

ASSOCIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES DE SUB-BOSQUE E VARIAÇÃO TOPOGRÁFICA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Renan Köpp Hollunder^{1*}, Karlo Gregório Guidoni Martins¹, Jaqueline Luber¹, Renzo Souza Ferreira¹, Tatiana Tavares Carrijo¹, Eduardo de Sá Mendonça², Mário Luís Garbin^{2,3}

¹ Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo.

² Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo.

³ Laboratório de Ecologia Funcional, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha

* E-mail: renanhollunder@gmail.com

RESUMO:

Espécies de plantas subordinadas são um componente importante da diversidade e podem ter um papel de destaque no funcionamento das comunidades vegetais. Grande parte das espécies de sub-bosque estão subordinadas às espécies de dossel por apresentarem menor estatura, menor biomassa e por serem mais numerosas em relação às espécies dominantes. Neste trabalho, objetivou-se identificar e quantificar padrões de composição e de abundância da comunidade de espécies de sub-bosque subordinadas em um gradiente de variação topográfica de um remanescente de Floresta Atlântica. Foram amostradas 42 parcelas alocadas em um transecto ao longo de um gradiente topográfico. Os indivíduos com DAP entre 1 cm e 10 cm foram numerados, marcados e tiveram seus ramos coletados e herbORIZADOS para posterior identificação. Após a identificação das espécies, foram geradas duas matrizes, uma de composição e outra de abundância de espécies. Com base nessas matrizes, foram realizadas uma análise de coordenadas principais e uma análise de espécies indicadoras. A variação topográfica e a proximidade da borda da floresta são os principais fatores a explicar o padrão de composição das espécies de sub-bosque no remanescente estudado. Portanto, a heterogeneidade ambiental parece ser o principal fator responsável pela estruturação das espécies de sub-bosque neste sistema de alta diversidade.

Palavras-chave: Abundância, composição, estrutura da vegetação, gradiente topográfico.

ABSTRACT:

Subordinate plant species are an important component of diversity and can have a central role in the functioning of plant communities. Most understory species are subordinate to canopy species because they have lower stature, lower biomass and are more numerous when compared to the dominant species. In this study, we aimed to identify and quantify the patterns of community composition and abundance of subordinate understory species in a topographic variation gradient in an Atlantic Forest remnant. Plots (42) were sampled in a transect along a topographic gradient. Individuals with DBH between 1 cm and 10 cm were numbered, marked and had their branches collected and dried for further identification. After species identification, two matrices were built, one of species composition and other of species abundances. Based on these matrices, a principal coordinates analysis and an indicator species analysis were made. Topographic variation and proximity with forest edge were the major factors to explain the pattern of understory species composition in the studied remnant. Therefore, environmental heterogeneity seems to be the main factor responsible for understory species composition in this high diversity system.

Key words: abundance, composition, vegetation structure, topographic gradient.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é considerada um dos 34 hotspots de biodiversidade do mundo e é um bioma prioritário para a conservação. Mesmo sendo um bioma com o maior número de espécies ameaçadas incluídas nas listas estaduais, nacionais e globais, o manejo dessas espécies ainda é pouco estudado (Lagos; Muller, 2007) e há necessidade de maiores investimentos em pesquisas voltadas para a

conservação deste bioma. A Floresta Atlântica está restrita a 11% do território do Espírito Santo (Fundação SOS Mata Atlântica, 2010) em fragmentos de diferentes tamanhos (Ribeiro et al., 2009) que permanecem pobremente conhecidos. Isto se deve, em parte, à falta de informações sobre a composição, estrutura e dinâmica da vegetação nesses fragmentos. Ainda assim, a Floresta Atlântica do Espírito Santo se caracteriza por altos valores de diversidade (Assis; Pereira;

Thomaz, 2004) e também por um representativo número de novas espécies descritas nos últimos anos (e.g. Kollmann, 2003; Assis, 2003; Profice, 2005; Sales; Kinoshita; Simões, 2006; Amorim, 2002). Portanto, estudos sobre os fragmentos florestais do Espírito Santo são de importância extrema para a ciência devido a sua alta diversidade, fragmentação e alto potencial para descoberta de novas espécies.

