

Copyright 2003, Vanda Carneiro de Claudino Sales
Direitos cedidos para esta edição para à
Expressão Gráfica e Editora
Rua João Cordeiro, 1285. CEP 60110-300
Fortaleza, Ceará
Fone: (85) 253.2222 Fax: (85) 253. 4022

Capa
Noix

Editoração
Alfredo Júnior

Tradução de artigos Inglês/Português
Rômulo Claudino Rodrigues Costa
Pedro F.C. Santos
Rodrigo Bonet
Vanda Claudino-Sales

Ficha Catalográfica

E398 Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação. Vanda Claudino-Sales (organizadora). Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003. 392 p., com bibliografia

ISBN: 8590039543 - X

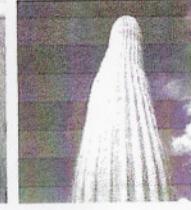
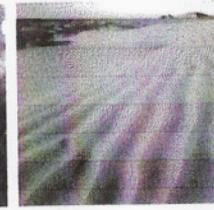
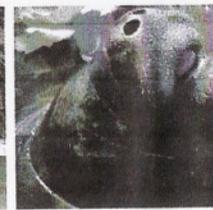
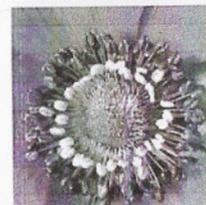
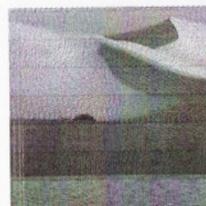
1. Ecosistemas brasileiros. 2. Biomas brasileiros. 3. Degradação e conservação ambiental. I. Título

CDD: 577.09-81

Todos os direitos reservados. A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja ela total ou parcial, constitui violação da Lei número 5.988

Organização
Vanda Claudino-Sales

Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação



EXPRESSÃO GRÁFICA

Regimes de Luz em Florestas Estacionais Semidecíduais e Suas Possíveis Conseqüências

Prof. Dr. Sergius Gandolfi
Depto de Ciências Biológicas
Esalq/USP

Introdução

A percepção de que as florestas naturais encontram-se organizadas em mosaicos, introduziu um novo olhar sobre velhos e novos problemas existentes no estudo dessas formações, representando um marco importante na forma de se descrever e se entender a sua composição, estrutura e dinâmica (Watt, 1947; Whitmore, 1990).

Numa de suas formulações mais simples o mosaico existente dentro das florestas é visto como sendo composto por manchas de fase de clareira, de fase de construção e de fase madura, que se substituem dentro de uma seqüência pré-determinada. A queda ou quebra de uma árvore do dossel, em uma mancha de fase madura, levaria ao surgimento de uma mancha de fase de clareira.

Com o passar do tempo, a clareira assim formada, seria preenchida por espécies arbustivo-arbóreas exigentes em luz, e a medida que o seu interior fosse sendo sombreado pelo crescimento dessas árvores, haveria uma gradual substituição dessas espécies mais dependentes em luz por outras, mais tolerantes à sombra.

O fechamento provisório da clareira por espécies dependentes de luz, e depois, por espécies mais tolerante à sombra, levaria então, a antiga clareira a se transformar numa mancha de fase de construção. Durante todo o período em que a clareira se encontrava aberta e também quando ela já se encontra fechada, espécies ainda mais tolerantes à sombra cresceram muito lentamente, até atingir o dossel, quando a mancha de fase de construção se converte, de novo, numa mancha de fase madura.

Nessa interpretação, o processo de auto-perpetuação da comunidade florestal se baseia na existência de diferentes ambientes dentro da floresta, nos quais estariam presentes diferentes regimes de luz, que seriam explorados por distintos grupos de espécies, que apresentariam uma capacidade diferencial de sobreviver, e de se desenvolver nesses locais.

Dessa forma, a luz é atribuída uma importância fundamental na estruturação das florestas tropicais úmidas, e conseqüentemente de seus mosaicos (Chazdon & Pearcy, 1991).

A aceitação dessa visão fez com que a descrição dos regimes de luz dentro das florestas, a descrição das respostas e da adaptação das espécies arbustivo-arbóreas a esses regimes e a descrição dos processos de gradual substituição dessas espécies no tempo passassem a ser de suma importância para compreensão da dinâmica florestal, pois seriam a chave para a compreensão da regeneração dessas comunidades e da manutenção de sua fantástica biodiversidade (Gandolfi, 1991; Whitmore, 1989).

