



# ASPECTOS DA ECOLOGIA DAS CLAREIRAS NATURAIS EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA.

S.F.Laurito<sup>1</sup>;

R.N.Baldoni<sup>1</sup>; M.Alcalá<sup>1</sup>; A.Muller<sup>1</sup>; I.A.D.Blegini<sup>1</sup>; T.A.S.Silva<sup>1</sup>; F.C.S.Tibério<sup>1</sup>; G.Ciocheti<sup>2</sup>; D.M.Silva Matos<sup>1</sup>

1 - Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Botânica, Laboratório de Ecologia e Conservação, Rodovia Washington Luis, km 235 Caixa Postal 676 CEP: 13.565 - 905 São Carlos, SP, Brasil. Tel.: 16 3351 8385-e - mail: salaurito@hotmail.com

2 - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia-Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação (LEPaC), Rua do Matão, Travessa 14 n<sup>o</sup>. 321, Cidade Universitária, 05508 - 900, São Paulo, Brasil.

## INTRODUÇÃO

As Florestas Tropicais são formadas por um mosaico de manchas espacialmente relacionadas entre si criadas através de distúrbios naturais (19, 1, 4). As mudanças ocorridas na estrutura de uma floresta têm como principal causa a formação de clareiras naturais, que podem surgir em decorrência da queda de árvores e/ou galhos (3).

As clareiras de natureza estocásticas geram imediato e importante aumento da duração e intensidade da luz solar no estrato mais baixo da floresta (2). Assim, à medida que seu interior é sombreado, há uma gradual substituição dessas espécies mais dependentes de luz por outras mais tolerantes à sombra (6). A abertura no dossel varia em tamanho e frequência de ocorrência tanto no tempo quanto no espaço, estimulando a regeneração natural de muitas espécies intolerantes à sombra conhecidas como espécies típicas de clareiras (12).

A regeneração destas clareiras naturais pode ocorrer de várias formas, sendo as principais estratégias: i) rebrota lateral das árvores do entorno; ii) rápido crescimento de espécies anuais; iii) banco de plântulas iv) germinação de banco de sementes; v) espécies migrantes pós distúrbio, via processos de dispersão da vegetação circundante (10,11).

Além da variação nas características da luz, outro fator que determina mudanças estruturais e espaciais importantes dentro da comunidade é o regime de queda. A abertura no dossel pode ocorrer através da morte da árvore em pé, quebra ou desenraizamento da árvore, interferindo diretamente no sucesso de seus colonizadores (15, 5).

No estudo da dinâmica de clareiras é possível encontrar diversas formas de delimitação da área afetada pela abertura no dossel, pois a clareira pode ser definida de maneiras diferentes e a adoção de critérios na sua delimitação e mensuração levará a resultados muito distintos (13). A demarcação das clareiras pode ser determinada segundo a definição proposta por Runkle (1981): “A clareira é uma

área do solo sob a abertura do dossel, delimitada pelas bases das árvores de dossel que circundam a abertura do mesmo”. Essa área no solo, no entanto, é maior e tem limites distintos daquela observados na abertura do dossel. Segundo o autor, as árvores do dossel com alturas entre 10 e 20 m e diâmetro maior que 25 cm permitiriam delimitar a clareira, sendo consideradas como “árvores do seu entorno”, embora não pertencentes a ela. Porém, considerando que entre diferentes formações florestais existem trechos em que a altura máxima do dossel é muito variada, esse limite superior do dossel deveria ser definido com base na observação da floresta.

Reconhecendo a importância das clareiras na dinâmica de regeneração florestal e diante da escassez de valores referenciais em Floresta Estacional Semidecídua, buscou - se uma adaptação metodológica para entender se fatores ambientais como distância da borda do fragmento e proximidade do curso d'água podem influenciar a formação, tamanho e distribuição espacial das clareiras.

## OBJETIVOS

Sabendo que fatores históricos e ecológicos podem ser responsáveis pelo padrão de clareiras observado na floresta em estudo, o presente trabalho tem como objetivo identificar as clareiras naturais, as causas determinantes para a sua formação, a distribuição espacial e avaliar seus possíveis efeitos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Semidecídua, na Fazenda Canchim, de propriedade da Embrapa Pecuária Sudeste-CPPSE, com aproximadamente 112 ha (8). A reserva está localizada no município de

São Carlos, SP, entre as coordenadas geográficas de 21°55' e 22°00' S e 47°48' 47°52' O (16). A região de São Carlos apresenta sazonalidade marcada por estação chuvosa de outubro a março e estação seca de abril a setembro. O clima é de transição entre Cwa - Aw, segundo a classificação de Köppen (18).