Espécies de sub-bosque são plantas que estão presentes no interior da floresta e nunca alcançam o seu dossel (Onofre; Engel; Cassola, 2010). Este estrato pode ser altamente rico em espécies contribuindo para diferentes processos ecossistêmicos de comunidades vegetais (Huo; Feng; Su, 2014). Grande parte das espécies de sub-bosque estão subordinadas às espécies de dossel por apresentarem baixa estatura e menor biomassa. As espécies subordinadas estão presentes em maior número em relação às dominantes, estando restritas à arquitetura e espaço delimitado pelas dominantes (Grime, 1998). As espécies de plantas subordinadas influenciam a comunidade bacteriana e fúngica do solo, a decomposição de serrapilheira, a respiração do solo e a disponibilidade de nitrogênio (Mariotte et al., 2013). Além disso, algumas espécies subordinadas podem atuar como plantas facilitadoras, promovendo, por exemplo, a diversidade de plantas trepadeiras (e.g. Garbin et al., 2012). As espécies subordinadas, em geral, compreendem uma fração substancial de sistemas tropicais e, dessa forma, podem ajudar a explicar padrões de estruturação dos remanescentes de Floresta Atlântica. Portanto, entender padrões de composição e abundância de espécies subordinadas contribuirá para a elucidação de quais fatores são responsáveis pela manutenção da diversidade em sistemas tropicais.

Dentre os fatores que podem influenciar o padrão de estruturação de

espécies de sub-bosque, podem-se destacar: o clima, o solo, a topografia, a limitação da dispersão e as espécies de dossel (Davidar et al., 2007; Huo; Feng; Su, 2014; White, 1979). Além disso, a qualidade e a configuração dos habitats onde estão inseridas as comunidades são uma das principais características que afetam a estruturação de espécies em paisagens altamente fragmentadas (Kolb; Diekmann, 2004). A variação topográfica presente nos remanescentes florestais tropicais pode levar a mudanças em fatores abióticos e determinar, em grande parte, a estrutura da vegetação nesses fragmentos (Botrel et al., 2002). Não obstante, os mecanismos de estruturação de espécies de sub-bosque ao longo de gradientes topográficos ainda estão pouco elucidados. Portanto, o conhecimento sobre a estrutura da comunidade de espécies subordinadas de sub-bosque e como elas respondem a padrões de variação topográfica fornecerão um melhor entendimento sobre como comunidades vegetais tropicais se organizam no espaço. Este estudo visou identificar e quantificar padrões de composição e de abundância da comunidade de espécies vegetais de sub-bosque em um gradiente de variação topográfica de um remanescente de Floresta Atlântica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual de Mata das Flores, localizado entre as coordenadas 35' 54" S e 41' 10' 53" W com área aproximada de 800 ha. O Parque situa-se no domínio da Floresta Atlântica (floresta ombrófila densa montana e estacional semidecidual), adjacente à área urbana do Município de Castelo (Espírito Santo - Brasil).

A área é um dos últimos remanescentes florestais de Floresta Atlântica protegidos da região e é também um corredor ecológico importante conectado aos Parques Estaduais de

Forno Grande e de Pedra Azul, situados em áreas de maior altitude. O entorno imediato do Parque é constituído principalmente por propriedades rurais que cultivam café e criam gado (IEMA, 2012).

Amostragem

A unidade amostral consistiu em parcelas de 10 m x 10 m, onde todos os indivíduos com DAP entre 1 cm e 10 cm foram amostrados. As parcelas (42) foram alocadas em um transecto de 750 metros ao longo de um gradiente topográfico que variou de 100 m a 180 m de altitude. As parcelas foram dispostas em pares distantes 10 metros entre si. A distância entre os pares variou de 20 m a 25 m. O DAP de cada indivíduo foi registrado com paquímetro analógico, para os indivíduos de menor DAP (<5 cm), e fita métrica para os indivíduos de maior DAP (≥5 cm). A escolha do paquímetro para os indivíduos de menor porte se deve à perda de precisão que a fita impõe quando usada nesses indivíduos. Os indivíduos amostrados foram agrupados em táxons, cada táxon representando uma espécie.

