

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**Diversidade e distribuição de trepadeiras em um mosaico de
ambientes florestais de um morro granítico subtropical**

Dissertação de Mestrado

Jaqueline Durigon

Porto Alegre

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**Diversidade e distribuição de trepadeiras em um mosaico de ambientes
florestais de um morro granítico subtropical**

Jaqueline Durigon

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

Orientador: Prof. Jorge Luiz Waechter

Porto Alegre

2010

Veja!
Não diga que a canção
Está perdida
Tenha em fé em Deus
Tenha fé na vida
Tente outra vez!

Tente!
Levante sua mão sedenta
E recomece a andar
Não pense
Que a cabeça agüenta
Se você parar

Há uma voz que canta
Uma voz que dança
Uma voz que gira
Bailando no ar

Queira!
Basta ser sincero
E desejar profundo
Você será capaz
De sacudir o mundo
Tente outra vez!

Tente!
E não diga
Que a vitória está perdida
Se é de batalhas
Que se vive a vida
Tente outra vez!

Raul Seixas



*Ao meu querido pai que sempre acreditou nos
meus sonhos e continua a iluminar meus
passos todos os dias.*

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Jorge Luiz Waechter, pela oportunidade oferecida e pela confiança em mim depositada ao longo destes dois anos de trabalho.

Ao Prof. Nelson Ivo Matzenbacher, por permitir a realização deste trabalho em sua propriedade, pela amizade e companheirismo demonstrados e, principalmente, pelo exemplo de vida e dedicação que ele representa para todos os botânicos.

Ao Prof. João André Jarenkow e colegas do Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, pelo acolhimento e amizade, além das inúmeras discussões nos colóquios fitoecológicos, *brainstorms*, troca de experiências e dificuldades ao longo de nossos trabalhos.

À Prof^a. Sandra Cristina Müller, ao Dr. Fernando Souza Rocha e aos colegas Eduardo Luís Hettwer Giehl e Pedro Rates Vieira pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos assíduos companheiros de campo, Greta Aline Dettke, Priscila Ceribola Crespam e Luis Fernando Paiva Lima pela disponibilidade, paciência e incentivo. Aos colegas Talita Camargo, Ana Cláudia Fernandes, Tiago Luiz da Silva Alves, Fernanda dos Santos Silva, Ernestino de Souza Gomes Guarino, Jair Gilberto Kray, Maria Angélica Kieling Rubio, Mariane Dorneles e Rodrigo Leonel Lozano Orihuela que também participaram desta importante etapa do trabalho, permitindo a realização do mesmo.

Às colegas e amigas Greta Aline Dettke, Priscila Ceribola Crespam e Talita Camargo pelo imenso apoio, amizade e auxílio científico durante a difícil tarefa de redação da dissertação.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação João Ricardo Vieira Iganci, Martin Molz, Priscila Porto Alegre Ferreira, Guilherme Dubal dos Santos Seger, Guilherme Bordignon Ceolin e Ana Cláudia Fernandes pelo conhecimento compartilhado e por serem grandes incentivadores do meu trabalho.

Às amigas Priscila Ceribola Crespam, Mariane Dorneles, Talita Camargo Bianca Batista da Costa Spalding, Gabriela Hoff Silveira, Marília Trojan Rodrigues e Stephanie Weege, pelo ânimo e alegria da convivência diária.

À minha família, pela compreensão da minha constante ausência ao longo dos últimos anos, bem como pela paciência e apoio nos momentos mais difíceis.

Ao meu namorado Jacson, companheiro de sete anos, que não se limitou ao simples apoio e incentivo, mas sim contribuiu de forma decisiva no planejamento e execução do trabalho de campo e na leitura dos manuscritos. Diante disso, se tornou o Engenheiro mais Botânico que eu conheço!

Sumário

Resumo	01
Apresentação	02
Introdução Geral	03
Artigo 1. Composição e relações biogeográficas da flora de trepadeiras de uma floresta subtropical do Brasil	06
Resumo e Abstract	07
Introdução	08
Material e Métodos	09
Resultados	11
Discussão	12
Agradecimentos	15
Referências Bibliográficas	16
Tabelas	19
Figuras	21
Artigo 2. Diferenciação comunitária de trepadeiras em um mosaico de ambientes florestais de um morro granítico subtropical	24
Resumo e Abstract	25
Introdução	26
Material e Métodos	27
Resultados	31
Discussão	33
Agradecimentos	37
Referências Bibliográficas	37
Tabelas	41
Figuras	43
Considerações Finais	46

Resumo

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Botânica
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Diversidade e distribuição de trepadeiras em um mosaico de ambientes florestais de um morro granítico subtropical

Autora: Jaqueline Durigon

Orientador: Prof. Jorge Luiz Waechter

Local e data da defesa: Porto Alegre, 23 de fevereiro de 2010

Com o objetivo de descrever a composição florística e avaliar a estrutura das comunidades de trepadeiras e os fatores ambientais que influenciam sua distribuição em escalas locais, foram realizadas análises qualitativas e quantitativas em um mosaico de ambientes florestais na região subtropical do Brasil. O estudo foi desenvolvido em um remanescente florestal com cerca de 100 ha que recobre as encostas de um morro granítico e está situado na porção centro-oeste do Rio Grande do Sul, no município de Guaíba. A área compreende quatro ambientes com fisionomias florestais distintas, dois deles situados na borda e, os outros dois, no interior. Os ambientes de borda se diferenciam principalmente pelo tipo de formação campestre do entorno em: borda com campo limpo e borda com campo rupestre, enquanto que os ambientes de interior apresentam distintas condições de drenagem: interior mal drenado e interior bem drenado. Para a análise biogeográfica, a partir da lista de espécies obtida no levantamento florístico, foram registradas a presença e ausência das mesmas em três áreas gradualmente mais distantes da área de estudo, ao longo de quatro linhas de expansão divergentes: nordeste, noroeste, centro-oeste e sudoeste. Já a variação das comunidades nos quatro ambientes característicos da área de estudo foi avaliada através da amostragem de 0,24 ha, com seis parcelas alocadas em cada ambiente. A flora total do remanescente compreendeu oitenta e duas espécies de trepadeiras, distribuídas em cinquenta e cinco gêneros e trinta e três famílias. O grande número de espécies compartilhadas com as linhas de expansão tropicais, em detrimento das subtropicais e temperadas, mostra que, mesmo situada fora dos trópicos, em uma região de transição climática e biogeográfica, a área de estudo apresenta muitos elementos de origem tropical. Quanto à distribuição nos quatro ambientes, as comunidades ocorrentes na borda e no interior se diferenciaram em relação à composição, riqueza, abundância e à proporção de indivíduos em cada modo de ascensão. Além disso, a borda e o interior demonstraram ser internamente heterogêneos, principalmente quanto à composição. As características químicas e disponibilidade de água do solo, a luminosidade e o tipo de ecótono nas áreas de borda se mostraram importantes fatores na diferenciação de comunidades de trepadeiras em escalas locais.

Apresentação

A presente dissertação consiste em dois artigos científicos precedidos por uma introdução geral e seguidos pelas considerações finais.

O primeiro artigo, intitulado “Composição e relações biogeográficas da flora de trepadeiras de uma floresta subtropical do Brasil”, apresenta uma análise florística e biogeográfica da área de estudo, descrevendo a riqueza de espécies e indicando a contribuição dos diferentes contingentes florísticos na constituição da flora local.

O segundo artigo, intitulado “Diferenciação comunitária de trepadeiras em um mosaico de ambientes florestais de um morro granítico subtropical”, compreende uma abordagem quantitativa das comunidades de trepadeiras ocorrentes ao longo de dois ambientes de borda, situados em diferentes tipos de ecótonos, e dois ambientes de interior, distintos quanto à drenagem dos solos.

De modo a facilitar a publicação dos resultados e padronizar o texto, os manuscritos encontram-se formatados de acordo com as normas do periódico *Flora*, ao qual um dos manuscritos será submetido.

Introdução Geral

Trepadeiras são consideradas parasitas estruturais, por fazerem uso da arquitetura dos forófitos para seu estabelecimento, sustentação e/ou ascensão (Schnitzer e Bongers, 2002). Porém, as trepadeiras diferem das demais sinúcias mecanicamente dependentes por germinarem no solo e se manterem enraizadas por toda vida. Podem ser classificadas em dois grandes grupos: trepadeiras herbáceas (vinhas) e trepadeiras lenhosas (lianas). Trepadeiras herbáceas têm caules delgados ou sublenhosos e geralmente se desenvolvem em áreas que sofreram distúrbios e bordas de florestas. Já as trepadeiras lenhosas têm caules com diâmetro comparativamente maior e são capazes de crescer no interior de florestas maduras (Gentry, 1991).

O hábito trepador é considerado mais derivado do que o arbóreo (Hegarty, 1989) e evoluiu de forma independente em diversos grupos taxonômicos de plantas, incluindo as Monilófitas (ex. Lygodiaceae), Gimnospermas (ex. Ephedraceae), Monocotiledôneas (ex. Palmae) e Eudicotiledôneas (ex. Bignoniaceae) (Putz, 1984). Aproximadamente metade das famílias de plantas vasculares apresenta espécies com essa forma de vida (Putz, 1984), mas relativamente poucas especializaram-se amplamente como trepadeiras (Gentry, 1991).

As trepadeiras diferenciam-se quanto ao modo de escalada e vários sistemas de classificação têm sido propostos. O estabelecimento de quatro categorias parece adequado: (1) trepadeiras volúveis, incluem as plantas que se enrolam em torno de um suporte por meio do caule principal, dos ramos e, raramente, pecíolos; (2) trepadeiras com gavinhas, agrupam as plantas que apresentam estruturas modificadas de origem diversa (caulinar, foliar, etc.); (3) trepadeiras por raízes, reúnem aquelas que utilizam raízes adventícias para se fixarem ao suporte e (4) trepadeiras apoiantes, tratam das plantas que se apóiam passivamente sobre um suporte, podendo utilizar espinhos ou ganchos para evitar o deslizamento (Hegarty, 1991). Algumas espécies podem combinar vários métodos de escalada, podendo ser incluídas em mais de uma categoria (Putz, 1984).

Trepadeiras que compartilham o mesmo modo de ascensão podem ser consideradas pertencentes à mesma guilda de escalada (Laurance *et al.*, 2001) ou ao mesmo grupo funcional. A distribuição espacial destas guildas na floresta depende, entre outros fatores, da distribuição dos suportes de diferentes diâmetros, visto que, trepadeiras que diferem quanto ao mecanismo de escalada utilizam forófitos de diâmetros distintos (Putz, 1984; Nabe-Nielsen, 2001).

Enquanto trepadeiras por gavinhas geralmente estão restritas a suportes de pequeno diâmetro (<10 cm), e por isso são mais abundantes em florestas jovens, trepadeiras volúveis são capazes de utilizar forófitos de maior diâmetro que as últimas e são mais abundantes em florestas em estágios avançados de sucessão. Apesar de sua reconhecida capacidade de escalar grandes

árvores, as trepadeiras por raízes ou rizo-escandentes não fazem distinção entre diâmetros dos suportes. Já as trepadeiras apoiantes dependem muito mais de arranjos densos de suportes do que de diâmetros específicos para terem sucesso em sua sustentação (Putz, 1984; Schnitzer e Bongers, 2002).

As trepadeiras são componentes importantes das florestas tropicais e subtropicais, tanto do ponto de vista florístico quanto ecológico. Elas são responsáveis por grande parte da diversidade taxonômica florestal, além de atuarem de forma expressiva na dinâmica das comunidades, participando ativamente de processos de regeneração (Putz, 1984), e na estruturação das florestas, estabelecendo ligações entre as copas das árvores e facilitando o deslocamento de animais arborícolas no dossel. Além do recurso estrutural, as trepadeiras são importantes fontes de alimento (folhas, néctar, frutos) para uma ampla variedade de animais como insetos, pássaros e mamíferos (Gentry, 1991), principalmente em épocas onde os recursos oferecidos pelas árvores são escassos (Morellato e Leitão-Filho, 1996).

Estudos ecológicos com trepadeiras têm aumentado muito nas últimas décadas e elucidado questões abrangentes como o caráter das relações trepadeira-forófito (Putz, 1984; Dillenburg *et al.*, 1993; Schnitzer *et al.*, 2005; Kainer *et al.*, 2006), os mecanismos que explicam padrões de abundância e distribuição (Schnitzer, 2005; Heijden & Phillips, 2008), o aumento em importância deste grupo de plantas em florestas tropicais e sua relação com processos globais como efeito estufa (Wright *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2005). Por outro lado, poucos trabalhos têm explorado como as comunidades de trepadeiras variam em escalas geográficas menores e quais os fatores que afetam sua composição, densidade e distribuição, principalmente em florestas subtropicais do Brasil.

Referências bibliográficas

- Dillenburg, L.R., Whigham, D.F., Teramura, A.H., Forseth, I.M., 1993. Effects of below- and aboveground competition from the vines *Lonicera japonica* and *Parthenocissus quinquefolia* on the growth of the tree host *Liquidambar styraciflua*. *Oecologia* 93, 48–54.
- Gentry, A.H., 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz, F. E., Mooney, H. A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 3-49
- Hegarty, E.E., 1989. The climbers – lianes and vines. In: Lieth, H., Werger, M.J.A. (Eds.) *Tropical rain forest ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 339-353.
- Hegarty, E.E., 1991. Vine-host interactions. In: Putz F.E., Mooney H.A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 357-375.
- Heijden, G.M.F. van der., Phillips, O.L., 2008. What controls liana success in Neotropical forests? *Global Ecology and Biogeography* 17(3), 372-383.