Nos últimos 20 anos boa parte da literatura relativa a dinâmica das florestas tropicais, tem estado assim, direta ou indiretamente relacionada ao fator luz.

No entanto, a luz é um dos fatores mais complexos e difíceis de serem descritos, em especial dentro de florestas, pois apresenta aí uma imensa variação temporal e espacial, e embora hoje estejam disponíveis equipamentos sofisticados, que permitem a realização de medidas diretas (sensores de radiação), ou a obtenção de estimativas indiretas (p.ex.: fotos hemisféricas) da radiação incidente num dado trecho de uma floresta, ainda assim, é muito restrita a nossa capacidade de descrever os regimes de luz em que vivem as plantas localizadas nas diferentes manchas do mosaico de uma floresta.

Apesar dessas limitações pelo menos três regimes de luz foram já identificados nas Florestas Tropicais Úmidas; altos níveis de radiação no centro das clareiras médias e grandes, níveis altos de sombreamento no sub-bosque e níveis intermediários de luz, nas regiões de transição entre as clareiras e o sub-bosque vizinho, em clareiras parcialmente preenchidas, ou em pequenas clareiras.

Apesar de divergências quanto à nomenclatura a ser empregadas, nas florestas tropicais pelo menos três grupos ecológicos de espécies, ou categorias sucessionais, tem sido usados para descrever as espécies que se adaptam às distintas condições de luz disponíveis nessas florestas. Estas espécies corresponderiam a diferentes estratégias de regeneração, ou seja, espécies pioneiras necessitariam de níveis mais elevados de luz para sua sobrevivência e crescimento, e assim, normalmente ocorreriam nas clareiras, as secundárias iniciais, espécies capazes de explorar níveis intermediários de luz, explorariam as regiões de transição entre as clareiras e o sub-bosque, as pequenas clareiras e as clareiras em preenchimento, e por fim, as clímax, espécies adaptadas a germinar e se desenvolver em condições de grande sombreamento, que poderiam permanecer todo seu ciclo de vida no sub-bosque ou então crescer até atingir o dossel (Whitmore, 1996).

Do cruzamento das informações sobre os padrões de luz no mosaico florestal e da distribuição das espécies das diferentes categorias sucessionais, surgem as observações e interpretações de que nas Florestas Tropicais Úmi-

das, à medida em que as manchas de clareira, vão se convertendo em manchas de construção e essas em manchas maduras, ocorreria normalmente uma gradual substituição das espécies pioneiras, pelas secundárias iniciais e dessas pelas clímax.

Buscando estender essa visão de mosaico sucessional e dinâmica florestal, proveniente das Florestas Tropicais Úmidas, às Florestas Estacionais Semidecíduais paulistas, vários autores vêm classificando as espécies arbustivo-arbóreas dessas florestas em grupos ecológicos, e através deles tem procurando entender a regeneração natural dessas florestas (Gandolfi 1995, 2000).

Dentre muitos os fatores que afetam os regimes de luz numa floresta, podemos listar: a posição geográfica (latitude, altitude, etc.) o relevo (topografia, declividade, face de exposição, etc.) o clima (precipitação, nebulosidade, etc.) a composição e estrutura da floresta (mosaico, formas de vida, altura do dossel, justaposição das copas, densidade da folhagem, etc.), a fenologia das espécies (deciduidade, etc.) entre outros.

Considerados todos esses fatores e sua ocorrência, pode-se presumir, que as Florestas Estacionais, sejam elas Decíduas, Semidecíduas, ou Perenifólias, devem apresentar regimes de luz e dinâmica distintos daqueles das Florestas Tropicais Úmidas.

Resultados e Discussão

Embora inexistam no Brasil estudos sobre os regimes de luz das Florestas Estacionais Decíduas e Perenifólias (Ivanauskas, 2000, 2002), já existe pelo menos um estudo realizado numa Floresta Estacional Semidecidual da Reserva Municipal da Mata de Santa Genebra, no município de Campinas (São Paulo, Brasil, 22° 49' S e 47° 06' WG).

Esse estudo foi desenvolvido durante um ano (1994/1995), em três trechos dessa floresta que apresentava distintos graus de perturbação e diferentes estruturas de comunidade, sendo descritos em cada uma deles os regimes de luz das clareiras, do sub-bosque sob dossel perenifólio e do sub-bosque sob dossel decíduo.