O relevo da reserva apresenta topografia plana levemente ondulada e altitude média de 850m (14). O dossel varia entre 7 e 25 m, sem estratificação, sendo comum a ocorrência de lianas e árvores caídas que abrem clareiras na mata (7). A área apresenta diversas espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo (16), indicando a necessidade de aumentar os estudos na área, para subsídio de futuras ações de manejo e conservação.

No local de estudo, foi amostrada uma área contínua de aproximadamente 5 ha. A área foi georreferenciada para alocação das clareiras em imagem de satélite. Para tanto, a amostragem das clareiras seguiu a definição proposta por Runkle (1981), com adaptações.

Os vértices dos polígonos que representam as clareiras foram determinados pelas árvores com mais de 10 cm de DAP. Desta forma ia - se seguindo a linha de árvores, que demarcavam a clareira, e sempre que esta mudava significativamente de direção, um vértice era marcado. Os pontos foram obtidos em um GPS (GPSMAP, 60CSx, Garmin). Foi utilizada uma imagem QuickBird (0,6 m de resolução) ortorretificada para o mapeamento das clareiras. Os polígonos foram criados no programa ArcGis 9.3 (Esri). Para a classificação segundo uma ordem de tamanho, as clareiras encontradas foram separadas convencionalmente em três classes de tamanho: Clareiras pequenas (10 m<sup>2</sup>-100 m<sup>2</sup>); Clareiras médias (101 m<sup>2</sup>-500 m<sup>2</sup>) e Clareiras grandes (> 500 m<sup>2</sup>). Foram identificadas as possíveis causas das aberturas no dossel. Para isso consideramos, árvores caídas com e sem raiz, árvores mortas em pé, quebra de galhos, além da porcentagem de infestação de bambus e lianas no interior das clareiras. A partir destas observações atribuímos índices de regeneração (IR) a partir de categorias sucessionais: (1) Estágio sem regeneração do sub - bosque; (2) Estágio de regeneração inicial do sub - bosque com a presença de plântulas e lianas; (3) Estágio de regeneração com árvores menores que 5 m de altura; (4) Estágio de regeneração com árvores do sub - bosque maiores que 5 m de altura.

Uma análise de regressão linear foi utilizada para estimar a significância das relações entre as seguintes variáveis: i) área e distância da borda do fragmento; ii) área e distância ao curso d'água mais próximo; iii) área e IR; iv) IR e distância ao curso d'água; v) IR e distância da borda. As métricas foram calculadas por meio do programa Fragstats.

## RESULTADOS

### Resultados

Foram identificadas 32 clareiras de origem estocástica, representadas por 6,4 clareiras/ha. Estas apresentam áreas entre 13 e 2.292 m<sup>2</sup>, das quais 46,8% são pequenas, 40,6% médias e 12,5% grandes. O conjunto de clareiras encontradas soma aproximadamente 18% (0,8993 ha) da área de

estudo. Deste total, 61% são representados por clareiras grandes e 39% por clareiras médias e pequenas.

Em relação aos índices de regeneração, as clareiras pertencentes ao nível 1 contribuíram com 60,6% da área total de clareiras, já o nível 2, com 17,7%; as de nível 3 apresentaram um valor de 13,4%, e as clareiras de nível 4 contribuíram com 8,3%.

Entre as causas encontradas nas áreas de clareiras, a de maior ocorrência foi a queda de árvore sem enraizamento (50%); em seguida, a queda de árvore com raiz aparente (17,7%); após a quebra de galhos (11,8%) e finalmente com uma ocorrência menos predominante, a causa de árvore morta em pé (3%). Algumas clareiras não puderam ser classificadas de acordo com a causa da abertura, portanto 17,7% foram classificadas como indefinidas.

Em clareiras de nível de regeneração 1, a ocorrência de bambu foi de 85%; em clareiras de nível 2, foi de 30,5%, em clareiras de nível 3, foi de 22,5% e em clareiras de nível 4, foi de 19,3%.

Nas clareiras de nível 1 encontrou - se uma média de 32,5% de infestação por lianas; nas clareiras de nível 2, a média foi de 52,8 %; nas clareiras de nível 3 foi 28,5 %; e nas de nível 4 a porcentagem foi de 20,7 %.