- Kainer, K.A., Wadt, L.H.O., Gomes-Silva, D.A.P., Capanu, M., 2006. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. *Journal of Tropical Ecology* 22,147-154.
- Laurance, W.F., Perez-Salicrup, D., Delamonica, P., Fearnside, P.M., D'Angelo, S., Jerozolinski, A., Pohl, L., Lovejoy, T.E., 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82, 105-116.
- Morellato, L.P., Leitão Filho, H.F., 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28, 180-191.
- Nabe-Nielsen, J., 2001. Diversity and distribution of lianas in a Neotropical rain forest, Yasuní National Park, Ecuador. *Journal of Tropical Ecology* 17, 1-19.
- Phillips, O.L., Martínez, R.V., Mendoza, A.M., Baker, T.R., Vargas, P.N., 2005. Large lianas as hyperdynamic elements of the tropical forest canopy. *Ecology* 86(5), 1250-1258.
- Putz, F.E., 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65(6), 1713-1724.
- Richards, P.W., 1998. *The tropical rain forest, an ecological study*. 2nd ed. London: Cambridge University Press.
- Schnitzer, S. A., 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *American Naturalist* 166, 262-276.
- Schnitzer, S.A., Bongers, F., 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17, 223-230.
- Schnitzer, S.A., Kuzee, M.E., Bongers, F., 2005. Disentangling above- and below-ground competition between lianas and trees in a tropical forests. *Journal of Ecology* 93,1115-1125.
- Wright, S.J., Calderón, O., Hernandez, A., Paton, S., 2004. Are lianas increasing in importance in tropical forest? A 17-year record from Panama. *Ecology* 85(2), 484-489.

Composição e relações biogeográficas da flora de trepadeiras de uma floresta subtropical do Brasil

Jaqueline Durigon¹ & Jorge Luiz Waechter²

1. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Bloco IV, Prédio 43433, Campus do Vale, Bairro Agronomia, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: jaqbio@yahoo.com.br.

2. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Bloco IV, Prédio 43433, Campus do Vale, Bairro Agronomia, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: jorgew@brturbo.com.br.

Resumo (Composição e relações biogeográficas da flora de trepadeiras de uma floresta subtropical do Brasil). A maior parte do sul do Brasil está localizada na região subtropical, representando uma transição climática e biogeográfica, que resulta na presença de diferentes contingentes florísticos, tropicais e temperados, em qualquer área de estudo. Com o objetivo de verificar afinidades biogeográficas das plantas trepadeiras, foi realizado o levantamento florístico em um remanescente de floresta estacional semidecídua localizado na região centro-leste do Rio Grande do Sul. A presença das espécies amostradas foi registrada em três áreas gradualmente mais distantes da área de estudo, ao longo de quatro linhas de expansão divergentes: nordeste, noroeste, centro-oeste e sudoeste. Dados de distribuição foram compilados da literatura local e regional. Foram encontradas 82 espécies, distribuídas em 55 gêneros e 33 famílias. A maioria das espécies pertenceu a uma única família, Asteraceae, seguida por Apocynaceae, Passifloraceae, Bignoniaceae e Fabaceae. Muitas espécies apresentaram grande amplitude geográfica, sendo que a maior parte ocorreu ao longo das linhas de expansão tropicais. Análises multivariadas inseriram a área de estudo em um grupo formado exclusivamente por florestas úmidas da linha de expansão nordeste, indicando uma extensão sul da Floresta Atlântica brasileira, apesar da mesma estar localmente representada por um pequeno número de espécies.

Palavras-chave: lianas, vinhas, biogeografia, subtropicais.

Abstract (Composition and biogeographic relations of climbers in a subtropical forest of Brazil). South Brazil is mostly located in the subtropical region, thus representing a climatic and biogeographic transition which results in different floristic contingents of both tropical and temperate origin in any particular study area. In order to verify the biogeographic affinities of climbing plants, a floristic survey was carried out in a semi-deciduous seasonal forest remnant located in the central-eastern region of Rio Grande do Sul. The presence of the sampled species was recorded for three gradually more distant areas along four divergent expansion lines starting from the study area: northeastern, northwestern, central-western and southwestern. Distribution data were compiled from local and regional available literature. Eighty-two species, belonging to 55 genera and 33 families were found. Most species occurred in a single family, the Asteraceae, followed secondarily by Apocynaceae, Passifloraceae, Bignoniaceae and Fabaceae. Many species presented a relatively large geographic range and most species occurred along the northern tropical expansion line. Multivariate analysis included the study area in a group formed exclusively by rain forests of the northeastern expansion line, indicating a southern continuity of the Brazilian Atlantic Forest, although locally represented by a lower number of species.

Key words: lianas, vines, biogeography, subtropics.

Introdução

As trepadeiras, assim como epífitos e hemiepífitos, são componentes florestais mecanicamente dependentes e se distribuem por uma grande variedade de climas e tipos de vegetação onde haja forófitos capazes de sustentá-las (Richards, 1998). Porém, é nas florestas tropicais e suas extensões subtropicais que as trepadeiras são mais abundantes e mais diversas, uma característica fisionômica que as distingue de florestas temperadas, onde o número de espécies e a abundância de trepadeiras são mais restritos (Richards, 1998; Schnitzer e Bongers, 2002).

Em regiões tropicais, a abundância de trepadeiras pode ser muito variável entre florestas com precipitação média anual e regularidade de chuvas distintas. As trepadeiras lenhosas ou lianas, por exemplo, decrescem com o incremento da precipitação, sendo as florestas tropicais com secas sazonais muito severas onde elas atingem seu pico de abundância (Schnitzer, 2005). Além disso, à medida que se consideram regiões mais afastadas dos trópicos, a diversidade e a abundância de trepadeiras diminuem (Gentry, 1991; Schnitzer, 2005), sendo o gradiente latitudinal de abundância distinto entre os dois hemisférios, pois a quantidade de indivíduos de trepadeiras em florestas temperadas do Sul é maior do que aquela encontrada em latitudes equivalentes no hemisfério Norte (Gentry, 1991).

A porção mais austral do território brasileiro diferencia-se do contexto nacional, tipicamente neotropical, pela sua localização nos subtrópicos. A região representa uma zona de transição climática, entre climas tropicais e temperados, e biogeográfica, entre florestas de caráter tropical e formações campestres (Rambo, 1960). Como consequência, a flora reúne elementos de diversos contingentes florísticos, além de incluir espécies que atingem seu limite sul ou norte de distribuição na região (Leite, 2002; Waechter, 2002).

Os principais trabalhos que buscaram elucidar aspectos fitogeográficos das florestas sul-brasileiras foram desenvolvidos por Rambo (1950, 1951, 1960, 1961) e apontam a existência de duas rotas migratórias principais de táxons florestais tropicais, uma ao oeste, que compreende as Florestas Estacionais das Bacias dos Rios Paraná-Uruguaí, e outra ao leste, representada pela Floresta Pluvial Atlântica estrito senso (“Porta de Torres”, *sensu* Rambo, 1950). Plantas de diferentes sinúsias florestais alcançam a região por meio destes corredores, como é o caso de grande parte das espécies trepadoras do gênero *Mikania* (Ritter e Waechter, 2004) e de diversas espécies arbóreas (Jarenkow e Waechter, 2001). Para o Rio Grande do Sul, o mais austral dos Estados brasileiros, Rambo (1961) estimou que 12% das espécies que seguem unicamente o corredor leste de imigração são trepadeiras, já na porção oeste, elas representam 33% e, entre

aquelas comuns a ambos os contingentes, as trepadeiras contribuem com 38% das espécies, o que evidencia a grande importância destas rotas para a expansão das trepadeiras em florestas subtropicais do sul do Brasil.

O presente estudo tem por objetivo descrever a composição de espécies de trepadeiras em uma floresta subtropical do sul do Brasil e verificar em qual contexto biogeográfico esta flora está inserida. Propõem-se como questões principais: qual a participação dos diferentes contingentes florísticos, tropicais subtropicais e temperados, na constituição da flora local? Considerando os dois contingentes tropicais descritos por Rambo (1951, 1961), qual é o mais importante, o oeste ou o leste? As espécies ocorrentes na área de estudo apresentam distribuição geográfica ampla ou restrita na região austral da América do Sul?

Material e Métodos

Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Fazenda São Maximiano (SM), situada no município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul (RS). A área compreende uma propriedade particular de 161ha e está localizada entre as latitudes 30°10'33,83"S e 30°11'34,25"S e as longitudes 51°22'41,61"W e 51°23'43,83"W. Os remanescentes florestais ocupam cerca de 60% da área, distribuindo-se ao longo das encostas de um morro granítico de 198 m de altitude (Matzenbacher, 1985).

A vegetação florestal pertence à região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual (Teixeira e Coura Neto, 1986), caracterizada pela queda parcial da folhagem (20-50%) no estrato arbóreo superior (Leite e Klein, 1990). O clima é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen (Nimmer, 1979), marcado pela estacionalidade térmica (temperaturas médias inferiores a 15°C durante quatro meses ao ano) e ausência de período seco (Leite e Klein, 1990). Localizada na porção oriental do Estado, em uma região de transição entre o litoral e o interior, a vegetação da área de estudo agrega elementos de contingentes florísticos tanto do oeste como do leste, reunindo uma grande parcela da biodiversidade regional (Buzatto *et al.*, 2007).

Coleta de dados

A composição florística de trepadeiras da Fazenda São Maximiano foi inventariada por meio de coletas quinzenais durante o período de abril de 2008 a julho de 2009, e mensais nos meses subsequentes do último ano, totalizando cerca de 35 excursões a campo. Foram consideradas trepadeiras, as plantas mecanicamente dependentes que germinam no solo e mantêm conexão com o mesmo por toda a vida, sejam elas herbáceas (vinhas) ou lenhosas

(lianas) (Gentry, 1991). Os exemplares coletados estão depositados no Herbário do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN).

Para a análise fitogeográfica, foram estabelecidas quatro linhas de expansão, que representam possíveis direções de migração das espécies ocorrentes na área de estudo. Cada linha de expansão foi representada por três áreas progressivamente mais afastadas da área de estudo e que apresentam tipos climáticos (segundo a classificação de Köppen, (Nimer, 1979)), vegetacionais (Cabrera e Willink, 1980; Leite e Klein, 1990) e províncias biogeográficas (Cabrera e Willink, 1980) característicos:

- 1) Linha nordeste (NE) – estados de Santa Catarina (NE1), Paraná (NE2) e São Paulo (NE3); clima varia de Cfa a Cfb; florestas ombrófilas; Províncias Atlântica e Paranaense.
- 2) Linha noroeste (NO)- Alto Uruguai, no Rio Grande do Sul (NO1), estado de Misiones, na Argentina (NO2) e região leste do Paraguai (NO3); clima Cfa; florestas estacionais; Província Paranaense.
- 3) Linha centro-oeste (CO) - Santa Maria, no Rio Grande do Sul (CO1), estados de Corrientes, Entre Rios, na Argentina (CO2), estados de Santiago del Estero, Santa Fé, Chaco e Formosa, também na Argentina (CO3); clima varia de Cfa a BSh; florestas estacionais e savanas; Províncias Paranaense, do Espinal e Chaquenha, respectivamente.
- 4) Linha sudoeste (SO) – Uruguai (SO1), estado de Buenos Aires, na Argentina (SO2), estados de Santa Cruz, Chubut, Rio Negro, La Pampa e Neuquén, também na Argentina (SO3); clima varia de Cfa, Cfb a BSk; campos; Províncias Pampeana e Patagônica.

Com o intuito de verificar qual a riqueza compartilhada entre a área de estudo e as linhas de expansão e, a partir disso, determinar os contingentes florísticos mais importantes na constituição da flora local e a amplitude geográfica das espécies, foi construída uma matriz de presença e ausência das mesmas nas três áreas que constituem cada linha de expansão, baseada em dados da literatura (Tabela 1). O *Catálogo de las Plantas del Cono Sur* (Zuloaga *et al.*, 2008) foi a principal fonte de informações da flora de áreas situadas no Uruguai, Argentina, Paraguai e Estados sul-brasileiros. De forma complementar, foram consultadas as floras do Rio Grande do Sul (Ritter e Waechter, 2004; Ferreira, 2009; Ferreira e Miotto, 2009), de Santa Catarina (Sandwith e Hunt, 1974; Sacco, 1980) e do Paraná (Angely, 1965), além de inventários florísticos realizados nas áreas do Alto Uruguai (Rambo, 1956; Brack *et al.*, 1985) e Santa Maria (Durigon *et al.*, 2009). Os dados relativos ao estado de São Paulo foram obtidos da flora fanerogâmica do estado (Wanderley *et al.*, 2002, 2003, 2005) e de levantamentos florísticos

(Kim, 1996; Hora e Soares, 2002; Udulutsch *et al.*, 2004; Rezende e Ranga, 2005; Tibiriçá *et al.*, 2006; Rezende *et al.*, 2007).

Análise Estatística

O contexto fitogeográfico no qual se insere a flora da área de estudo foi avaliado por meio de uma análise de agrupamento, utilizando como medida de similaridade entre as áreas o complemento do coeficiente de Jaccard e como método de agrupamento a soma de quadrados (método de Ward). O programa Syn-tax versão 2000 foi utilizado para a realização das análises e construção do dendrograma (Podani, 2001). A nitidez dos grupos formados foi avaliada pelo método desenvolvido por Pillar (1999), utilizando o *software* MULTIV versão 2.4.2 (Pillar, 2006).