Análise dos dados

Com base no levantamento das espécies nas unidades amostrais, foram geradas duas matrizes: uma matriz binária (presença e ausência) de espécies por unidade amostral, e uma matriz de abundância de espécies (número de indivíduos por espécie) em cada unidade amostral de composição de espécies. A matriz de abundâncias foi utilizada para ordenar as espécies de acordo com as suas abundâncias totais no conjunto de parcelas. Somente as espécies mais abundantes foram utilizadas nas demais análises, uma vez que o interesse primordial deste estudo está no entendimento de padrões gerais de abundância e composição e não de riqueza. As parcelas foram classificadas em três classes de acordo com a

posição no gradiente topográfico: baixada, encosta e topo de morro. A partir de matriz de composição de espécies foi rodada uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Legendre; Legendre, 1998) identificando as classes de variação topográfica no gráfico de ordenação. Foi realizada uma análise de espécies indicadoras (ISA indicator species analysis; De Cáceres; Legendre, 2009) usando as classes de variação topográfica para identificar espécies indicadoras de cada classe. As análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2013) com os pacotes *vegan* (Oksanen et al., 2013) e *indicspecies* (De Cáceres, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 3.372 indivíduos distribuídos em 479 espécies. As espécies mais abundantes foram: *Actinostemon verticillatus* (Klotzsch) Baill., *Senefeldera verticillata* (Vell.) Croizat, *Almeidea rubra* A. St.-Hil., *Faramea coerulea* (Nees & Mart.), *Neoraputia alba* (Ness & Mart.) Emmerick ex Kallunki, *Pachystroma longifolium* (Ness) I.M. Johnston, *Colicodendron* sp., *Couratari macrosperma* A.C Smith, *Erythrochiton brasiliensis* Ness & Mart., *Naucleopsis oblongifolia* (Kuhlmann), *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll.Arg., *Quararibea turbinata* (Sw.) Poir. (Fig. 1). Essas espécies representam 69% da abundância de todas as espécies amostradas e, portanto, as análises se basearam nessas 12 espécies.

Actinostemon verticillatus foi a espécie mais abundante (Fig. 1) e ocorreu em todas as unidades amostrais, isto é, ao longo de toda a variação topográfica. Essa espécie comumente se estabelece em ambientes com muita luz como bordas de floresta (Rabelo et al., 2013). O fragmento estudado possui forma estreita (alta relação perímetro/área), permitindo que o efeito de borda atinja até o centro do fragmento.

O efeito de borda em floresta estacional semidecidual é mais acentuado em fragmentos ou locais mais estreitos (Sampaio, 2011). A presença de *A. verticillatus* em todas as parcelas sugere que fragmento estudado é afetado pelo efeito de borda. Além disso, há 4 anos ainda havia o corte seletivo de madeira neste fragmento (comunicação pessoal com moradores locais). Processos recentes de fragmentação atuam eliminando espécies raras resultando na grande abundância de poucas espécies e baixa abundância de muitas espécies (Wang et al., 2007). Como consequência da maior velocidade do vento nas bordas em relação ao interior dos fragmentos, a altura do dossel diminui e a sua abertura aumenta, permitindo maior entrada de luminosidade (Saunders et al., 1991). Consequentemente, as bordas florestais estão sujeitas a alterações abióticas, que favorecem o estabelecimento de espécies secundárias iniciais e pode promover a perda de espécies do interior da floresta (Santos et al., 2008). Portanto, o efeito de borda associado à retirada recente de madeira podem ser os principais fatores responsáveis pelo padrão de estruturação das espécies de sub-bosque da área.

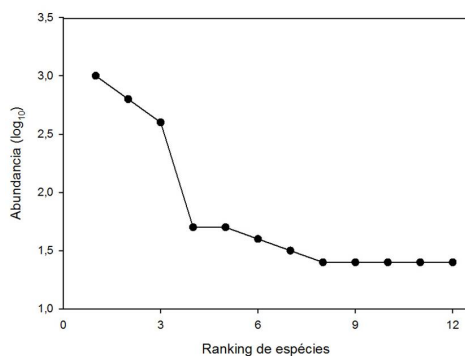


Figura 1. Curva de abundância relativa das 12 espécies mais abundantes no sub-bosque de um fragmento de floresta do Parque Estadual de Mata das Flores, ES. Pontos representam espécies, da esquerda para a direita: *A. verticillatus*, *S. verticillata*, *A. rubra*, *F. coerulea*, *N. alba*, *P. longifolium*, *Colicodendron* sp., *A. concolor*, *Q. turbinata*, *C. macrosperma*, *E. brasiliensis*, *N. oblongifolia*.

