



ESTRUTURA VERTICAL EM UMA FLORESTA TROPICAL: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Vagner Santiago do Vale

André Eduardo Gusson; Olavo Custódio Dias Neto; Ana Paula de Oliveira; Sérgio de Faria Lopes; Ivan Schiavini

Curso de Pós Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). 38405 - 312 Uberlândia, MG-Brasil. e - mail: vagnerbiosan@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As comunidades de plantas são caracterizadas por uma arquitetura tridimensional (Aiba & Kohyama 1996). As duas primeiras configuram a estrutura horizontal enquanto que a terceira está relacionada com o eixo vertical das florestas. Apesar de a estrutura horizontal ser bem caracterizada em estudos fitossociológicos, o eixo vertical é pouco explorado, sobretudo pela dificuldade em analisá-lo. Em florestas esta dificuldade é ainda maior devido à altura das árvores e mais amplificada nas regiões tropicais, onde a diversidade é grande e as espécies ficam distribuídas pelos diferentes estratos verticais.

As tentativas de se analisar a estrutura vertical em florestas não é recente. Alguns autores se utilizaram de diagramas de perfil (Richards 1939, Whitmore 1975). No entanto, trata-se de uma análise visual e qualitativa (Baker & Wilson 2000). Além deste problema, os diagramas de perfil representam apenas uma pequena fração da área estudada e pouco se pode inferir sobre a grande maioria das espécies da comunidade arbórea. Também há estudos que se utilizaram da média de altura das espécies e seu desvio padrão (Paula *et al.*, 2004); porém, a maioria dos dados das alturas das espécies não apresenta distribuição normal. Por isso, é importante a utilização de metodologias capazes de distinguir possíveis camadas verticais, com utilização dos dados de campo. Também é importante uma metodologia capaz de ser replicada, independente da floresta amostrada e, assim, poder ser utilizada como um método padrão. Como há florestas sem uma estratificação bem definida, a metodologia também deve apontar para este fator, para ser eficiente.

OBJETIVOS

Em meio à discussão sobre a possibilidade de detecção ou não dos estratos em florestas tropicais, este trabalho tem como objetivo propor uma nova metodologia, baseada em testes não paramétricos, para delimitar a estrutura vertical em florestas tropicais. Para tal, foi utilizada como estudo

de caso uma floresta estacional semidecidual localizada no Triângulo Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Estrutura vertical - Para se delimitar a presença de estratos bem definidos na floresta, primeiramente catalogou-se a altura dos indivíduos de cada espécie. Com esses dados, foram realizados diversos testes estatísticos não paramétricos de Mann Whitney entre as espécies. Os testes foram realizados “par a par” (de duas em duas espécies) e cada teste poderia ter um destes dois resultados: significativamente diferente ($p < 0,05$) ou não significativamente diferente ($p > 0,05$). O primeiro caso expressa que as espécies não ocupam o mesmo estrato e o segundo caso denota que as espécies, por não possuir diferenças significativas nas alturas, ocupam o mesmo estrato da comunidade.

Assim, todas as espécies não significativamente diferentes ocupam o mesmo estrato da comunidade enquanto todas as espécies significativamente diferentes ocupam estratos distintos. Por essa razão buscou-se organizar, a posteriori (após a realização dos testes), as espécies em grupos que não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), e, logo, ocupam o mesmo estrato da comunidade.

Por fim, analisaram-se os grupos de espécies formados. Aqueles grupos que apresentaram espécies com diferença significativa entre si ($p < 0,05$) ocupam, estatisticamente, estratos diferentes da comunidade. Ao término das análises dos grupos de espécies, separaram-se os estratos. Os testes de Mann Whitney foram realizados pelo programa SYSTAT 8.0 (Wilkinson 1998).

Área de estudo - O estudo de caso foi realizado na reserva legal da Fazenda da Mata, zona rural do município de Araguari, MG, a cerca de 25 km, em linha reta, a noroeste do centro urbano. A reserva, situada entre as coordenadas $18^{\circ}29'28''$ e $18^{\circ}30'23''$ S; $48^{\circ}22'38''$ e $48^{\circ}23'45''$ W, ocupa uma área de cerca de 200 ha e encontra-se localizada em um vale do ribeirão Água Fria (Vale 2008). A reserva é caracterizada por um gradiente florestal, que segue desde a

mata de galeria no fundo do vale, passa pela floresta estacional semidecidual a continua até a floresta estacional decidual, na porção de maior altitude. A região possui clima Aw Megatérmico, segundo a classificação de Köppen (1948), caracterizado por apresentar invernos secos e verões chuvosos, com temperatura média anual de 22°C e índice pluviométrico de aproximadamente 1600 mm/ano (Santos & Assunção 2006).