Resultados

O levantamento florístico resultou em 82 espécies, distribuídas em 55 gêneros e 33 famílias (Tabela 1). Asteraceae, com 14 espécies, destacou-se como a família de maior riqueza específica, principalmente em função da grande representatividade do gênero *Mikania* na área de estudo. Juntamente com Asteraceae, as famílias Apocynaceae, Passifloraceae, Bignoniaceae e Fabaceae foram as mais importantes para a diversidade taxonômica, sendo que praticamente metade das espécies de trepadeiras encontradas (48%) pertence a estas cinco famílias (Fig. 1).

Quanto à amplitude geográfica, metade das espécies ocorrentes na área de estudo foi registrada em pelo menos oito das doze áreas da América do Sul consideradas. Por outro lado, três espécies apresentaram distribuição restrita: *Cayaponia alarici* foi ausente em todas as áreas, ou seja, foi encontrada exclusivamente na área de estudo, enquanto *Mikania microptera* e *Cayaponia trilobata* estiveram presentes somente em uma e em duas áreas, respectivamente. Pelo menos três espécies, *Hyperbaena domingensis*, *Marcgravia polyantha* e *Tynanthus elegans* atingem na área de estudo e arredores o seu limite sul distribuição.

As linhas de expansão de caráter mais tropical (NE e NO) foram as que compartilharam o maior número de espécies com a área de estudo (SM), se comparadas com as mais subtropicais e temperadas (CO, SO) (Fig. 2). A grande afinidade florística entre a área de estudo e a linha de expansão de elementos florestais ombrófilos ficou evidente, visto que 95% das espécies que compõem a flora local de trepadeiras também estão presentes nesta linha.

Em uma observação mais detalhada das linhas de expansão, considerando as distâncias crescentes da área de estudo, pode-se detectar quatro gradientes distintos (Fig. 3). Dois deles apresentaram tendências claras, um à estabilização (NE) e outro ao decréscimo (SO) no número

de espécies em comum, enquanto que os demais apresentaram um acréscimo inicial, antes de seguir uma estabilização (NO) ou um decréscimo (SO).

O dendrograma obtido na análise de agrupamento (Fig. 4) mostrou uma clara separação em dois grandes grupos: (i) regiões florestais do domínio Amazônico, mais tropicais; (ii) regiões campestres e savânicas do domínio Chaquenho e Patagônico, mais subtropicais e temperadas.

A análise de nitidez sustentou a formação de quatro subgrupos. O grupo das regiões florestais tropicais apresentou dois subgrupos bem diferenciados, um compreendendo a linha de expansão NE (Santa Catarina, Paraná e São Paulo) e a área de estudo (Fazenda São Maximiano), e outro a linha de expansão NO (Alto Uruguai, Misiones e leste do Paraguai) e as províncias de Corrientes e Entre Rios, classificadas na linha de expansão CO. O segundo grande grupo, que compreende as regiões campestres e savânicas subtropicais e temperadas, também mostrou dois subgrupos, um contendo somente as províncias Patagônicas (SO3), e outro as demais áreas da linha de expansão SO (Uruguai e Buenos Aires) e da linha de expansão CO (Santa Maria e províncias chaquenhãs) (Fig. 4).

Discussão

O levantamento florístico de trepadeiras na Fazenda São Maximiano constitui o primeiro trabalho direcionado especificamente a esta sinússia em florestas Estacionais Semidecíduais do sul do Brasil. No Rio Grande do Sul, apesar de ocupar somente duas áreas disjuntas e de pequena extensão na porção oriental do estado, esta formação florestal é um importante local de encontro de floras, além de apresentar características climáticas e florísticas distintas das Florestas Estacionais Semidecíduais ocorrentes ao longo da Bacia do Rio Paraná no sul do Brasil (Leite, 2002).

Em relação a outros levantamentos florísticos realizados na região Sul do Brasil, observam-se diferenças quanto à riqueza de trepadeiras encontrada, dependendo do tipo de formação de florestal e dos ambientes amostrados. O presente estudo foi desenvolvido em Floresta Estacional Semidecidual, tanto em ambientes de borda quanto de interior, resultando em 82 espécies de trepadeiras. Durigon *et al.* (2009) encontraram 72 espécies, considerando somente bordas de fragmentos de Floresta Estacional Decidual. Venturi (2000) registrou 44 espécies em Floresta de Restinga, sendo a borda e interior incluídos na amostragem. Por outro lado, quando a riqueza do presente estudo é comparada àquela obtida em trabalhos realizados no mesmo tipo de formação florestal, porém em áreas situadas no sudeste do Brasil, em latitudes comparativamente inferiores, fica evidente a maior diversificação de trepadeiras nestas últimas (Tabela 2).

Ao contrário da maioria dos inventários florísticos realizados no sudeste do Brasil (Morellato e Leitão Filho, 1998; Hora e Soares, 2002; Udulutsch *et al.*, 2004; Rezende e Ranga,

2005; Tibiriçá *et al.*, 2006) que apontam Bignoniaceae como a família mais rica (chegando a 32 espécies na Floresta Atlântica (Kim, 1996)), na área de estudo, esta é comparativamente pouco diversificada, compreendendo apenas cinco espécies, todas amplamente distribuídas na América do Sul. Assim como Bignoniaceae, outras famílias predominantemente tropicais, como Sapindaceae e Malpighiaceae, apresentam número reduzido de espécies em relação a regiões mais setentrionais. A grande representatividade de *Mikania* e, conseqüentemente, de Asteraceae, pode ser atribuída à proximidade da área de estudo a um dos centros de diversidade do gênero na América do Sul (Ritter e Waechter, 2004).

O número de espécies de trepadeiras diminui no sentido norte-sul do Brasil, como observado para outros grupos de plantas como Orchidaceae (Waechter, 1998; Rocha e Waechter, 2010) e *Mikania* (Ritter e Waechter, 2004) e para plantas floríferas do Rio Grande do Sul como um todo (Rambo, 1960). Além da maior tropicalidade do clima, a ocorrência de uma estação seca bem definida nas florestas estacionais do sudeste brasileiro pode contribuir para o maior sucesso das trepadeiras nesta região devido à grande capacidade de crescimento destas plantas em períodos de estresse hídrico, ao contrário dos demais componentes florestais (Schnitzer, 2005). Na região Sul do Brasil, por outro lado, não há uma estação de favorecimento pela ausência de um período seco definido (Leite e Klein, 1990).

A maioria das espécies trepadeiras encontradas na Fazenda São Maximiano possui grande amplitude geográfica e, com base em observações a campo e dados da literatura, também grande amplitude ecológica. Por exemplo, *Dolichandra unguis-cati*, *Passiflora caerulea* e *Mikania micrantha*, espécies presentes em todas as áreas consideradas neste estudo, ocorrem em diferentes formações vegetacionais como florestas ombrófilas, de restinga e estacionais, e campos (Sandwith e Hunt, 1974; Sacco, 1980; Ritter e Waechter, 2004). Em escala local, algumas espécies, como *Dolichandra unguis-cati*, *Forsteronia glabrescens* e *Anchietea pyrifolia*, podem estar associadas a ambientes mais específicos, como aqueles onde haja forófitos lenhosos. Outras, por sua vez, são capazes de ocorrer tanto em ambientes florestais quanto associadas a formações mais abertas com predomínio de vegetação herbácea, podendo inclusive se comportar como plantas rastejantes, como é o caso de *Ipomoea cairica*, *Passiflora caerulea* e *Convolvulus crenatifolius* (Durigon, observação pessoal).

O grande número de espécies compartilhadas com as linhas de expansão tropicais, em detrimento das subtropicais e temperadas, mostra que, mesmo situada fora dos trópicos, em uma região de transição climática e biogeográfica, a área de estudo apresenta muitos elementos de origem tropical. A proximidade da área de estudo com o corredor de imigração de espécies tropicais atlânticas (“Porta de Torres”, *sensu* Rambo, 1950) é responsável pela maior afinidade florística com a linha de expansão nordeste. Espécies como *Marcgravia polyantha*, *Sicydium*

gracile, *Tynanthus elegans*, *Mikania hastato-cordata* e *Forsteronia leptocarpa* migraram para o Estado através deste corredor, sendo que algumas delas atingem seu limite sul na área de estudo e regiões adjacentes.

Formações florestais de caráter tropical no Rio Grande do Sul, como as da área de estudo, são extensões daquelas ocorrentes ao norte do Estado (Rambo, 1951), embora possam agregar também elementos de contingentes florísticos mais temperados do sul (Waechter, 2002). Este aspecto fica evidente na tendência à estabilização da linha que representa o gradiente NE de expansão e no posicionamento da área de estudo no dendrograma em um contexto de florestas do sul e sudeste do Brasil. A linha de expansão NO também tem características tropicais e, as oscilações no gradiente, causadas pelo decréscimo no número de espécies em comum com o Alto Uruguai (NO1), se devem ao fato desta áreas ter um tamanho de área menor do que as demais da mesma linha e à escassez de estudos direcionados às trepadeiras na região. Com uma amostra mais abrangente e completa, o gradiente assumiria uma forma mais linear e se assemelharia ao gradiente da linha de expansão NE, ambos indicando a penetração de elementos tropicais nos subtrópicos.

A grande variação do número de espécies em comum ao longo do gradiente que representa a linha de expansão CO foi provocada pelo baixo valor obtido em Santa Maria (CO1), seguido de um aumento do número de espécies nas áreas de Entre Rios e Corrientes (CO2) e nova queda nas províncias chaquenhas (CO3). Da mesma maneira que o Alto Uruguai em relação à linha de expansão NO, Santa Maria (CO1) representa uma áreas mais pontual do que às demais da linha CO e, além disso, a amostragem realizada até o momento neste local foi restrita a áreas de borda, o que certamente influenciou o baixo número de espécies em comum encontradas.

Em relação a Entre Rios e Corrientes, estados com vegetação predominantemente do tipo “espinal” (parques de espininhos), o elevado número de espécies em comum com a área de estudo e a grande afinidade florística com áreas da linha de expansão NO observada no dendrograma podem ser atribuídos à ocorrência, nestes locais, de florestas ribeirinhas que se estendem do Alto Uruguai (NO1) e Misiones (NO2), ao longo dos rios Paraná e Uruguai. Além de serem ambientes mais favoráveis à colonização de trepadeiras, as florestas que acompanham o curso dos rios estabelecem uma conectividade entre áreas de linhas de expansão distintas (CO2, NO1 e NO2), resultando na similaridade observada entre elas.

O baixo número de espécies em comum com províncias chaquenhas (CO3) era esperado. As condições climáticas de baixa precipitação (média anual 500-1000mm (Cabrera e Willink, 1980)) favorecem o predomínio de formações savânicas (caatingas ou bosques chaquenhos) nesta área e restringem as formações florestais. Como consequência, grande parte das trepadeiras

lenhosas, adaptadas ao interior de florestas maduras (Gentry, 1991), não ocorre nestes locais. A maioria das espécies compartilhadas com a área de estudo são trepadeiras herbáceas, características de ambientes abertos e que podem ocorrer até mesmo em desertos (Rundel & Franklin, 1991).

No gradiente correspondente a linha de expansão SO, o número de espécies em comum decresce à medida que se consideram áreas onde o caráter temperado do clima se intensifica. Nestas regiões predominam as vegetações campestres, adaptadas ao frio e à seca, diminuindo a importância de espécies florestais como as trepadeiras, tanto herbáceas quanto lenhosas, na composição da flora (Gentry, 1991). Embora o hemisfério Sul apresente maior abundância de trepadeiras do que o hemisfério Norte em latitudes equivalentes, o avanço em direção a regiões cada vez mais afastadas dos trópicos leva, inevitavelmente, a uma diminuição do número de espécies tipicamente tropicais.

A composição florística de trepadeiras do fragmento florestal estudado é reflexo do caráter transicional das florestas subtropicais sul-brasileiras e da sua continuidade com florestas tropicais situadas ao norte. Famílias caracteristicamente tropicais estão presentes, porém são pouco diversificadas. A maioria das espécies apresenta grande amplitude geográfica na região austral da América do Sul, enquanto que outras atingem seu limite sul na área de estudo e adjacências. Quanto à participação dos diferentes contingentes florísticos, apesar da vegetação do sul Brasil agregar um grande número espécies campestres e arbóreas de contingentes temperados e subtropicais (Waechter, 2002), estes são menos relevantes quando se trata de trepadeiras. As espécies desta sinúsia chegam à região subtropical principalmente através dos dois corredores de migração de espécies tropicais, sendo o do leste, representado neste estudo pela linha de expansão nordeste, o mais importante para a constituição da flora local.

Remanescentes florestais subtropicais são áreas fundamentais para conservação de espécies das formações ombrófilas e estacionais que fazem parte do bioma Mata Atlântica no sul do Brasil. O impacto das atividades humanas nas últimas décadas reduziu drasticamente a área original deste bioma, restando poucos fragmentos onde a degradação não atingiu níveis extremos. As trepadeiras, como plantas predominantemente florestais, dependem da manutenção destes ambientes, sendo os efeitos da fragmentação sobre a distribuição e abundância das espécies ainda pouco conhecidos.