A análise de regressão linear demonstrou uma relação negativa entre área da clareira e distância do rio ( $p=0.0003$ ,  $R^2_{adj}=0,38$ ) e entre o índice de regeneração das clareiras e sua área ( $p=0.0008$ ,  $R^2_{adj}=0,31$ ). Além disso, encontramos relação positiva entre índice de regeneração das clareiras e distância do rio ( $p=0.0001$ ,  $R^2_{adj}=0,45$ ) e também entre o índice de regeneração e distância da borda ( $p=0.0011$ ,  $R^2_{adj}=0,29$ ). Por outro lado, não encontramos relação clara entre a área das clareiras e distância da borda ( $p=0.1285$ ,  $R^2_{adj}=0,04$ ).

Foram encontradas em sua maioria, espécies de início de sucessão no sub - bosque da floresta. Entre elas podemos citar *Acácia sp.* (Leguminosae), *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae), *Ureca baccifera* (Urticaceae), *Pachystroma longifolium* (Euphorbiaceae), *Ocotea sp.* (Lauraceae), *Euterpe edulis* (Arecaceae), *Piper sp.* (Piperaceae), *Merostachys sp.* (Gramineae), *Croton sp.* (Euphorbiaceae). Observou - se na área de estudo que a maioria das árvores caídas pertenciam à espécie *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae), tratando - se, portanto de uma área de regeneração secundária.

### Discussão

No presente estudo as clareiras pequenas são mais frequentes, porém ocupam a menor área de clareiras do local amostrado. Esta classe de clareiras é a mais frequentemente encontrada nas florestas neotropicais úmidas, embora os tamanhos mínimos variem (3). As clareiras pequenas também regeneram mais facilmente, em princípio pela expansão lateral da copa das árvores vizinhas às clareiras e na seqüência pelo recrutamento de plântulas e banco de sementes (10). Tal fato corrobora os resultados encontrados para este fragmento, uma vez que as clareiras pequenas se apresentavam em um estágio de regeneração mais avançado. As clareiras grandes, embora em menor frequência, ocupam a maior proporção da área total de clareiras, estão mais próximas ao rio e possuem o índice de regeneração mais baixo. Assim, a correlação negativa encontrada entre

distância do rio e área das clareiras está provavelmente relacionada a fatores do meio abiótico. Lertzman *et al.*, (1996), encontraram mais clareiras originadas por fatores edáficos e topográficos do que clareiras originadas por fatores de desenvolvimento como a queda de árvores. Já no presente estudo, as clareiras com gênese em fatores abióticos ocupam a maior porcentagem da área total de clareiras, o que demonstra a relação desses componentes com a dinâmica de abertura e cicatrização das clareiras.

Além disso, nessas áreas de clareiras em declive, ao longo do corpo d' água, a alta porcentagem de colonização por bambu pode impedir sua cicatrização e manter os efeitos da abertura do ambiente por mais tempo, influenciando as árvores adjacentes à clareira (17). Esta alta abundância de bambus parece também influenciar o estágio de regeneração de clareiras com diferentes áreas: as clareiras maiores e mais próximas do rio são as que apresentam estágios de regeneração menos avançados. Podemos notar que, de forma geral, a invasão de bambus encontrada ao longo do rio pode influenciar fortemente a dinâmica e a expansão das clareiras. As clareiras mais distantes da borda da matriz (pasto) apresentam maior grau de regeneração, provavelmente pelo histórico de manejo nesta borda, que incluía a retirada de árvores e galhos caídos. Outra razão pode ser a qualidade da vegetação no entorno das clareiras, quanto mais próximas à borda, mais afetadas pelo efeito de borda está a vegetação, isso pode comprometer a regeneração por existirem menos propágulos nestas do que nas mais distantes. No entanto, o aumento da distância da borda da matriz não está relacionado com o tamanho das clareiras.

A ocorrência de lianas em abundância foi relatada em levantamentos florísticos e fitossociológicos realizados no fragmento estudado (7,16), o que também foi encontrado em nosso estudo e provavelmente seja um fator gerador da queda das árvores no local, explicando, junto com o fato de a área ser de regeneração secundária, a alta frequência das clareiras.

As espécies regenerantes encontradas nas áreas de clareiras estão presentes em outros estudos (11), algumas delas, de estágio secundário, são observadas em clareiras pequenas. Além disso, a presença de algumas espécies tardias típicas de sub - bosque nas clareiras reflete a plasticidade destas frente à variação nos regimes de luz em função da queda sazonal de folhas da floresta estacional semidecidual (11).

