number of the trees in a Amazonian forest community. **Bot. Gaz.** 114: 467-477.
- PRESTON, F.W. 1948. The commonness and rarity of species. **Ecology** 29: 254-283.
- PRESTON, F.W. 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. **Ecology** 43: 185-215, 410-432.
- REIS, A.; REIS, M.S.; QUEIROZ, M.H.; MANTOVANI, A. & ANJOS, A. 1995. **Caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense**. Florianópolis, UFSC, Departamento de Fitotecnia & Departamento de Botânica.
- RIZZINI, C.T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-fitosociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia** 25(1): 3-64.
- RODRIGUES, R.R.; MORELLATO, L.P.C.; JOLY, C.A. & LEITÃO FILHO, H.F. 1989. Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altitudinal de mata estacional mesófila semidecídua, na Serra do Japi, Jundiá, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 12: 71-84.
- SILVA, A.F. & LEITÃO FILHO, H.F. 1982. Composição florística e estrutura de um trecho da mata atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Botânica** 5: 43-52.
- SMITH, R.S. 1974. **Ecology and field biology**. 2ed. New York, Harper & Row.
- SOARES-SILVA, L.H. & BARROSO, G.M. 1992. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná, Brasil. **Anais do 8º Congresso da SBPC**. p.101-112.
- TOMMASI, L.R. 1994. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo, CETESB & Ed. Terragraph Artes e Informática.
- TUKEY, J. 1958. Bias and confidence in not quite large samples. **Ann. Math. Sci.** 29: 614.
- UGLAND, K.L. & GRAY, J.S. 1982. Lognormal distribution and the concept of community equilibrium. **Oikos** 39: 171-178.
- VIEIRA, S. 1991. **Introdução à bioestatística**. 2ed. São Paulo, Ed. Atlas.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à empresa de mineração Cubatão Dragagens Ltda., em Joinville/SC, que financiou este estudo; ao Prof. Dr. Oswaldo César (UNESP-Rio Claro), ao Prof. MSc. Ronaldo Angelini (UEG-Anápolis) por críticas ao trabalho, e ao *referee* anônimo pela contribuição.

Tabela 1 - Táxons ocorrentes e nomes regionais registrados no levantamento fitossociológico do Morro do Timbé, município de Joinville/SC. (DoR= dominância relativa por família, em porcentagem).

Família	DoR	Nome científico	Nome popular
Anacardiaceae	8,12	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	Cupiúva
Annonaceae	0,17	<i>Annona glabra</i> L.	Corticeira
Bignoniaceae	7,82	<i>Jacaranda puberula</i> Chamisso	Jacarandá
		<i>Tabebuia cassinooides</i> (Lam.) DC.	Caxeta
Compositae	2,28	<i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén ex Malme	Vassourão
Dicksoniaceae	0,93	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hooker	Xaxim
Elaeocarpaceae	7,44	<i>Sloanea</i> sp.1	Laranjeira-branca
		<i>Sloanea</i> sp.2	Laranjeira-vermelha
Euphorbiaceae	11,04	<i>Alchornea triplinervia</i> (Sprengel) Müll. Arg.	Tanheiro
		<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baillon	Seca-ligeiro
Flacourtiaceae	4,37	<i>Casearia obliqua</i> Sprengel	Cafezeiro
Guttiferae	0,88	<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch. & Triana) Zappi	Bacupari
Lauraceae	9,38	<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	Pau-fedido
		<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	Canela-inhoçara
		<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	Canela-sassafrás
		<i>Ocotea pulchella</i> Martius	Canelinha
Leguminosae	4,46	<i>Erythrina falcata</i> Bentham	Cortiça
		<i>Inga virescens</i> Bentham	Ingazeiro
		<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	Sangueiro
		<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin & Barneby	Aleluia
Melastomataceae	8,12	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	Jacatirão
Moraceae	7,99	<i>Cecropia pachystachya</i> Tréc.	Embaúva
		<i>Ficus enormis</i> (Martius ex Miquel) Miquel	Figueira-da-folha-miúda
		<i>Ficus pertusa</i> L.f.	Figueira-da-folha-graúda
Myrsinaceae	0,21	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	Capororoca
Myrtaceae	17,85	<i>Calyptanthus lucida</i> Martius ex DC.	Guamirim-ferro
		<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	Grumixama
		<i>Eugenia convexinervia</i> Legrand	Piúna
		<i>Eugenia involucrata</i> DC.	Cerejeira
		<i>Marierea eugeniopsoides</i> (Legrand & Kausel) Legrand	Guamirim-branco
		<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá-branco
		<i>Psidium longipetiolatum</i> Legrand	Araçá-vermelho
Nyctaginaceae	1,08	<i>Guapira opposita</i> (Vellozo) Reitz	Maria-moal
Palmae	2,75	<i>Attalea dubia</i> (Martius) Burret	Coco-indaial
		<i>Euterpe edulis</i> Martius	Palmito
		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Chamisso) Glassman	Coqueiro
Rubiaceae	0,17	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem. & Schult.	Baga-de-macaco
Rutaceae	0,15	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-porca
Sapindaceae	0,88	<i>Matayba guianensis</i> Aublet	Miguel-pintado
Sapotaceae	0,78	<i>Manilkara subsericea</i> (Martius) Dubard	Maçaranduva