Em cada área, utilizaram-se oito sensores de PAR acoplados a um registrador, este registrava, em um dia por mês, das 9:30 as 17:00 h, amostras tomadas simultaneamente a cada 1 minuto e em outro dia, médias de amostras coletadas ao longo de 5 minutos.

Na maioria das áreas de sub-bosque estudadas a maior parte dos registros obtidos foram inferiores a 10 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de PPFD, enquanto nas clareiras a maior parte dos registros esteve acima desse valor.

Considerados todas as áreas, os máximos valores de PPFD total diária

variaram no sub-bosque sob dossel perenifólio entre 0,67 e 2,8 mol .m⁻².d⁻¹, no sub-bosque sob dossel decíduo entre 1,43 e 10,90 mol .m⁻².d⁻¹ e nas clareiras 4,0 e 23,71 mol .m⁻².d⁻¹.

As áreas de sub-bosque sob dossel decíduo apresentaram na maior parte do ano regimes de luz semelhantes aos do sub-bosque sob dossel perenifólio, no entanto, quando as árvores do dossel sobre os sensores estiveram decíduas, esses registraram regimes de luz semelhantes ao de algumas clareiras (Clareiras de Deciduidade).

Essa penetração de luz através das copas decíduas de árvores do dossel resultou em incrementos na PPFD total diária e nos "sunflecks" recebidos no sub-bosque sob a árvore decídua, mas também, em aumentos nos níveis de radiação difusa de fundo nas áreas de sub-bosque sob dossel perenifólio vizinhas.

Esses dados indicam a existência nessas florestas de um quarto regime de luz, não descrito para as Florestas Tropicais Úmidas, o regime do sub-bosque sob dossel decíduo, provavelmente de grande relevância nessa formação, uma vez que mais de 50% das espécies arbustivo-arbóreas dessas florestas podem ser decíduas.

Consideradas os três trechos estudados, a latitude, a deciduidade e a declividade foram os principais fatores que determinaram os regimes de luz observados nessa floresta.

A presença de uma maior variação e heterogeneidade na disponibilidade de luz no sub-bosque dessa floresta semidecídua, sugere que a dinâmica e as adaptações das espécies arbustivo-arbóreas existentes nessa formação, devam ser diferentes daquelas descritas para as Florestas Tropicais Úmidas, o mesmo podendo-se inferir para as demais Florestas Estacionais.

Surge assim, a necessidade de se documentar nas demais Florestas Estacionais os regimes de luz nelas existentes, bem como em todas elas, de se desenvolver modelos de regeneração florestal efetivamente adequados as características ecológicas de cada uma delas.

Vale salientar ainda que a existência de distintos regimes de luz sob árvores perenifólias e decíduas do dossel, aliadas a observações de campo, sugerem que as árvores do dossel numa Floresta Estacional Semidecidual, podem estar agindo como "Filtros da Biodiversidade", para as plantas e outros organismos que se desenvolvem sob elas (Gandolfi, 2000).

Muitas informações existentes na literatura tem provado que árvores modificam não apenas os níveis de radiação sob si, mas podem em relação a aspectos como chuva de sementes, predação, solos, alelopatia, macrofauna de solo, microorganismos, etc., criar condições específicas sob e dentro da projeção

das suas copas, mostrando que essa hipótese de uma filtragem específica exercida pelo dossel, encontra repercussão na literatura já existente e que esse efeito pode estar presente em muitas outras formações florestais (Zinke, 1962, Chou & Yam-Lun, 1986; Facelli & Pickett, 1991, Cintra, 1997; Dobson & Crawley, 1994; Jones et al., 1997, Wardle & Lavelle, 1997)

O efeito de filtragem pode ser oriundo de condições abióticas determinadas por cada árvore-filtro, por uma chuva de sementes específica, determinada pela fenologia e oferta de recurso característica de cada árvore-filtro, pelo ataque de patógenos e predadores associadas a cada espécie-filtro, ou pelo conjunto de todas essas causas. (Vázquez-Yanez, et al., 1990; Molofsky & Augspurger, 1992, Metcalfe. & Turner, 1998).

Esse efeito de filtragem, poderia assim, determinar quais indivíduos e espécies iriam sobreviver no sub-bosque sob os diferentes filtros que constituem o dossel, podendo influenciar a densidade e a composição de espécies do banco de plântulas, dos juvenis e dos adultos, determinando inclusive os seus padrões espaciais.

Embora o efeito de filtragem não necessariamente se restrinja ao dossel (George & Bazzaz, 1999a,b), este fato não quer dizer que o dossel não possa ser o filtro principal da floresta, uma vez que a sua influência agiria durante anos ou décadas.