## CONCLUSÃO

É possível concluir que a distância da borda do fragmento e a proximidade do curso d'água, aliada à combinação da topografia e composição edáfica, possuem influência na origem, no tamanho das clareiras, e no grau de invasão por espécies dominantes. E, ainda, que a combinação da topografia e composição edáfica - influenciadas pela presença de curso d'água-possuem influência na formação, tamanho, e distribuição espacial de clareiras, tal como na sua capacidade de regeneração e grau de invasão por espécie dominante, como o bambu. Destes fatores, o que mais chama a atenção em nosso estudo é a relação de proximidade do rio com as clareiras grandes, que se encontram sem regeneração já que estão dominadas pelo bambu.

Além disso, pudemos observar que, de forma geral, os estudos com clareiras são escassos e que a falta de padronização metodológica dificulta a comparação de resultados. Sendo assim a amostragem de clareiras deveria ser feita a partir de uma área delimitada para a geração de referenciais de frequência e porcentagem de área com abertura de dossel para ambientes específicos. A frequência (6,4 clareiras /ha) e a área total ocupada pelas clareiras (cerca de 18%) encontradas neste estudo são aparentemente altas, devido o histórico de perturbação na área, mas poderiam ser usadas como referencial em futuros trabalhos em Floresta Estacional Semidecidual.

A utilização de Sistemas de Informação Geográficas (SIGs) e de programas para cálculos de métricas no mapeamento e caracterização da estrutura e composição se mostrou adequada e eficaz, o que poderia amenizar as diferenças de resultados advindas do uso de diversos métodos.

Agradecemos à CPPSE pela parceria e consentimento da realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- 1 - Brokaw, N.V.L. The definition of tree fall gap and its effect on measures of forest dynamics. *Biotropica* 14(2): 158 - 160, 1982.
- 2 - Chazdon, R. L., Fetcher, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical rain forest in Costa Rica. *Journal of Ecology* 72 (2): 553 - 564, 1984.
- 3 - Clark, D.B. The role of disturbance in the regeneration of Neotropical Moist Forests. In: Bawa, K.S., Hadley, M. (eds) *Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants*. UNESCO, The Parthenon Publishing Group, Paris, 1990, p. 291 - 315.
- 4 - Denslow, J. S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 431 - 451, 1987.
- 5 - Gale, N., Barford, A.S. Canopy tree mode of death in a Western Ecuadorian rain forest. *Biotropica*, 32 (4): 415 - 436, 1999.
- 6 - Gandolfi, S. História Natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, São Paulo, Brasil. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, UNICAMP. 2000, 520p.
- 7 - Hora, R. C., Soares, J. J. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. *Rev. Bras. de Bot.*, 25 (3):323 - 329, 2002.
- 8 - IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, 1993, 123p.
- 9 - Lertzman, K. P. Canopy gaps and landscape mosaic in a coastal temperate rain forest. *Ecology*, 77 (4):1254 - 1270, 1996.
- 10 - Lima, R.A.F. Estrutura e regeneração de clareiras em florestas pluviais tropicais. *Rev. Bras. Bot.* 28 (4): 651 - 670, 2005.
- 11 - Martins, S.V., Gleriani, J.M., Amaral, C.H., Ribeiro, T.M. Caracterização do dossel e do estrato de regeneração

natural no sub - bosque e em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

12 - Matthes, L.A.F., Martins, F.R. Conceitos em Sucessão Ecológica. Rev. Bras. de Hort. Orn., 2 (2):19 - 32, 1995.

13 - Meer, P.J. van der, Bongers, F., Chatrou, L., Riéra, B. Defining Canopy gaps in a tropical rain forest: effects on gap size and turnover time. Acta Oecologica, 15 (6): 701 - 714, 1994.

14 - Primavesi, O., Primavesi, A. C. P. A., Pedroso, A. F., Camargo, A. C., Rassini, J. B., Filho, J. F., Oliveira, J. P., Correa, L. A., Armelin, M. J. A., Vieira, S. R., Dechen, S. C. F. Microbacia hidrográfica do Ribeirão Cachim: um modelo real de laboratório ambiental. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 1999.

15 - Runkle, J.R. Gap regeneration in some old - growth forests of the eastern United States. Ecology, 62 (4): 1041 - 1051, 1981.

16 - Silva, L. A., Soares, J. J. Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP. Acta Bot.Bras., 16 (2): 205 - 216, 2002.

17 - Tabarelli, M.; Mantovani, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. Rev. Bras. Biol. 59 (2): 251 - 261, 1999.

18 - Tolentino, M. Estudo crítico sobre o clima da região de São Carlos. Concurso de monografias municipais, São Carlos, 1967, 78p.

19 - Whitmore, T.C. Tropical rain forest of the far east. Oxford, Claredon Press, 1975, 282 p.