Tabela 2 - Espécies amostradas na mata sobre o Morro do Timbé, município de Joinville/SC e seus parâmetros fitossociológicos. (n = número de indivíduos; FR = frequência relativa; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura).

Espécie	n	FR	DR	DoR	VI	VC
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	27	9,2	7,50	8,12	24,8	15,62
<i>Marlierea eugeniopsoides</i>	24	8,2	6,67	6,80	21,7	13,47
<i>Tapirira guianensis</i>	20	6,9	5,56	9,98	22,4	15,54
<i>Tabebuia cassinoides</i>	19	6,5	5,28	3,98	15,8	9,26
<i>Ocotea acutifolia</i>	16	5,5	4,44	5,14	15,1	9,58
<i>Cecropia pachystachya</i>	16	5,5	4,44	2,80	12,7	7,24
<i>Alchornea triplinervia</i>	15	5,1	4,17	6,78	16,1	10,95
<i>Casearia obliqua</i>	15	5,1	4,17	4,37	13,6	8,54
<i>Calyptranthes lucida</i>	12	4,1	3,33	7,82	15,3	11,15
<i>Ocotea odorifera</i>	11	3,8	3,06	3,95	10,8	7,01
<i>Inga virescens</i>	9	3,1	2,50	2,57	8,2	5,07
<i>Sloanea</i> sp.1	9	3,1	2,50	5,59	11,2	8,09
<i>Jacaranda puberula</i>	8	2,7	2,22	3,84	8,8	6,06
<i>Pera glabrata</i>	8	2,7	2,22	4,26	9,2	6,48
<i>Ficus enormis</i>	7	2,4	1,94	4,43	8,8	6,37
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	7	2,4	1,94	2,28	6,6	4,22
<i>Dicksonia sellowiana</i>	6	2,1	1,67	0,93	4,7	2,60
<i>Eugenia brasiliensis</i>	6	2,1	1,67	1,32	5,1	2,99
<i>Guapira opposita</i>	6	2,1	1,67	1,08	4,9	2,75
<i>Nectandra oppositifolia</i>	5	1,7	1,39	0,17	3,3	1,56
<i>Sloanea</i> sp.2	4	1,4	1,11	1,85	4,4	2,96
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	4	1,4	1,11	1,19	3,7	2,30
<i>Attalea dubia</i>	4	1,4	1,11	1,18	3,7	2,29
<i>Pterocarpus violaceus</i>	4	1,4	1,11	1,40	3,9	2,51
Indivíduos mortos	4	1,4	1,11	1,10	3,6	2,21
<i>Garcinia gardneriana</i>	4	1,4	1,11	0,88	3,4	1,99
<i>Senna multijuga</i>	3	1,0	0,83	0,39	2,2	1,22
<i>Euterpe edulis</i>	3	1,0	0,83	0,38	2,2	1,21
<i>Matayba guianensis</i>	3	1,0	0,83	0,88	2,7	1,71
<i>Psidium longipetiolatum</i>	2	0,7	0,56	0,54	1,8	1,10
<i>Ficus pertusa</i>	2	0,7	0,56	0,76	2,0	1,32
<i>Manilkara subsericea</i>	2	0,7	0,56	0,78	2,0	1,34
<i>Eugenia involucrata</i>	2	0,7	0,56	0,26	1,5	0,82
<i>Myrsine coriacea</i>	2	0,7	0,56	0,21	1,5	0,77
<i>Ocotea pulchella</i>	1	0,3	0,28	0,12	0,7	0,40
<i>Psidium cattleianum</i>	1	0,3	0,28	0,42	1,0	0,70
<i>Annona glabra</i>	1	0,3	0,28	0,17	0,8	0,45
<i>Erythrina falcata</i>	1	0,3	0,28	0,10	0,7	0,38
<i>Eugenia convexinervia</i>	1	0,3	0,28	0,69	1,3	0,97
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	0,3	0,28	0,15	0,7	0,43
<i>Posoqueria latifolia</i>	1	0,3	0,28	0,17	0,8	0,45