A análise de espécies indicadoras e a PCoA (Fig. 2) mostraram que a distribuição de algumas espécies está associada com as características topográficas do terreno. *Naucleopsis oblongifolia* esteve significativamente associada com ambientes de encosta de morro ($P=0,018$). *Senefeldera verticillata* ($P=0,019$), *C. macrosperma* ($P=0,012$) e *Colicodendron* sp. ($P=0,027$) estiveram significativamente associadas com ambientes de encosta e topo de morro. *Quararibea turbinata* mostrou-se associada com ambientes de baixada ($P=0,02$) (Fig. 2).

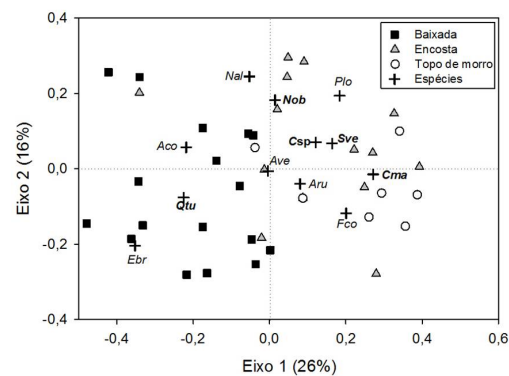


Figura 2. Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos dados de composição, binários, de espécies do sub-bosque no Parque Estadual de Mata das Flores, ES. A variação topográfica é um importante fator a explicar a composição de espécies subordinadas. Os códigos em negrito correspondem às espécies indicadoras dos ambientes (baixada, encosta e topo de morro). Ave (*A. verticillatus*); Sve (*S. verticillata*); Aru (*A. rubra*); Fco (*F. coerulea*); Nal (*N. alba*); Plo (*P. longifolium*); Csp (*Colicodendron* sp.); Cma (*C. macrosperma*); Ebr (*E. brasiliensis*); Nob (*N. oblongifolia*); Aco (*A. concolor*); Qtu (*Q. turbinata*).

Os resultados encontrados indicam que a variação topográfica parece ser um importante fator a explicar a composição de espécies do sub-bosque no fragmento estudado. Isso ocorre devido à heterogeneidade de hábitat ser o principal fator a explicar a diversidade de espécies de sub-bosque (Huebner; Randolph; Parker, 1995; Huo; Feng; Su, 2014; Onofre; Engel; Cassola, 2010). Portanto, a topografia parece ser um importante fator a influenciar, direta ou indiretamente, a composição de espécies de sub-bosque em

florestas.

CONCLUSÕES

A variação topográfica e o efeito de borda parecem ser os principais fatores a explicar os padrões de composição e abundância de espécies vegetais de sub-bosque no remanescente de Floresta Atlântica estudado. A grande abundância de *A. verticillatus* neste fragmento pode ser considerada um indício do efeito da fragmentação de remanescentes de Floresta Atlântica. Estudos futuros serão necessários visando identificar quais variáveis ambientais estão associadas à variação topográfica.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao Centro de Agrárias da UFES (CCA-UFES) pelo suporte de infraestrutura e transporte; à FAPES/CNPq pelo financiamento do estudo; ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor; à gestão do Parque Estadual de Mata das Flores pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