Agradecimentos

Agradecemos ao professor Dr. Nelson Ivo Matzenbacher por permitir a realização deste trabalho em sua propriedade, ao Dr. Luiz Fernando Paiva Lima pelas informações acerca da flora

local e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Brack, P., Bueno, R.M., Falkenberg, D.B., Paiva, M.R.C.; Sobral, M., Stehmann, J.R., 1985. Levantamento florístico do Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessléria* 7(1), 69-94.
- Buzatto, C.R., Freitas E.M., Silva, A.P.M., Lima, L.F.P., 2007. Levantamento florístico das Orchidaceae ocorrentes na Fazenda São Maximiano, Município de Guaíba, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências* 5 (2-3), 19-25.
- Cabrera, A.L., Willink, A., 1980. *Biogeografia de América Latina*. Washington, OEA.
- Durigon, J., Canto-Dorow, T.S., Eisinger, S.M., 2009. Composição florística de trepadeiras ocorrentes em fragmentos de floresta estacional, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 60(2), 415-422.
- Ferreira, P.P.A., 2009. O gênero *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Ferreira, P.P.A., Miotto, S.T.S., 2009. Sinopse das espécies de *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 7(4), 440-453.
- Gentry, A.H., 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz F.E., Mooney, H.A. (eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 3-49.
- Hora, R.C., Soares, J.J., 2002. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. *Revista Brasileira de Botânica* 25(3), 323-329.
- Jarenkow, J.A., Waechter, J.L., 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3), 263-272.
- Kim, A.C., 1996. Lianas da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Leite, P.F., 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência & Ambiente* 24, 51-73.
- Leite, P.F., Klein, R.M., 1990. Vegetação. In: *Geografia do Brasil: Região Sul*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, vol. 2, pp. 113-150.
- Matzenbacher, N.I., 1985. Levantamento preliminar das compostas da Fazenda São Maximiano, Guaíba, RS, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências da PUC/RS* 37, 115-127.

- Morellato, L.P., Leitão Filho, H.F., 1998. Levantamento florístico da comunidade de trepadeiras de uma floresta semidecídua no Sudeste do Brasil. *Boletim do Museu Nacional* 103, 1-15.
- Nimer, E., 1979. *Climatologia do Brasil*. IBGE, SUPREN.
- Pillar, V.P., 1999. How sharp are classifications? *Ecology* 80(8), 2508-2516.
- Pillar, V.P., 2006. *MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling, User's Guide*.
- Podani, J., 2001. *Syn-tax 2000 computer programs for data analysis in ecology and systematic, user's manual*. Budapest, Scientia Publishing.
- Rambo, B., 1950. A porta de Torres. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 2, 9-20.
- Rambo, B., 1951. A imigração da selva higrófila no Rio Grande do Sul. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues* 3, 55-91.
- Rambo, B., 1956. Der Regenwald am oberen Uruguay. *Sellowia* 7, 183- 233.
- Rambo, B., 1960. Die südgrenze des brasilianischen regenwaldes. *Pesquisas* 8, 5-41.
- Rambo, B., 1961. Migration routes of the South Brazilian rain forest. *Pesquisas, Botânica* 12,1-54.
- Rezende, A.A., Ranga, N.T., 2005. Lianas da Estação Ecológica do Noroeste Paulista, São José do Rio Preto/Mirassol, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(2), 273-279.
- Rezende, A.A., Ranga, N.T., Pereira, R.A.S., 2007. Lianas de uma floresta estacional semidecidual, Município de Paulo de Faria, Norte do Estado de São Paulo. *Acta Botanica Brasilica* 30(3), 451-461.
- Richards, P.W., 1998. *The tropical rain forest, an ecological study*. London: Cambridge University Press.
- Ritter, M.R., Waechter, J.L., 2004. Biogeografia do gênero *Mikania* Willd. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(3), 643-652.
- Rocha, F.S., Waechter, J.L., 2010. Ecological distribution of terrestrial orchids in a south Brazilian Atlantic region. *Nordic Journal of Botany* 28, 112-118.
- Rundel, P.W., Franklin, T., 1991. Vines in arid and semi-arid ecosystems. In: Putz F.E., Mooney, H.A. (eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 337-356.
- Sacco, J.C., 1980. Passifloráceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 130 p.
- Sandwith, N.Y., Hunt, D.R., 1974. Bignoniáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 172 p.
- Schnitzer, S.A., 2005. A mechanistic explanation for the global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist* 166, 262-276.

- Schnitzer, S.A., Bongers, F., 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17, 223-230.
- Teixeira, M.B., Coura Neto, A.B., 1986. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico. In: Levantamento de recursos naturais. Folha SH. 22. Porto Alegre. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro 33: 541-620.
- Tibiriçá, Y.J.A.; Coelho, L.F.M., Moura, L.C., 2006. Florística de lianas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, Parque Estadual de Vassununga, Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 20(2), 339-346.
- Udulutsch, R.G., Assis, M.A., Picchi, D.G., 2004. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro – Araras, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27(1), 125-134.
- Venturi, S., 2000. Florística e fitossociologia do componente apoiante-escandente em uma floresta costeira subtropical. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Waechter, J.L., 1998. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. *Proceedings of the 15th World Orchid Conference*. Turriers, Naturalia Publications, Rio de Janeiro.
- Waechter, J.L., 2002. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, 24: 93-108.
- Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S.A., Bittrich, V., Kameyama, C. (eds.), 2002. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 2. São Paulo, FAPESP: HUCITEC, 391 p.
- Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Kirizawa, M. (eds.), 2003. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 3. São Paulo, FAPESP: RiMa, 367 p.
- Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giulietti, A.M., (eds.), 2005. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 4. São Paulo. FAPESP: RiMa, 392 p.
- Zuloaga, F.O., Morrone, O., Belgrano, M.J., 2008. Catálogo de las Plantas del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.

Tabela 1. Distribuição das espécies de trepadeiras encontradas na Fazenda São Maximiano (SM) ao longo de quatro linhas de expansão: sudoeste (SO), centro-oeste (CO), noroeste (NO) e nordeste (NE). As linhas são representadas por três áreas (1, 2 e 3), progressivamente mais afastadas da área de estudo. Para informações detalhadas, veja o texto. As espécies estão organizadas em ordem decrescente de amplitude geográfica (AG).

Espécies	SO1	SO2	SO3	CO1	CO2	CO3	NO1	NO2	NO3	NE1	NE2	NE3	AG
<i>Dolichandra unguis-cati</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<i>Ipomoea cairica</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<i>Passiflora caerulea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
<i>Cissus verticillata</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Lantana camara</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Mikania cordifolia</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Mikania micrantha</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Mutisia coccinea</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Passiflora misera</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Smilax campestris</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Tragia volubilis</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Anchietea pyrifolia</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10
<i>Aristolochia triangularis</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10
<i>Callaeum psilophyllum</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10
<i>Celtis iguanaea</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Cissus striata</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
<i>Convolvulus crenatifolius</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	10
<i>Forsteronia glabrescens</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Galium hypocarpium</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	10
<i>Guettarda uruguensis</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10
<i>Solanum laxum</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
<i>Baccharis anomala</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9
<i>Dioscorea multiflora</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9
<i>Ipomoea bonariensis</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9
<i>Janusia guaranitica</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
<i>Lantana fucata</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9
<i>Melica sarmentosa</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9
<i>Passiflora foetida</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	9
<i>Pristimera andina</i>	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<i>Tanaecium selloi</i>	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9
<i>Vigna adenantha</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9
<i>Amphilophium crucigerum</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
<i>Amphilophium paniculatum</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<i>Canavalia bonariensis</i>	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	8
<i>Centrosema virginianum</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
<i>Ditassa burchellii</i>	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8
<i>Passiflora suberosa</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8
<i>Pisonia aculeata</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<i>Pyrostegia venusta</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
<i>Seguieria americana</i>	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<i>Serjania laruotteana</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
<i>Strychnos brasiliensis</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	8

Espécies	SO1	SO2	SO3	CO1	CO2	CO3	NO1	NO2	NO3	NE1	NE2	NE3	AG
<i>Calea pinnatifida</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Cayaponia martiana</i>	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	7
<i>Chiococca alba</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
<i>Clematis dioica</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Dalbergia frutescens</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Dalechampia micromeria</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Dioscorea demourae</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7
<i>Forsteronia thyrsoidea</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Ipomoea kunthiana</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7
<i>Orthosia scoparia</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	7
<i>Pereskia aculeata</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	7
<i>Smilax cognata</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	7
<i>Mikania glomerata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
<i>Mikania ternata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
<i>Mutisia speciosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
<i>Passiflora alata</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
<i>Passiflora elegans</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	6
<i>Piptocarpha sellowii</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	6
<i>Tournefortia breviflora</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	6
<i>Byttneria gracilipes</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	5
<i>Melothria pendula</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	5
<i>Mikania involucrata</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	5
<i>Prestonia coalita</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
<i>Scleria secans</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5
<i>Coccoloba cordata</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	4
<i>Hyperbaena domingensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
<i>Jobinia connivens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4
<i>Mikania campanulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4
<i>Mikania laevigata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	4
<i>Securidaca lanceolata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
<i>Vigna peduncularis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	4
<i>Forsteronia leptocarpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Marcgravia polyantha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Mikania hastato-cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Sicydium gracile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Tynanthus elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
<i>Vigna hookeri</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cayaponia trilobata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
<i>Mikania microptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Cayaponia alarici</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Riqueza de espécies	45	28	5	34	54	35	50	68	65	73	76	69	

Tabela 2. Levantamentos florísticos de trepadeiras realizados em florestas estacionais das regiões Sul e Sudeste do Brasil. As áreas estão dispostas em ordem crescente de latitude, do estado de São Paulo (SP) ao estado do Rio Grande do Sul (RS). Famílias de maior riqueza específica e seu respectivo o número de espécies (Smax).

Local do estudo	Área (ha)	Famílias (Smax)	Riqueza	Referência
São José do Rio Preto-Mirassol (SP)	168	Bignoniaceae e Sapindaceae (13)	105	Rezende e Ranga (2005)
Santa Rita do Passa Quatro (SP)	127	Bignoniaceae (26)	120	Tibiriçá <i>et al.</i> (2006)
Rio Claro-Araras (SP)	230	Bignoniaceae (29)	148	Udulutsch <i>et al.</i> (2004)
Campinas (SP)	250	Bignoniaceae (22)	136	Morellato e Leitão Filho (1998)
Viamão (RS)	---	Asteraceae (7)	44	Venturi (2000)
Guaíba (RS)	100	Asteraceae (14)	82	Presente estudo
Santa Maria (RS)	---	Apocynaceae (9)	72	Durigon <i>et al.</i> (2009)

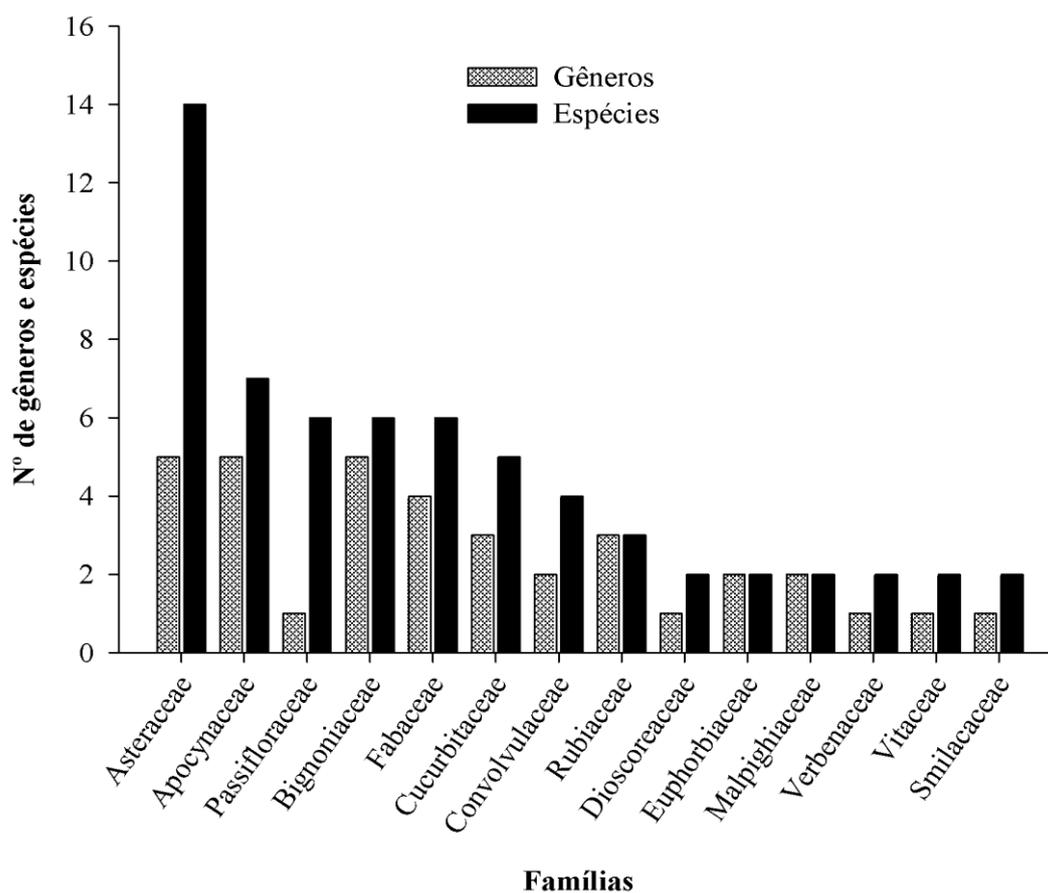


Figura 1. Números de gêneros e espécies de trepadeiras por família na Fazenda São Maximiano, Guaíba, Rio Grande do Sul. Famílias com apenas uma espécie foram omitidas.