Dessa forma, o efeito filtro exercido pela composição e estrutura do dossel atual, poderia condicionar não apenas a biodiversidade atual, mas inclusive a biodiversidade do futuro dossel da floresta.

Essa hipótese de trabalho não contraria as observações que até aqui tem sido feitas sobre as fases de clareira e construção do ciclo de regeneração florestal, apenas refinam e complementam a dinâmica da fase madura.

Conclusão

Abrem-se assim, novas perspectivas para a criação de modelos mais adequados à dinâmica das Florestas Estacionais brasileiras, quer seja, pelo detalhamento dos regimes de luz específicos a cada uma delas, e das respostas das espécies arbustivo-arbóreas a esses regimes, quer seja pela exploração da idéia de que as árvores do dossel funcionam como "Filtros da Biodiversidade" e que outros mosaicos, além dos já descritos poderiam estar condicionando, a composição, estrutura e dinâmica dessas florestas.

Referências Bibliográficas

- CHAZDON, R.L. & PEARCY, R.W. (1991). The importance of sunflecks to forest understory plants. *BioScience* 41(11):760-766.
- CHOU, C-H. & YAM-LUN, K. (1986) Allelopathic research of subtropical

vegetation in Tawain - III: Allelopathic exclusion of understorey by *Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Journal of Chemical Ecology* 12(6):1431-1448.

CINTRA, R. (1997) Leaf litter effects on seed and seedling predation of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 13:709-725.

DOBSON, A. & CRAWLEY, M. (1994) Pathogens and the structure of plant communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9(10): 393-397.

FACELLI, J.M. & PICKETT, S.T.A. (1991a) Plant litter: Its dynamics and effects on Plant community structure. *The Botanical Review* 57(1):1-32.

GANDOLFI, S. (2000). *História Natural de uma Floresta Estacional Semidecidual no Município de Campinas (São Paulo, Brasil)*. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Vol. 1 e 2, 520p.

GANDOLFI, S. (1991) *Estudo florístico e Fitossociológico de uma floresta residual na Área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos, SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campina, SP. 232 p.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F. & BEZERRA., C.L.F. (1995) Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos. *Revista Brasileira de Biologia* 55(4): 753-767

GEORGE, L.O. and BAZZAZ, F. A. (1999a) The fern understory as an ecological filter: Emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology* 80(3):833-845.

GEORGE, L.O. and BAZZAZ, F. A.. (1999b) The fern understory as an ecological filter: Growth and survival of canopy-tree seedlings. *Ecology* 80(3):846-856

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R. (2000) Florística e fitossociologia de remanescentes de floresta estacional decidual em Piracicaba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23(3):291-304

IVANAUSKAS, N.M. (2002) *Estudo da vegetação na área de contato entre formações florestais em Gaúcha do Norte, MT*. Tese de Doutorado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

JONES, C.G.; LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. (1997) Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78(7):1946 - 1957.

METACALFE, D. J. & TURNER, I. M. (1998) Soil seedbank from lowland rain forest in Singapore: canopy-gap and litter-gap demanders. *Journal of*

Tropical Ecology 14:103-108.

MOLOFSKY, J. & AUGSPURGER, C.K. (1992). The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology* 73(1): 68-77.

VÁZQUEZ-YANEZ, C. OROSCO-SEGOVIA, A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO, M.E.; HUANTE, P.; TOLEDO, J.R. & BARRADAS, V.L. (1990) Light Beneath the litter in a tropical forest: Effect on seed germination. *Ecology* 75(1):1952-1958.

WARDLE, D. A. & LAVALLE, P. (1997) Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. *In*: CADISCH, G. & GILLER, K.E. *Driven by Nature: Plant litter quality and decomposition*. CAB International, p.107-124.

WATT, A.S. (1947) Pattern and process in plant community. *Journal of Ecology* 35:1-22.

WHITMORE, T.C. (1996) A review of some aspects of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. *In*: SWAINE, M.D. (ed.) *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man & Biosphere Series; Vol. 18), UNESCO and The Parthenon Publishing. Group Ltda, Paris, France, p. 3- 39.

WHITMORE, T.C. (1990). *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Oxford University Press, Oxford, England. 226 p.

WHITMORE, T.C. (1989) Forty years of Rain Forest ecology 1948-1988 in perspective. *GeoJournal* 19(4):347-360.

ZINKE, P. J. (1962) The pattern on influence of individual forest trees on soil properties. *Ecology* 43(1):