- AMORIM A M. 2002. Five new species of Heteropterys (Malpighiaceae) from Central and South America. *Brittonia* 54:217-232.
- ASSIS M C. Duas espécies novas de *Alstroemeria* L. (Alstroemeriaceae) para o Brasil. 2003. *Acta Bot Bras* 17:179-182.
- ASSIS A M, PEREIRA O J, THOMAZ L D. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). 2004. *Rev bras Bot* 27:349-361.
- BOTREL R T, OLIVEIRA FILHO A T, RODRIGUES L A, CURI N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística na estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingá, MG. 2002. *Rev bras Bot* 25:195-213.
- DAVIDAR P, RAJAGOPAL B, MOHANDASS D, PUYRAVAUD J P, CONDIT R, WRIGHT S J, LEIGH JR E G. The effect of climatic gradients, topographic variation and species traits on the beta diversity of rain forest trees. 2007. *Glob Ecol Biogeogr* 16:510-518.
- DE CACERES M, LEGENDRE P. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, URL <http://sites.google.com/site/miqueldecaceres/>
- DE CACERES M, LEGENDRE P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. 2009. *Ecology* 90: 3566-3574.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica no período 2008-2010: dados parciais dos estados avaliados até maio de 2010. 2010 São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica.
- GARBIN L M, CARRIJO T T, SANSEVERO J B B, SÁNCHEZ-TAPIA A, SCARANO F R. Subordinate, not dominant, woody species promote the diversity of climbing plants. 2012. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 14: 257-265.
- GRIME J P. 1998. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *J Ecol* 86:902-910.
- HUEBNER C D, RANDOULPH JC, PARKER G R. 1995. Environmental factors affecting understory diversity in second-

growth deciduous forests. *Am. Midl Nat* 134:155-165.

HUO H, FENG Q, SU Y. The influences of canopy species and topographic variables on understory species diversity and composition in coniferous forests. 2014 *The Scientific World Journal* 2014, Article ID 252489, 8 pages.

IEMA. Parque Estadual de Mata das Flores. 2012. Disponível em <http://www.meioambiente.es.gov.br/>

LAGOS A R, MULLER B L A. Hotspot brasileiro: mata atlântica. 2007. *Saúde & Amb Rev.* 2:35-45.

LEGENDRE R, LEGENDRE L. 1998. *Numerical ecology*. Amsterdam: Elsevier.

KOLB A, DIEKMANN M. Effects of environment, habitat configuration and forest continuity on the distribution of forest plant species. 2004. *J Veg Sci* 15:199-208.

KOLLMANN K J C. *Begonia ruschii* L. Kollmann (Begoniaceae), uma nova espécie da Mata Atlântica do Espírito Santo, Brasil. 2003. *Boletim do MBML* 15:29-33.

MARIOTTE P, VANDENBERGHE C, MEUGNIER C, ROSSI P, BARDGETT R D, BUTTLER, A. Subordinate plant species impact on soil microbial communities an ecosystem functioning in grasslands: Findings from a removal experiment. 2013. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 15:77-85.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, P. R.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.; STEVENS, H.; WAGNER, H. 2013. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

ONOFRE F F, ENGEL V L, CASSOLA D. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucaliptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. 2010. *Sci For* 38:39-52.

PROFICE S. R. Três novas espécies de *Aphelandra* R. Br. (Acanthaceae) para o Brasil. 2005. *Acta Bot Bras* 19:769-774.

RABELO G R, VITÓRIA A P, SILVA M V A, CRUZ R A, PINHO E I B, RIBEIRO D R, FREITAS A V, CUNHA M. 2013. Structural and ecophysiological adaptations to forest gaps. *Trees* 27:259-272.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. URL <http://www.R-project.org>, 2013.

RIBEIRO M C, METZGER JP, MARTENSEN A C, PONZONI F J, HIROTA M M. 2009. The brasilian atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 142:1141-1153.

SALES M F, KINOSHITA L S, SIMÕES A O. 2006. Eight new species of *Mandevilla* Lindley (Apocynaceae, Apocynoideae) from Brazil. *J Bot Nomencl* 16:112-128.

SAMPAIO R C N. Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do estado de São Paulo. 2011. *Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciência Agrônômica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo*.

SANTOS B A, PERES C A, OLIVEIRA M A, GRILLO A, ALVES-COSTA, C. P.; TABARELLI, M. 2008. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in

Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biol Conserv* 141:249-260.

SAUNDERS D A, HOBBS R J, MARGULES C R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conserv Biol* 5:18–32.

WANG X H, KENT M, FANG X F. Evergreen broad-leaved forest in Eastern China: its ecology and conservation and the importance of resprouting in forest restoration. 2007. *For Ecol Manage* 245:76–87.

WHITE P S. Pattern, process, and natural disturbance in vegetation. 1979. *Bot Rev* 45:229-299.