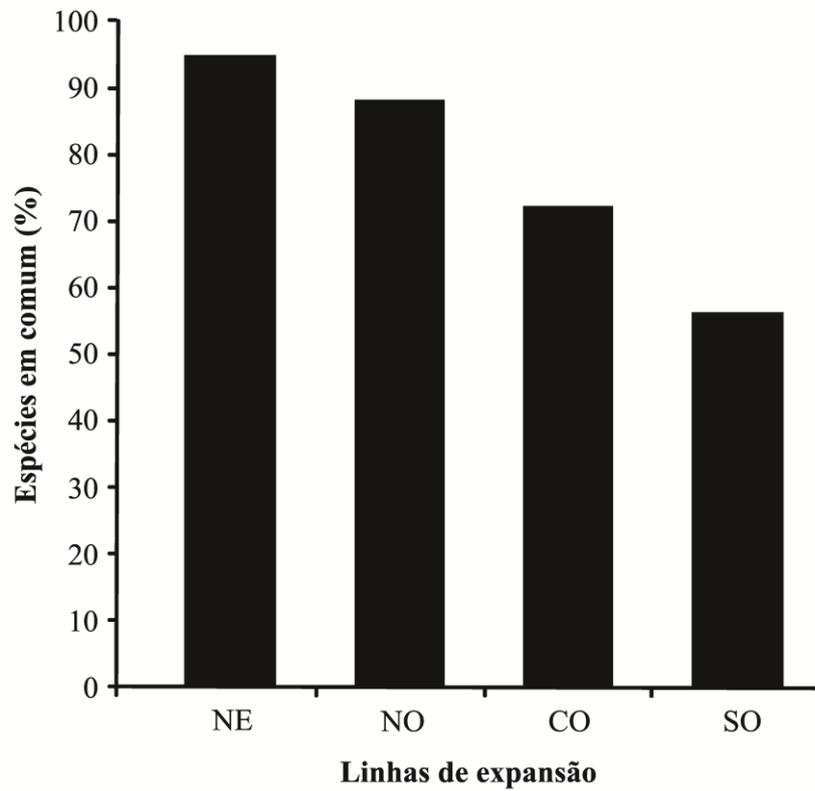


Figura 2. Porcentagem de espécies compartilhadas entre a área de estudo (SM) e as quatro linhas de expansão: sudoeste (SO), centro-oeste (CO), noroeste (NO) e nordeste (NE).

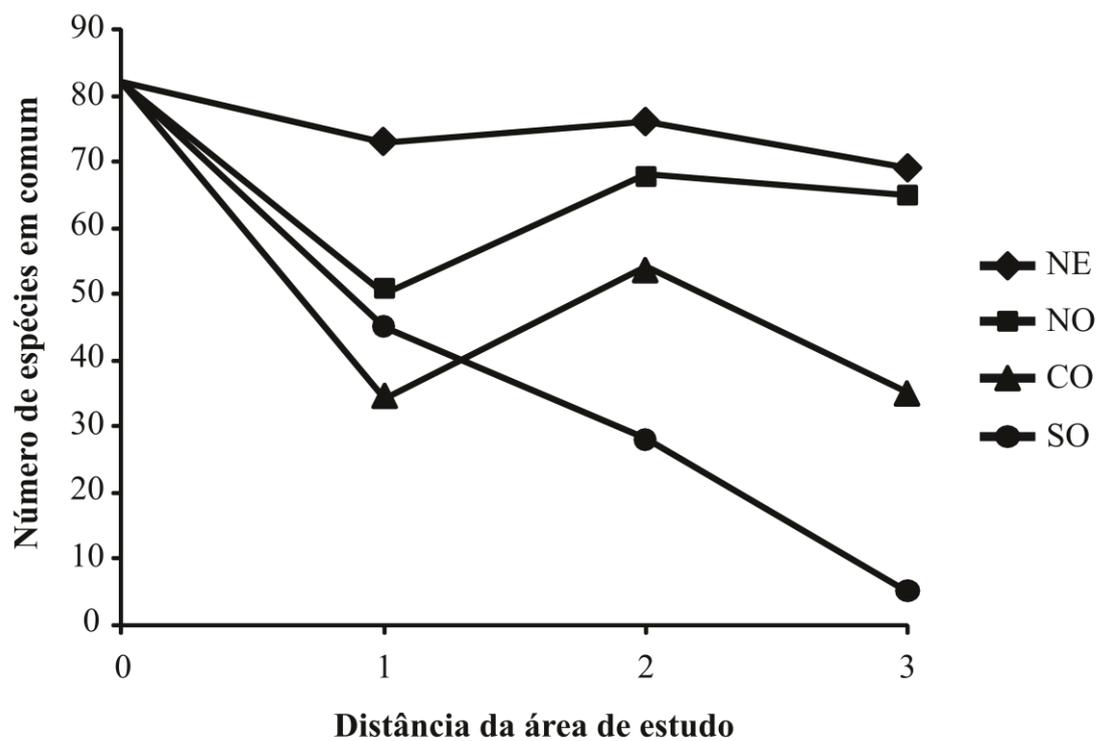


Figura 3. Número de espécies em comum nas quatro linhas de expansão (NE: nordeste, NO: noroeste, CO: centro-oeste e SO: sudoeste) considerando áreas progressivamente mais afastadas da área de estudo (1, 2 e 3).

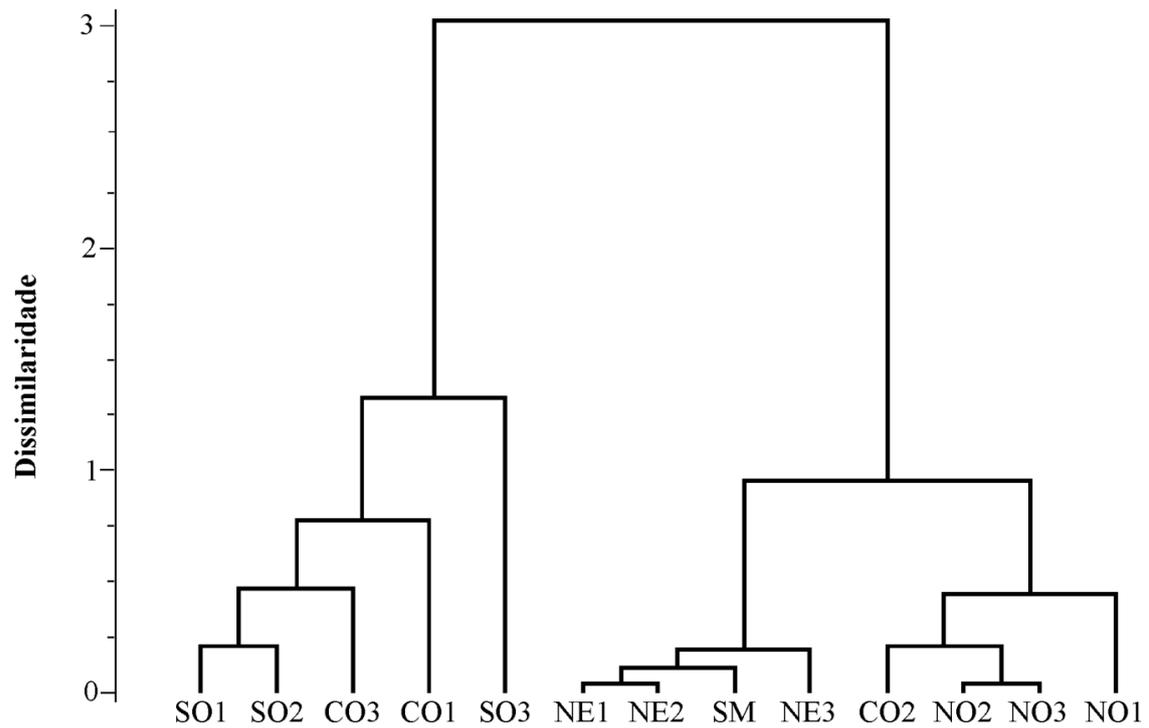


Figura 4. Grupos de trepadeiras formados segundo linhas de expansão e distâncias da área de estudo (SM: São Maximiano). Nordeste (NE), noroeste (NO), centro-oeste (CO) e sudoeste (SO); 1, 2 e 3 representam distâncias crescentes da área de estudo. Métodos: complemento do coeficiente de Jaccard, soma de quadrados.

Diferenciação comunitária de trepadeiras em um mosaico de ambientes florestais de um morro granítico subtropical

Jaqueline Durigon¹ & Jorge Luiz Waechter²

1. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Bloco IV, Prédio 43433, Campus do Vale, Bairro Agronomia, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: jaqbio@yahoo.com.br.

2. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Bloco IV, Prédio 43433, Campus do Vale, Bairro Agronomia, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: jorgew@brturbo.com.br.

Resumo (Diferenciação comunitária de trepadeiras em um mosaico de ambientes florestais de um morro granítico subtropical) As variações estruturais e florísticas entre comunidades de trepadeiras ocorrentes na borda e no interior, assim como as variações dentro destes dois ambientes, foram avaliadas em um remanescente florestal subtropical. Seis parcelas de 5m x 20m foram alocadas em cada um dos seguintes ambientes florestais: borda com campo limpo, borda com campo rupestre, interior bem drenado e interior mal drenado. Os dois primeiros se diferenciam principalmente pelo tipo de formação campestre do entorno, enquanto os dois últimos apresentam uma evidente distinção quanto à umidade dos solos. A amostra incluiu todos os indivíduos de trepadeiras enraizados dentro dos limites da parcela com estruturas vegetativas a 1,3 m do solo, assim como o primeiro forófito utilizado pelos mesmos. Foram registrados a espécie e o modo de ascensão de todos os indivíduos trepadores e o diâmetro à altura do peito do forófito. Variáveis ambientais como abertura do dossel e características do solo também foram avaliados. As comunidades ocorrentes na borda e no interior se diferenciaram em relação a todos os atributos testados, sendo esta diferenciação causada principalmente pelos ambientes espacialmente isolados e reduzidos, com condições peculiares de solo. As diferentes guildas de escalada apresentaram associação com variáveis ambientais específicas, como saturação hídrica do solo e luminosidade. Características edáficas, luminosidade e o tipo de ecótono nas áreas de borda são importantes fatores na diferenciação de comunidades de trepadeiras em escalas locais.

Palavras-chave: lianas, vinhas, heterogeneidade ambiental, subtropicais.

Abstract (Community differentiation of climbing plants in a mosaic of forest environments on a subtropical granitic hill). The structural and floristic variations between climber communities of edges and interiors, as well as within both environments, were evaluated in a subtropical forest remnant. Six sample plots measuring 5m x 20m were located in each of the following forest habitats: edges with short-grass grassland, edges with rupestrian grassland, interiors with well-drained soils and interiors with poor-drained soils. Thus, the first two environments differ by the type of nearby grassland and the later two by their strong difference in soil moisture content. The sampling included all climbing individuals rooted within the plot limits and presenting vegetative structures at 1,3m above the soil level. These individuals were identified according to species and climbing modes. The DBH at 1,3m of the first phorophyte used as a supporting basis was also registered. Other habitat variables, as canopy opening and soil features, were also evaluated. The climbing communities occurring at edges and interiors differed according to all the tested attributes and this differentiation was caused mainly by the environments spatially isolated and reduced, with peculiar conditions of soil. The different climbing modes were related

to particular habitat variables, mostly water content in the soil and light availability through the canopy. Thus, soil moisture, light availability and type of ecotone are important factors for the differentiation of climbing communities at a local scale.

Key Words: lianas, vines, environment heterogeneity, subtropics.

Introdução

As trepadeiras são componentes característicos de florestas tropicais, sendo sua densidade e diversidade muito variáveis entre sítios com condições ambientais e tipos florestais distintos (Gentry, 1991). A partir da análise de variáveis macro-ambientais como precipitação, sazonalidade e latitude, trabalhos em escala global apontam um decréscimo na abundância de trepadeiras à medida que se consideram florestas tropicais com maior precipitação e florestas mais afastadas dos trópicos (Gentry, 1991; Schnitzer, 2005). Além disso, regiões com secas sazonais de longa duração e baixa precipitação média mostram uma abundância superior de trepadeiras se comparadas a florestas úmidas ou florestas com sazonalidade menos intensa (Schnitzer, 2005). Em escalas locais, onde o clima e a latitude não variam de forma relevante, as variações das comunidades de trepadeiras estão mais associadas a fatores espacialmente heterogêneos, como solo, distribuição e abundância de forófitos e luminosidade (Putz, 1984; Ibarra-Manríquez e Martínez-Ramos, 2002; Londré e Schnitzer, 2006).

Diferenças quanto à luminosidade permitem identificar pelo menos dois ambientes distintos em uma área florestal: (i) a borda, que corresponde à interface entre ecossistemas florestais e não-florestais (Harper *et al.*, 2005), onde há grande penetração lateral de luz, e (ii) o interior, delimitado comumente de 20 até 200m da borda (Williams-Linera, 1990; Oliveira *et al.*, 2004; Londré e Schnitzer, 2006; Laurance *et al.*, 2007), com luminosidade comparativamente menor. A abundância de trepadeiras em ambientes bem iluminados, como bordas e clareiras, é amplamente reconhecida na literatura (Putz, 1984; Hegarty e Caballé, 1991; DeWalt *et al.*, 2000). Um gradiente decrescente de abundância, da borda em direção ao interior da floresta, foi obtido por Londré e Schnitzer (2006), sendo a disponibilidade de luz o fator mais correlacionado com este padrão. Porém, a caracterização das trepadeiras como plantas dependentes de luz não é conclusiva (Putz, 1984; Gianoli *et al.*, 2010).