Para o desenvolvimento deste estudo utilizou-se dados provenientes do levantamento fitossociológico do componente arbóreo na floresta estacional semidecidual localizada na Fazenda da Mata (Vale 2008), localizado no vale do Rio Araguari. No estudo referido foram demarcados 1,0 ha e catalogados todos os indivíduos arbóreos vivos com circunferência a altura do peito (CAP) \geq 15 cm. Para as análises, no entanto, foram utilizados 23 espécies que apresentaram número mínimo de dez indivíduos no sítio de amostragem.

RESULTADOS

Dos 253 testes “par a par” realizados, 149 foram estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e 106 não foram significativos ($P > 0,05$). Os 106 testes não significativos demonstraram a formação de quatro grupos de espécies, relacionados a seguir: <p/ >

Três dos 107 testes agruparam três espécies com alturas muito elevadas na comunidade, *Psidium sartorianum*, *Apuleia leiocarpa* e *Cariniana estrellensis*. Outros 19 testes revelaram a formação de um grupo representado por seis espécies com altura inferior ao primeiro: *Alchornea glandulosa*, *Cordia cf. superba*, *Ceiba speciosa*, *Sweetia fruticosa*, *Casearia gossypiosperma* e *Acacia polyphylla*. Já 36 testes reuniram sete espécies com alturas inferiores aos grupos supracitados: *Eugenia florida*, *Trichilia catigua*, *Guarea guidonia*, *Inga vera*, *Nectandra megapotamica*, *Guarea kunthiana* e *Simira sampaioana*. Por fim, quinze testes agruparam seis espécies com as menores alturas na comunidade: *Trichilia claussenii*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Ardisia ambigua*, *Eugenia involucrata*, *Inga marginata* e *Urera baccifera*.

Assim, com base nos testes, as espécies foram classificadas em diferentes estratos verticais na comunidade. No entanto, para tal classificação foram feitas duas considerações: 1) como nove testes demonstraram que *Trichilia elegans* se diferencia dos grupos mais elevados e quatro testes não apresentaram diferenças significativas desta com a maioria das espécies do grupo mais baixo, a espécie foi classificada a junto com as de menores alturas na comunidade; 2) *Ceiba speciosa*, *Sweetia fruticosa* e *Acacia polyphylla*, apesar de atingirem elevadas alturas, também não foram estatisticamente diferentes das espécies do grupo abaixo e foram classificadas como pertencente aos dois grupos.

Foi perceptível, através dos testes realizados, a formação de quatro grupos distintos na comunidade. Os quatro grupos foram denominados para facilitar a discussão a seguir: “emergente”, formado pelas espécies *Psidium sartorianum*, *Apuleia leiocarpa* e *Cariniana estrellensis*; “dossel”, composto por *Alchornea glandulosa*, *Cordia cf. superba*, *Ceiba speciosa*, *Sweetia fruticosa*, *Casearia gossypiosperma* e *Acacia polyphylla*; “subdossel” representado por

Eugenia florida, *Trichilia catigua*, *Guarea guidonia*, *Inga vera*, *Nectandra megapotamica*, *Guarea kunthiana* e *Simira sampaioana* e o subosque, formado por *Trichilia claussenii*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Ardisia ambigua*, *Eugenia involucrata*, *Inga marginata* e *Urera baccifera*.

Discussão

As 23 espécies utilizadas representam 76% da densidade de indivíduos e 70% do valor de importância do estudo realizado por Vale 2008. Isto significa que, apesar de utilizar apenas espécies com mínimo de indivíduos de 10, a análise é bem representativa em termos da estrutura fitossociológica da comunidade, o que é um fator importante para futuras replicações em outras áreas.

As espécies do estrato “emergente” são importantes, pois provavelmente, representam os indivíduos mais velhos da comunidade vegetal e podem ser um indicativo da maturidade da floresta. A presença de indivíduos de grande porte representa, assim, que a floresta está em um estágio avançado de sucessão ou mesmo em um estágio clímax. Estas espécies oferecem habitats diferenciados para vertebrados, sobretudo aves. A escolha do local para nidificação de algumas espécies de aves depende da existência de indivíduos emergentes em florestas (Silveira & Belmonte 2005), o que ressalta a importância de espécies capazes de ultrapassar o dossel da comunidade arbórea.

Já a presença de um dossel bem estruturado reduz a incidência de luz nas camadas inferiores da floresta e este fato pode favorecer, através de um processo de facilitação, os grupos de espécies tolerantes a sombra. Por outro lado o dossel fechado deve ter efeito negativo no crescimento das espécies demandantes de luz, o que reduz competitivo das mesmas.