Tabela 3 - Famílias mais expressivas em diferentes formações florestais brasileiras.

Tipo de mata/Fonte	Famílias destacadas	Região
Floresta mesófila semidecídua /GIBBS <i>et al.</i> (1980)	Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrtaceae, Rubiaceae e Rutaceae	Planalto Paulista
Mata atlântica de encosta /SILVA & LEITÃO FILHO (1982)	Euphorbiaceae, Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae, Palmae e Rubiaceae	Ubatuba/SP
Mata neotropical de tabuleiro /PEIXOTO & GENTRY (1990)	Bignoniaceae, Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae e Sapotaceae	Linhares/ES
Floresta mesófila /SOARES- SILVA & BARROSO (1992)	Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae e Myrtaceae	Londrina/PR, no Planalto da Província da Mata Atlântica
Floresta ombrófila densa da encosta atlântica (este estudo)	Myrtaceae, Melastomataceae, Bignoniaceae, Moraceae, Lauraceae e Euphorbiaceae	Mata Atlântica, em Joinville, Santa Catarina

Tabela 4 - Tabela comparativa de alguns índices de diversidade de Shannon & Wiener para diferentes formações florestais do Brasil.

H'	Vegetação/Fonte	Região
3,16	Floresta ciliar (GIBBS <i>et al.</i> 1980)	Mogi-Guaçu/SP
3,50	Floresta mesófila (CAVASSAN <i>et al.</i> 1984)	Parque Estadual de Bauru/SP
3,63	Floresta do planalto paulista (SMITH 1974)	Mata de Capetinga, Parque Estadual de Vassununga/SP
3,69	Floresta mesófila (SOARES-SILVA & BARROSO 1992)	Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina/PR
3,72	Mata amazônica de terra firme (BLACK <i>et al.</i> 1950)	Belém/PA
3,83	Mata amazônica de terra firme (BLACK <i>et al.</i> 1950)	Tefé/AM
3,94	Mata estacional mesófila semidecídua (RODRIGUES <i>et al.</i> 1989)	Serra do Japi/SP
4,07	Mata atlântica de encosta (SILVA & LEITÃO FILHO 1982)	Ubatuba/SP
4,3	Mata amazônica de várzea (PIRES <i>et al.</i> 1953)	Castanhal/PA
3,72	Mata atlântica de encosta (este estudo)	Morro do Timbé, Joinville/SC

Figura 1: Localização de Joinville (SC) e, na seta, detalhe do Morro do Timbé.