Fatores como regimes de inundação, disponibilidade de água e fertilidade do solo também podem influenciar a diferenciação comunitária de trepadeiras entre ambientes florestais (Schnitzer e Bongers, 2002). Florestas sazonalmente inundadas apresentam maior quantidade de trepadeiras do que florestas adjacentes não inundadas (Gentry, 1991) e, apesar de alguns trabalhos indicarem um aumento na abundância de trepadeiras com o aumento da fertilidade do

solo (Putz e Chai, 1987; Laurance, 2001; DeWalt *et al.*, 2006), esta relação é fraca, variável e imprevisível (Gentry, 1991; Schnitzer, 2005). Por outro lado, a variação na disponibilidade de água no solo pode fornecer uma explicação melhor para abundância local de trepadeiras (Ibarra-Manríquez e Martínez-Ramos, 2002; Schnitzer, 2005).

Poucos estudos têm explorado a variação das comunidades de trepadeiras em escalas locais, principalmente em florestas subtropicais sul-brasileiras. Apesar das trepadeiras serem consideradas, de maneira geral, plantas típicas de bordas, poucos trabalhos quantificaram de fato essa relação e, os que o fizeram, direcionaram sua avaliação em termos de abundância, sendo a composição e riqueza menos exploradas. Além disso, em uma escala ainda menor a contribuição das variações dentro dos ambientes de borda, como diferentes tipos de ecótonos ou transições, e de interior, como áreas com distintas condições de fertilidade e umidade dos solos, para a riqueza e abundância do fragmento geralmente não é acessada por trabalhos em ampla escala.

O objetivo deste estudo é avaliar a existência de diferenças entre comunidades de trepadeiras ocorrentes em um mosaico de ambientes florestais de um fragmento subtropical. Além de prover uma análise quantitativa da estrutura e composição deste grupo de plantas, propõem-se como perguntas centrais: há diferenças entre comunidades de trepadeiras encontradas na borda e no interior da floresta, bem como entre comunidades situadas dentro destes dois ambientes principais em termos de composição, abundância, riqueza e modos de ascensão? Variações das comunidades correspondem a variações de fatores abióticos importantes em escalas locais, como umidade e composição química do solo e luminosidade?

A hipótese a ser testada neste trabalho é de que há diferenças entre comunidades de trepadeiras ocorrentes na borda e no interior de um fragmento florestal em relação aos vários atributos testados, enquanto que os diferentes tipos de borda e de interior apresentariam dissimilaridade quanto à composição de trepadeiras, mas não quanto à riqueza e abundância.

Material e Métodos

Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em um remanescente florestal com cerca de 100ha situado no município de Guaíba, estado do Rio Grande do Sul. A área pertence a uma propriedade particular de 161ha, denominada Fazenda São Maximiano, com sede localizada nas coordenadas geográficas 30°10'47'' S e 51°23'33'' W. A vegetação, classificada como Floresta Estacional Semidecidual (Teixeira Coura Neto, 1986), recobre a encosta sudoeste de um morro granítico de 198 m de altitude e está circundada por formações campestres (Fig. 1).

O remanescente é constituído por quatro ambientes principais, os quais apresentam fisionomias florestais distintas. Dois deles, situados na transição com as formações campestres,

são considerados bordas e os outros dois, internos a esta região transicional, constituem o que é denominado neste trabalho como interior da floresta.

Os ambientes de borda se diferenciam principalmente pelo tipo de formação campestre do entorno em: borda com campo limpo (BCL), situada na base do morro, com solo pouco profundo e pedregoso; e borda com campo rupestre (BCR), localizada no topo do morro, em contato direto com uma superfície rochosa (Fig. 2a-b).

No interior da floresta são encontrados dois ambientes com distintas condições de drenagem: o interior mal drenado (IMD), caracterizado pelo solo permanentemente encharcado; e o interior bem drenado (IBD), onde o solo não apresenta água acumulada. O IMD é representado por áreas dispersas, inseridas no IBD em locais onde ocorre o afloramento do lençol freático, formando “ilhas” de floresta paludosa em uma matriz florestal de encosta com solo bem drenado (Fig. 2c-d).

Coleta de dados

Foram instaladas seis parcelas de 5m x 20m em cada um dos quatro ambientes característicos da área de estudo (BCL, BCR, IBD, IMD). O método de seleção das unidades amostrais (UAs) foi diferente em ambientes com distribuição espacial distinta.

Nas bordas, que acompanham o contorno do remanescente florestal, foram escolhidos três locais representativos de cada ambiente (BCL e BCR). Em cada local foram distribuídas duas parcelas com o maior eixo paralelo à borda. A localização da primeira parcela foi estabelecida de forma preferencial e da segunda no ponto situado cerca de 50 metros da primeira. As parcelas do interior bem drenado, ambiente predominante da floresta, foram alocadas de forma aleatória a partir da primeira marcada, aproximadamente, no ponto central do remanescente. Foram sorteadas direções correspondentes aos pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste) que determinavam a posição da segunda parcela em relação à primeira, da terceira em relação à segunda e assim sucessivamente, sendo 20m a distância mínima percorrida na direção sorteada. A amostragem aleatória não pôde ser aplicada ao interior mal drenado, devido a sua distribuição em manchas dispersas circundadas por áreas bem drenadas, tornando a amostragem preferencial mais adequada.

Foram incluídos na amostra os indivíduos de trepadeiras enraizados dentro dos limites da parcela e que apresentavam estruturas vegetativas a 1,3m do solo, assim como o primeiro forófito utilizado pelos mesmos. Foram registrados a espécie e o modo de ascensão (com gavinhas, volúveis, apoiantes ou rizo-escandentes, segundo Hegarty (1991)) de todos os indivíduos trepadores e o diâmetro à altura do peito do forófito (DAP).

Fatores ambientais potencialmente importantes na diferenciação das comunidades de trepadeiras em escalas locais, como abertura do dossel e características químicas do solo, foram avaliados. Para análise da abertura do dossel, foram feitas três fotografias hemisféricas em cada parcela, utilizando uma máquina digital Nikon Coolpix 950 com lente conversora olho de peixe Nikkor FC-E8. A porcentagem de abertura do dossel foi calculada no programa *Gap Light Analyzer*, versão 2.0 (Frazer *et al.*, 1999), sendo o valor final para cada parcela correspondente à média dos três valores obtidos.

Para avaliação das características químicas do solo, foi coletada, em cada parcela, uma amostra composta de solo superficial (0-20cm) com cerca de 500g constituída de dez subamostras. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e submetidas à análise química básica que mede variáveis como pH, conteúdo de P e K (mg/dm^3), Al, Ca e Mg trocáveis, Al+H e capacidade de troca catiônica (CTC) ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$), argila e matéria orgânica (%), índice de saturação de bases e de Al, e relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K. Além disso, o solo das unidades amostrais foi classificado, com base em observações de campo, em três categorias de umidade: (1) solo seco; (2) úmido e (3) encharcado. Todas as unidades amostrais pertencentes aos ambientes de borda (BCL e BCR) foram incluídas na categoria (1), as do interior bem drenado na (2) e as do interior mal drenado na (3).

Análise estatística

Foram construídas matrizes de dados com (i) o número de indivíduos por espécie em cada unidade amostral (ii) abundância total, (iii) proporção de indivíduos que utilizam os quatro modos de ascensão (com gavinhas, volúveis, apoiantes ou rizo-escandentes), (iv) porcentagem de abertura do dossel e (v) com os valores obtidos para as 15 variáveis mensuradas na análise de solo em cada unidade amostral.

As diferenças entre comunidades de trepadeiras foram avaliadas por análises de variância, com testes de aleatorização utilizando 10000 permutações e considerando o nível de significância igual a 0,05. Esta análise é baseada na soma de quadrados, onde o critério do teste é a dissimilaridade da soma de quadrados entre grupos (Pillar e Orloci, 1996), e foi realizada utilizando o *software* MULTIV versão 2.4.2 (Pillar, 2006). A dissimilaridade entre as unidades amostrais foi medida através da distância de corda, na matriz de composição (i), e da distância euclidiana na matriz de abundância (ii) e na matriz que já apresentava uma padronização pelo total de indivíduos em cada unidade (iii), resultando em uma proporção.

Para comparações entre as comunidades de borda e interior como um todo, sem considerar a diferenciação em seus ambientes específicos, as unidades amostrais que compõem os ambientes BCL e BCR e, IBD e IMD foram reunidas, formando dois grupos com 12 unidades cada. Por outro

lado, quando o objetivo era comparar comunidades ocorrentes nos diferentes ambientes que compõem a borda e o interior do fragmento, as unidades amostrais foram particionadas em quatro grupos, correspondentes aos quatro ambientes avaliados, com seis unidades amostrais cada.

Para acessar a variação na composição das comunidades de trepadeiras ao longo dos quatro ambientes característicos da área de estudo, além da análise de variância, foi realizada uma ordenação, utilizando como método a análise de coordenadas principais (PCoA). A dissimilaridade entre as unidades amostrais da matriz (i) foi medida através da distância de corda. O diagrama de ordenação permite visualizar as unidades amostrais, assim como as espécies que mais influenciaram a disposição das mesmas ao longo dos eixos.

Diferenças quanto à riqueza de espécies foram avaliadas a partir de curvas de rarefação baseadas nos indivíduos (Gotelli e Colwell, 2001), realizadas para cada um dos quatro ambientes, usando o *software* PAST versão 1.94b (Hammer *et al.*, 2001). O método estima o número de espécies que podem ser amostradas para certo número de indivíduos, permitindo a comparação entre conjuntos de dados com abundâncias discrepantes.

Com o objetivo de verificar quais variáveis químicas do solo têm maior relação com variação da composição de espécies, foi utilizado um algoritmo de otimização (Pillar e Orlóci, 1993; Pillar, 1999; Pillar e Sosinski, 2003) implementado no programa SYNCSA, versão 2.2 (Pillar, 2002). O método baseia-se na congruência entre duas matrizes de distância: uma obtida a partir da matriz de composição (i) e outra da matriz que contém as variáveis de solo (v). O procedimento inicia buscando a variável que individualmente resulta em maior congruência e, a seguir, outras variáveis são agregadas passo a passo, de modo que, ao final, pode-se identificar o subconjunto de variáveis que maximiza a congruência com a vegetação. O valor de congruência corresponde à correlação de Pearson.

As matrizes contendo as cinco variáveis de solo que apresentaram maior nível de congruência e as porcentagens de abertura do dossel (vi) foram submetidas a análises de variância para testar se as unidades amostrais da borda e do interior e as unidades amostrais que representam os quatro ambientes diferem quanto à composição química do solo e, indiretamente, quanto à luminosidade. Na primeira matriz, a medida de dissimilaridade utilizada foi o índice de Gower, pelo fato das variáveis estarem em escalas diferentes, e, na segunda, a distância euclidiana.

As relações entre variáveis ambientais e a proporção de indivíduos que utilizam os diferentes modos de ascensão foram exploradas por meio da análise de correspondência canônica (CCA) (ter Braak, 1988), executada com o auxílio do programa Canoco 4.5 (ter Braak e Smilauer 2002). Inicialmente foram inseridas 10 variáveis ambientais: as cinco variáveis de solo resultantes da análise de congruência, a porcentagem de abertura do dossel, as variáveis categóricas quanto ao nível de umidade rearranjadas como variáveis *dummy*, e a área média dos forófitos, resultante da

soma das áreas dos forófitos em uma UA dividida pelo número de forófitos registrados. O procedimento adotado foi a seleção crescente de variáveis ambientais (*forward selection*) que consiste em selecionar primeiramente um único preditor do conjunto de variáveis que explica a maior parte da variabilidade. Se a contribuição deste preditor para o modelo for significativa, ele é aceito e o processo é repetido de modo a encontrar a segunda variável que adiciona a maior explicação ao modelo que for significativa, e assim por diante. A significância foi avaliada por meio de testes de permutação de Monte Carlo (10000 permutações, $\alpha = 0,05$; Manly (1991)).

Resultados

Nas 24 parcelas amostradas foram registrados 1174 indivíduos de trepadeiras, distribuídos em 48 espécies e 28 famílias. Apocynaceae e Asteraceae foram as famílias mais representativas, tanto em número de espécies quanto em número de indivíduos. Marcgraviaceae, apesar de ter contribuído com somente uma espécie, destacou-se em número de indivíduos devido à grande abundância de *Marcgravia polyantha* na área de estudo. Estas três famílias, juntamente com Bignoniaceae e Smilacaceae, foram responsáveis por 85% da abundância de trepadeiras. Em termos de riqueza, a maioria das famílias (20) foi representada por uma espécie e, em três destas (Sapindaceae, Solanaceae e Vitaceae), foi registrado um único indivíduo.