O subdossel se caracterizou por espécies incapazes de atingir o dossel da comunidade, mas, ao mesmo tempo, ainda se situam acima de espécies de pequeno porte. Por isso, este grupo de espécies deve receber intermediária quantidade de luz durante o dia e isso pode indicar que são espécies secundárias iniciais. Duas espécies deste grupo obtiveram indivíduos que atingiram o dossel da comunidade, mas este evento foi raro.

Já o subosque se mostrou bem definido. Com exceção de *Urera baccifera*, espécie pioneira que ocupou áreas de clareiras (Vale 2008), todas as demais são tolerantes à sombra e de pequeno porte, no estágio reprodutivo. Em florestas tropicais, grupos de espécies capazes de sobreviver e atingir a maturidade no subosque podem ser consideradas secundárias tardias de subosque (Gourlet - Fleury *et al.*, 2005). Este grupo pode ser indicativo do grau de conservação da área, que se encontra bem conservada.

CONCLUSÃO

O reconhecimento de estratos em florestas tropicais ainda é assunto muito controverso na literatura, pois as comparações das estruturas entre as florestas são difíceis. No entanto, o presente estudo procurou demonstrar que é possível, através de um método estatístico, detectar a presença de estratos em uma floresta. Também foi possível classificar as espécies nos estratos, de acordo com as diferenças estatísticas entre as alturas das espécies. Este é um passo

importante para melhor se compreender as florestas tropicais e sua real estrutura.

Para realização do método é necessário a produção de diversos testes “par a par” entre as espécies, o que amplia a quantidade de cálculos necessários, cada vez que uma nova espécie é acrescentada na análise. No estudo de caso aqui exemplificado, para comparar as 23 espécies entre si, foi necessária a realização de 253 testes. Em comparação com o diagrama de perfil, o presente método é mais complicado de ser realizado, no entanto representa com maior segurança a estratificação, já que se trata de um método estatístico. Outra característica do método é a necessidade de limitar uma quantidade mínima de indivíduos para que o teste seja robusto o suficiente. O método, em comparação com outras abordagens sobre estratificação foi vantajoso em diversos aspectos: 1) é um método estatístico e não visual; 2) não apresenta subjetividade, pois independe do conhecimento prévio do cientista; 3) pode ser replicado em qualquer formação florestal e 4) não é arbitrário pois o número de estratos não é definido pelos autores, mas sim pelas diferenças estatísticas entre as espécies. Assim, o emprego do método foi eficaz em separar quatro estratos no estudo de caso avaliado e pode ser replicado para outras florestas.

(Agradecimentos - Os autores agradecem à FAPEMIG, pela bolsa concedida ao primeiro autor e ao auxílio para participação no evento, à CAPES pela bolsa concedida à quarta autora e também à Pós - Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio científico).

REFERÊNCIAS

- Aiba, S.I. & Kohyama, T. 1996. Tree Species Stratification in Relation to Allometry and Demography in a Warm - Temperate Rain Forest. *Journal of Ecology* 84: 207 - 218.
- Richards, P.W. 1939. Ecological studies on the rain forest of South Western Nigeria. In: The structure and floristic composition of the primary forest. *Journal of Ecology* 27: 1 - 61.
- Whitmore, T.C. 1975. Tropical rain forests of the far east. Clarendon Press, London.
- Baker, P.J. & Wilson, J.S. 2000. A quantitative technique for the identification of canopy stratification in tropical and temperate forests. *Forest Ecology and Management* 127: 77 - 86.
- Paula, A., Silva, A.F., Marco - Júnior, P., Santos, F.A.M. & Souza, A.L. 2004. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 18: 407 - 423.
- Köppen, W. 1948. Climatologia. Fundo de Cultura Economia, Cidade do México, México.
- Santos, E.R. & Assunção, W.L. 2006. Distribuição espacial das chuvas na microbacia do Córrego do Amanhecer, Araguari - MG. *Caminhos da Geografia* 6: 41 - 55.
- Vale, V.S. 2008. Padrões e Processos Ecológicos do Componente Arbóreo em uma Área de Floresta Estacional Semidecidual (Araguari, MG). Dissertação de Mestrado. Programa de pós - graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.
- Wilkinson, L. 1998. Systat: The System for Statistics. Systat Inc Evanston, Illinois, USA.
- Silveira, L.F. & Belmonte, F.J. 2005. Comportamento reprodutivo e hábitos da ararajuba, Guarouba guarouba, no município de Tailândia, Pará. *Ararajuba* 13 (1):89 - 93.
- Gourlet Fleury, S., Blanc, L., Picard, N., Sist, P., Dick, J., Nasi, R., Swaine, M.D. & Forni, E. 2005. Grouping species for predicting mixed tropical forest dynamics: looking for a strategy. *Annual Forest Science* 62: 785 - 796.