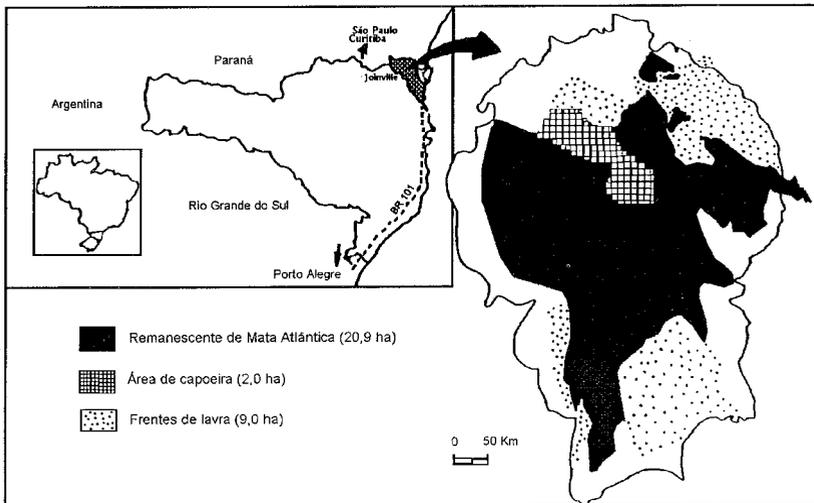


Figura 2: Dominância relativa das espécies amostradas na mata atlântica sobre o Morro do Timbé, em Joinville/SC. Errata: no eixo X, onde se lê *Z. rhoifolium* (segundo nome à esquerda no eixo), leia-se *M. cinnamomifolia*; onde se lê *C. concina*, leia-se *C. lucida*; onde se lê *C. brasiliensis*, leia-se *M. eugeniopsoides*; onde se lê *E. sylvestris*, leia-se *E. brasiliensis*; onde se lê *M. elaeagnoides*, leia-se *M. guianensis*.

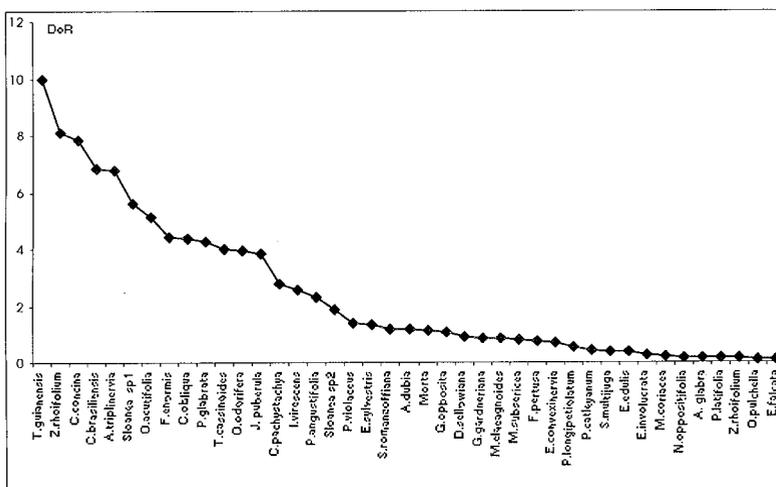


Figura 3: “Whittaker plot” da relação espécies-abundância dos dados coletados para a formação florestal de mata atlântica do Morro do Timbé, Joinville/SC.

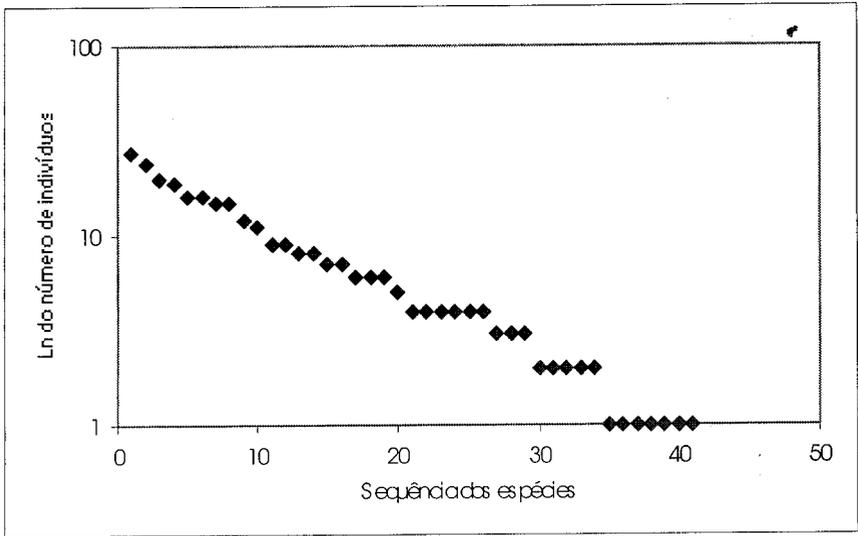


Figura 4: Dados observados das espécies arbóreas florestais ocorrentes sobre o Morro do Timbé ajustados aos modelos de distribuição de espécies.