Entre as espécies com maior quantidade de indivíduos estão *Forsteronia glabrescens* e *F. thyrsoidea*, registradas nos quatro ambientes avaliados. Por outro lado, *Marcgravia polyantha*, a terceira espécie em número de indivíduos, foi encontrada somente no ambiente de interior mal drenado. Quanto à distribuição, 52% das espécies foram encontradas exclusivamente na borda, 15% no interior e 33% ocorreram nos dois locais. Algumas espécies foram restritas a um dos quatro ambientes considerados: *Callaeum psilophyllum*, *Marcgravia polyantha*, *Mikania glomerata*, *M. microptera* e *Scleria secans* ocorreram somente no IMD; *Pisonia aculeata*, no IBD; *Aristolochia triangularis*, *Dioscorea demourae*, *Guettarda uruguensis* e *Ruellia* sp., na BCL; *Celtis iguanaea*, *Clematis dioica*, *Cissus striata*, *Dioscorea multiflora*, *Janusia guaranitica*, *Melica sarmentosa*, *Mikania campanulata*, *Mutisia coccinea*, *Tournefortia breviflora*, *Passiflora suberosa*, *Serjania laruotteana* e *Solanum laxum* foram encontradas somente na BCR (Tabela 1).

As análises de variância que compararam as comunidades ocorrentes na borda com as do interior da floresta indicaram diferenças significativas quanto à composição ($p = 0,0024$), abundância ($p = 0,0339$) e proporção de indivíduos nos quatro modos de ascensão ($p = 0,0262$). O mesmo ocorreu quando foram confrontadas as características químicas do solo ($p = 0,0084$) e a porcentagem de abertura do dossel ($p = 0,0001$).

A borda e o interior demonstraram ser internamente heterogêneos quanto à composição, pois as análises de variância que consideraram as unidades de cada ambiente como um grupo

detectaram diferenças entre BCL e BCR ($p = 0,0447$) e entre IBD e IMD ($p = 0,0029$). A abundância e os modos de ascensão, por sua vez, foram distintos entre os ambientes situados no interior ($p = 0,0065$ e $0,0104$, respectivamente), mas não entre os ambientes de borda. A composição química do solo diferiu entre os dois tipos de borda e entre os dois tipos de interior ($p = 0,013$ e $0,0023$, respectivamente), enquanto que a abertura do dossel não.

Considerando todos os contrastes entre os quatro ambientes, observa-se que as diferenças quanto à composição constatadas anteriormente entre a borda e o interior se devem ao IMD que difere de BCL e BCR ($p = 0,0021$ e $0,0026$, respectivamente), e à BCR que difere também de IBD ($p = 0,0045$), visto que BCL e IBD não diferem significativamente ($p = 0,1214$). Quanto à abundância, o IBD é distinto de todos os ambientes por apresentar o menor número de indivíduos ($p < 0,01$). O IMD difere significativamente dos demais ambientes quanto ao modo de ascensão ($p < 0,05$). Análises de variância univariadas considerando cada modo de ascensão separadamente mostram que esta diferença está relacionada à baixa proporção de indivíduos com gavinhas e alta proporção de indivíduos rizo-escandentes no IMD. A composição química do solo é diferente quando se comparam todos os ambientes ($p < 0,02$), com exceção da BCL e o IBD que não apresentaram diferenças significativas entre si.

O diagrama de ordenação obtido a partir dos dados de composição evidencia: um grande isolamento das UAs do interior mal drenado (IMD), a agregação da maioria das UAs que compõe o IBD e BCL e, de forma menos clara, uma região compreendendo a maioria das UAs da BCR (Fig. 3). Entre as espécies com os maiores coeficientes de correlação com os eixos, destacam-se *Marcgravia polyantha*, associada ao IMD, *Forsteronia thyrsoides*, ao grupo BCL e IBD, e *Calea pinnatifida*, à BCR.

As curvas de rarefação correspondentes aos ambientes de borda (BCL e BCR) tiveram seus limites de confiança sobrepostos, assim como as curvas dos ambientes de interior (IBD e IMD), indicando que os dois ambientes da borda não diferem entre si quanto à riqueza de espécies, do mesmo modo que os ambientes do interior. Como pode ser visualizado na Fig. 4, a partir de cerca de 150 indivíduos, a riqueza nos ambientes de borda é significativamente maior do que nos ambientes de interior.

O subconjunto de características químicas do solo que apresentaram maiores valores de congruência com a matriz de composição de espécies incluiu as seguintes variáveis (dispostas na ordem em que foram selecionadas pelo algoritmo): conteúdo de K, porcentagem de matéria orgânica, relação Ca/Mg, capacidade de troca catiônica (CTC) e relação Mg/K. O valor de congruência ou correlação obtido foi de 0,48.

A análise de correspondência canônica realizada para verificar possíveis relações entre as 10 variáveis ambientais e a proporção de indivíduos nos quatro modos de ascensão obteve a

condição de solo encharcado como a única variável significativa ($p = 0,001$). Por ser muito contrastante entre as UAs, esta variável foi responsável por grande parte da explicação encontrada, em detrimento daquelas de menor influência. Para acessar outras variáveis potencialmente importantes para o modelo, a análise foi repetida excluindo-se a variável de solo encharcado. Assim, o conteúdo de potássio, a porcentagem de matéria orgânica e a abertura do dossel mostraram também significância estatística ($p = 0,016$; $0,015$ e $0,025$, respectivamente) (Fig. 5).

Discussão

Estudos direcionados especificamente às trepadeiras têm aumentado muito nas últimas décadas e elucidado questões de ampla escala, relativas principalmente às florestas tropicais, como os mecanismos que explicam padrões de abundância e distribuição (Schnitzer, 2005; Heijden e Phillips, 2008) e o aumento em importância deste grupo de plantas e sua relação com processos globais como efeito estufa (Wright *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2005). Por outro lado, em florestas subtropicais, especialmente do hemisfério Sul, os trabalhos quantitativos com este grupo de planta são raros, tanto em pequena quanto em ampla escala. Nesse sentido, o presente estudo, constitui um dos primeiros esforços para o entendimento da diversidade de trepadeiras na região subtropical do Brasil.

As comunidades de trepadeiras ocorrentes no fragmento de floresta Estacional Semidecidual estudado são caracterizadas pelo predomínio, em termos de espécies e de indivíduos, das três famílias mais diversificadas na flora de trepadeiras da região subtropical do Brasil, Asteraceae, Apocynaceae e Bignoniaceae. A ocorrência destas famílias em pelos menos três dos quatro ambientes avaliados pode ser atribuída ao seu modo de dispersão anemocórico, que permite a rápida e numerosa ocupação dos ambientes locais. Em relação à composição florística, trabalhos quantitativos realizados no mesmo tipo de formação florestal, no sudeste do Brasil, apontam Bignoniaceae como a família de maior riqueza específica (chegando a 18 espécies em uma amostra de 0,75 ha de Floresta Estacional Semidecidual (Hora & Soares, 2002)), seguida por Sapindaceae e Malpighiaceae. Estas famílias caracteristicamente tropicais, apesar de presentes, são comparativamente pouco diversificadas na área de estudo, o que pode ser atribuído ao gradiente decrescente de riqueza de espécies tropicais no sentido norte-sul do Brasil, o qual já foi observado para diversos grupos de plantas, como Orchidaceae (Waechter, 1998; Rocha e Waechter, 2010) e *Mikania* (Asteraceae) (Ritter e Waechter, 2004).

As espécies mais abundantes na área de estudo, *Forsteronia glabrescens* e *F. thyrsoides*, ocorrem nos quatro ambientes estudados, além de serem táxons amplamente distribuídos nas diferentes formações florestais da região Sul do Brasil e países limítrofes. A grande amplitude ecológica e geográfica destas espécies pode ser atribuída à capacidade das mesmas em ocupar

ambientes com distintas condições de luminosidade, fertilidade e umidade de solos. Já *Marcgravia polyantha* possui na área de estudo um grande número de indivíduos restritos às porções de floresta paludosa. Esta espécie geralmente ocorre em florestas tropicais úmidas e, no Brasil, está presente na Floresta Atlântica *sensu stricto*, desde o sul de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (Reitz, 1968), atingindo seu limite austral na área de estudo. Apesar da grande amplitude geográfica, *M. polyantha* é mais representativa em áreas de várzeas e encostas, em solos úmidos a encharcados (Reitz, 1968).

A distribuição restrita de algumas espécies a áreas de borda ou de interior da floresta, ou a um dos quatro ambientes considerados, deve-se à ocorrência de condições ambientais diferenciadas como umidade do solo e luminosidade entre estes locais, além de fatores biológicos como capacidade de dispersão, germinação e estabelecimento característicos de cada espécie. *Smilax campestris* e *Calea pinnatifida*, espécies com grande abundância total e amostradas exclusivamente na borda, ocorrem tanto na BCL quanto na BCR, locais com solos secos e sujeitos a grande penetração de luz, enquanto que *Marcgravia polyantha*, *Pisonia aculeata* e *Scleria secans*, espécies registradas somente no interior, estão restritas ao IMD ou ao IBD, onde o solo é encharcado e úmido, respectivamente, e a luminosidade é comparativamente menor.

Espécies amostradas em somente um dos ambientes, tais como *Dioscorea demourae* e *Guettarda uruguensis* (BCL); *Cissus striata*, *Dioscorea multiflora*, *Melica sarmentosa*, *Mikania campanulata* e *Mutisia coccinea* (BCR); *Pisonia aculeata* (IBD); *Marcgravia polyantha*, *Mikania microptera*, *Scleria secans* e *Mikania glomerata* (IMD), não foram observadas em áreas externas à amostra nos demais ambientes. O maior número de espécies exclusivas no IMD e BCR, em comparação com BCL e IBD, resulta da presença de espécies potencialmente adaptadas às condições desfavoráveis de saturação hídrica e solos com somente uma pequena camada de matéria orgânica, respectivamente.

Adicionalmente, na análise de ordenação, a qual considera tanto a presença e ausência de espécies, quanto o número de indivíduos das mesmas, verificam-se espécies associadas a ambientes particulares. Relações espécies-ambiente foram também encontradas em outros trabalhos que avaliaram a distribuição de comunidades de trepadeiras em ambientes com distintas condições de topografia, umidade e fertilidade do solo (Ibarra-Manríquez e Martínez-Ramos, 2002; DeWalt *et al.*, 2006), o que evidencia a importância da heterogeneidade ambiental para a diversidade florística e conservação de táxons com pequena amplitude ecológica.

Indivíduos de trepadeiras de distintos grupos funcionais ou guildas, definidos com base na estratégia utilizada para a sustentação e/ou ascensão nos forófitos (Darwin, 1867; Putz, 1984; Hegarty, 1991, Laurance *et al.*, 2001), estão relacionados com algumas variáveis que caracterizam os ambientes da área de estudo. A condição de solo encharcado é responsável pela maior parte da

variação da proporção de indivíduos em cada modo de ascensão entre os quatro ambientes, em detrimento do diâmetro (ou área) dos forófitos, amplamente reconhecido como um fator determinante para o sucesso das diferentes estratégias (Putz, 1984; Hegarty e Caballé, 1991; Putz & Holbrook, 1991). As condições extremas de umidade do solo poderiam diminuir a importância da área do forófito como preditor dos modos de ascensão utilizados pela maioria dos indivíduos, porém, após a remoção desta variável do modelo, a área do forófito permanece não significativa.

A proporção de indivíduos rizo-escandentes e a variável que determina a presença de solos encharcados estão associadas, o que pode ser atribuído à grande abundância e ocorrência exclusiva de *Marcgravia polyantha* no IMD. A grande quantidade de matéria orgânica observada nos solos mal drenados deve ter causado, secundariamente, a relação entre esta variável e a proporção de indivíduos rizo-escandentes. A íntima associação entre *M. polyantha* e ambientes com grande saturação hídrica indicam a existência de possíveis adaptações para a germinação e estabelecimento da espécie neste ambiente, como a presença de numerosas raízes adventícias sobre o solo ou forófito (Colmer & Voesenek, 2009). No entanto, fica evidente a necessidade de estudos ecofisiológicos para o maior entendimento da biologia desta espécie.

Os indivíduos com gavinhas ocorrem em menor proporção nas áreas encharcadas em comparação com áreas bem drenadas de interior, o que demonstra uma possível falta de tolerância destes aos ambientes hidricamente saturados. E, apesar das trepadeiras com gavinhas escalarem preferencialmente suportes de diâmetro reduzido (Putz, 1984; Putz e Chai, 1987) a sua representatividade em termos de indivíduos foi maior no IBD, onde a área média dos forófitos foi superior àquela encontrada nos demais ambientes. O efeito do crescimento em diâmetro dos forófitos após as trepadeiras estarem aderidas pode ter sido uma das causas deste resultado, pois a avaliação do diâmetro não levou em consideração se os mesmos foram escalados recentemente. Além disso, outros aspectos observados no campo, como a fixação das gavinhas em fissuras e irregularidades do ritidoma, o desenvolvimento de raízes adventícias e de gavinhas trifidas uncinadas ou com ventosas, permitem a ascensão em forófitos de grande porte.

A associação observada na ordenação canônica entre os indivíduos com gavinhas e o conteúdo de potássio no solo deve ser apenas um artefato da análise, causado pela influência da umidade do solo sobre esta variável (Costa *et al.*, 2009). Em solos encharcados, a quantidade de potássio é reduzida se comparada com a de solos úmidos ou secos, o que também foi constatado por Rocha *et al.* (2005) na descrição de um *continuum* entre floresta paludosa e floresta de encosta. A maior proporção de indivíduos com gavinhas em áreas bem drenadas e menor proporção em áreas mal drenadas acaba associando, indiretamente, este modo de ascensão ao conteúdo de potássio.

A relação entre a proporção de indivíduos volúveis e apoiantes e locais com maior abertura do dossel indica que, apesar de distribuídos ao longo dos quatro ambientes, estes indivíduos são mais frequentes em bordas, onde o dossel é geralmente baixo e descontínuo. A capacidade de escalar uma ampla variedade de diâmetros e a preferência por arranjos densos de suportes podem explicar o sucesso dos indivíduos volúveis e apoiantes, respectivamente, em ambientes de borda, onde há grande disponibilidade de forófitos, tanto de pequeno quanto de grande porte, e as distâncias entre os ramos dos mesmos são reduzidas (Putz, 1984; Engel, 1998). Comparando ambientes de borda com ambientes de interior, Laurance *et al* (2001) encontraram uma maior abundância na borda de três guildas de escalada (ramos volúveis, caule volúvel e gavinhas), sendo que duas delas correspondem a variações do modo de ascensão volúvel, não consideradas pelo presente estudo.

Quando a borda e o interior da floresta são comparados, sem considerar seus ambientes específicos, diferenças em abundância, riqueza, composição e proporção de indivíduos de trepadeiras nos quatro modos de ascensão são obtidas, confirmando a hipótese inicial. A abundância e a riqueza de trepadeiras são maiores na borda do remanescente do que no interior, a maior parte dos indivíduos da borda são apoiantes ou volúveis, enquanto que no interior dominam as trepadeiras rizo-escandentes e com gavinhas. Da mesma forma, as características químicas do solo e a abertura do dossel são distintas entre estes dois ambientes. Em um estudo similar, Laurance *et al* (2001) verificaram diferenças em abundância e modos de ascensão, mas não quanto a composição florística, sendo a maior abundância também registrada na borda em relação ao interior. De modo semelhante, Londré e Schnitzer (2006) mostraram que a abundância de trepadeiras é superior em locais próximos de bordas e decresce progressivamente com o aumento da distância da mesma.

A abundância de trepadeiras em bordas de florestas e em clareiras é frequentemente relatada e relacionada com a grande disponibilidade de luz destes ambientes (Putz, 1984; Hegarty e Caballé, 1991; DeWalt *et al.*, 2000). A radiação fotossinteticamente ativa foi o fator mais correlacionado com o gradiente decrescente de abundância a partir da borda em uma floresta subtropical do hemisfério Norte (Londré e Schnitzer, 2006). Na área de estudo, a maior riqueza e abundância de trepadeiras é observada nos locais com maior abertura de dossel, o que indica uma relação entre estas variáveis e revela a importância dos ambientes de transição para a diversidade deste grupo de plantas. Porém, ao contrário do caráter natural das bordas estudadas, a criação de inúmeras bordas antrópicas em processos de fragmentação pode acarretar um aumento no número de trepadeiras em fragmentos alterados, dada a sua capacidade em crescer sob condições de altas temperaturas e baixa disponibilidade hídrica a taxas mais altas do que a maioria das demais plantas (Schnitzer, 2005).

Em relação ao solo, a diferença encontrada entre borda e interior resulta da influência, na análise, dos valores provenientes dos dois ambientes extremos, interior de mata paludosa e borda de afloramento rochoso. Isto é confirmado quando os quatro ambientes são comparados entre si, resultando em uma não diferenciação entre a BCL e o IBD. A semelhança entre BCL e IBD também ocorre em termos de composição florística, demonstrando que o solo pode estar influenciando a composição, direta ou indiretamente.

A segunda hipótese, formulada considerando os atributos das comunidades nos quatro ambientes avaliados, foi parcialmente confirmada. Como esperado, a composição de trepadeiras diferiu entre os dois ambientes de borda e entre os dois ambientes de interior, o que ressalta a contribuição dos diferentes ambientes para estruturação da flora local. Por outro lado, a riqueza e a abundância não foram significativamente distintas entre bordas com diferentes ecótonos, enquanto que interiores com distintas condições de drenagem diferiram somente em abundância.

Apesar das variações principalmente florísticas existentes entre os dois ambientes de borda e entre os dois ambientes de interior, a riqueza de espécies é a mesma, demonstrando que, no mosaico de vegetação existente na área de estudo, os ambientes reúnem elementos comuns da flora do remanescente, que contribuem para sua riqueza e, adicionalmente, agregam uma grande ou pequena quantidade de espécies exclusivas, que os diferencia quanto à composição. Ambientes que abrigam uma maior quantidade de espécies restritas se diferenciam de todos os outros, enquanto que aqueles que apresentam uma menor quantidade destes elementos são mais semelhantes entre si.

Conclusões

- As características químicas e disponibilidade de água do solo, a luminosidade e o tipo de ecótono nas áreas de borda são importantes fatores na diferenciação de comunidades de trepadeiras em escalas locais.
- As diferentes guildas de escalada demonstram associação com variáveis ambientais específicas, como saturação hídrica do solo e luminosidade.
- Ambientes hidricamente saturados atuam como filtros ambientais em escalas muito finas, permitindo a colonização abundante de algumas espécies adaptadas, porém não deixando de agregar uma riqueza similar a ambientes adjacentes.

Agradecimentos

Agradecemos ao professor Dr. Nelson Ivo Matzenbacher por permitir a realização deste trabalho em sua propriedade e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- Colmer, T.D., Voesenek, L.A.C.J., 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits invariable environments. *Functional Plant Biology* 36, 665–681.
- Costa, J.P.V. da, Barros, N.F. de, Bastos, A.L., Albuquerque, A.W. de., 2009. Fluxo difusivo de potássio em solos sob diferentes níveis de umidade e de compactação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13(1), 56–62.
- Darwin, C., 1867. On the movements and habits of climbing plants. *The Journal of Linnean Society* 9, 1–118.
- DeWalt, S.J., Schnitzer, S.A., Denslow, J.S., 2000. Density and diversity of lianas along a chronosequence in a central Panamanian lowland forest. *Journal of Tropical Ecology* 16, 1-19.
- DeWalt, S.J., Ickes, K., Nilus, R., Harms, K.E., Burslem, D.F.R.P., 2006. Liana habitat associations and community structure in a Bornean Lowland tropical forest. *Plant Ecology* 186, 203-216.
- Engel, V.L., Fonseca, R.C.B., Oliveira, R.E., 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12, 43-64.
- Frazer, G.W., Canham, C.D., Lertzman, K.P., 1999. Gap LightAnalyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Burnaby/New York, Simon Fraser University/Institute of Ecosystem Studies.
- Gentry, A.H., 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In: Putz, F. E., Mooney, H. A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 3-49.
- Gianoli, E., Saldanha, A., Jiménez-Castillo, M., Valladares, F., 2010. Distribution and abundance of vines along the light gradient in a southern temperate rain Forest. *Journal of Vegetation Science* 21, 66-73.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4, 379-391.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1).
- Harper, K.A., MacDonald, S.E., Burton, P.J., Chen, J., Brososke, K.D., Saunders, S.C., Euskirchen, E.S., Roberts, D., Jaiteh, M.S., Esseen, A.P.A., 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 19(3),768-782.
- Hegarty, E.E., 1991. Vine-host interactions. In: Putz, F.E., Mooney, H.A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 357-375.

- Hegarty, E.E., Caballé, G., 1991. Distribution and abundance of vines in forest communities. In: Putz, F. E., Mooney, H. A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 313-336.
- Heijden, G.M.F. van der., Phillips, O.L., 2008. What controls liana success in Neotropical forests? *Global Ecology and Biogeography* 17(3), 372-383.
- Ibarra-Manríquez, G., Martínez-Ramos, M., 2002. Landscape variation of liana communities in a Neotropical rainforest. *Plant Ecology* 160, 91-112.
- Laurance, W.F., Perez-Salicrup, D., Delamonica, P., Fearnside, P.M., D'Angelo, S., Jerozolinski, A., Pohl, L., Lovejoy, T.E., 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82, 105-116.
- Laurance, W.F., Nascimento, H.E.M., Laurance, S.G., Andrade, A., Ewers, R.M., Harms, K.E., Luizão, R.C.C., Ribeiro, J.E., 2007. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. *PLoS One* 10, 1-8.
- Londré, R.A., Schnitzer, S.A., 2006. The distribution of lianas and their change in abundance in temperate forests over the past 45 years. *Ecology* 87, 2973-2978.
- Manly, F.J., 1991. *Randomization and Monte Carlo methods in Biology*. London, Chapman and Hall.
- Oliveira M.A., Grillo, A.S., Tabarelli, M., 2004. Forest edge in the Brazilian Atlantic Forest: drastic changes in tree species assemblages. *Oryx* 38, 389-394.
- Phillips, O.L., Martínez, R.V., Mendoza, A.M., Baker, T.R., Vargas, P.N., 2005. Large lianas as hyperdynamic elements of the tropical forest canopy. *Ecology* 86(5), 1250-1258.
- Pillar, V.D., 1999. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science* 10, 631-640.
- Pillar, V.D., 2002. SYNCOSA: software for character-based community analysis. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre.
- Pillar, V.P., 2006. MULTIV; Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. User's Guide vol. 2.4.
- Pillar, V.D., Orłóci, L., 1993. *Character-based community analysis: theory and application program*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Pillar, V.D., Orłóci, L., 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7, 585-592.
- Pillar, V.D., Sosinski, E.E. Jr., 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14, 323-332.
- Putz, F.E., 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65(6), 1713-1724.

- Putz, F., Chai, P., 1987. Ecological studies of lianas in Lambir National Park, Sarawak, Malaysia. *Journal of Ecology* 75, 523-531.
- Putz, F., Holbrook, M., 1991. Biomechanical studies of vines. In: Putz, F. E., Mooney, H. A. (Eds.). *The biology of vines*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 73-98.
- Ritter, M.R., Waechter, J.L., 2004. Biogeografia do gênero *Mikania* Willd. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(3), 643-652.
- Rocha, C.T.V, Carvalho, D.A de, Fontes, M.A.L, Oliveira Filho, A.T., Van der Berg, E., Marques, J.J.G.S.M., 2005. Comunidade arbórea de um *continuum* entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28(2), 203-218.
- Rocha, F.S., Waechter, J.L., 2010. Ecological distribution of terrestrial orchids in a south Brazilian Atlantic region. *Nordic Journal of Botany* 28, 112-118.
- Reitz, P.R., 1968. Marcgraviáceas. In: Reitz, R. (Ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.
- Schnitzer, S.A., 2005. A mechanistic explanation for the global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist* 166, 262-276.
- Schnitzer, S.A., Bongers, F., 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17, 223-230.
- Teixeira, M.B., Coura Neto, A.B., 1986. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico. In: *Levantamento de recursos naturais*. Folha SH. 22. Porto Alegre. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ter Braak, C.J.F., 1988. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69, 69-77.
- ter Braak, C.J.F., Smilauer, P., 2002. *Canoco for Windows 4.5*. Wageningen, Biometris/Plant Research International.
- Waechter, J.L., 1998. Epiphytic orchids in eastern subtropical South America. *Proceedings of the 15th World Orchid Conference*. Turriers, Naturalia Publications, Rio de Janeiro.
- Williams-Linera, G., 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology* 78, 356-373.
- Wright, S.J., Calderón, O., Hernandez, A., Paton, S., 2004. Are lianas increasing in importance in tropical forest? A 17-year record from Panama. *Ecology* 85(2), 484-489.

Tabela 1. Famílias e espécies de trepadeiras registradas na amostra de 0,24ha realizada em um remanescente florestal subtropical e seus respectivos modos de ascensão e participação em termos de abundância nos quatro ambientes avaliados. BCL = borda com campo limpo; BCR = borda com campo rupestre; IBD = interior bem drenado; IMD = interior mal drenado.

Família	Espécie	Modos de ascensão	BCL	BCR	IBD	IMD	Total
Acanthaceae	<i>Ruellia</i> sp.	Apoiante	3	0	0	0	3
Apocynaceae	<i>Forsteronia glabrescens</i>	Volúvel	49	113	40	26	228
	<i>Forsteronia leptocarpa</i>	Volúvel	7	2	10	28	47
	<i>Forsteronia thyrsoidea</i>	Volúvel	95	26	37	9	167
	<i>Jobinia connivens</i>	Volúvel	2	13	0	15	30
	<i>Orthosia scoparia</i>	Volúvel	2	7	0	0	9
	<i>Prestonia coalita</i>	Volúvel	15	7	3	1	26
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia triangularis</i>	Volúvel	7	0	0	0	7
Asteraceae	<i>Calea pinnatifida</i>	Apoiante	5	36	0	0	41
	<i>Mikania campanulata</i>	Volúvel	0	1	0	0	1
	<i>Mikania glomerata</i>	Volúvel	0	0	0	8	8
	<i>Mikania hastato-cordata</i>	Volúvel	1	0	0	6	7
	<i>Mikania involucrata</i>	Volúvel	1	46	0	0	47
	<i>Mikania laevigata</i>	Volúvel	10	21	0	25	56
	<i>Mikania microptera</i>	Volúvel	0	0	0	5	5
	<i>Mikania ternata</i>	Volúvel	6	0	0	2	8
	<i>Mutisia coccinea</i>	Gavinhas	0	2	0	0	2
	<i>Amphilophium paniculatum</i>	Gavinhas	0	8	3	0	11
Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i>	Gavinhas	21	20	32	0	73
	<i>Tanaecium selloi</i>	Gavinhas	0	1	6	0	7
Boraginaceae	<i>Tournefortia breviflora</i>	Volúvel	0	6	0	0	6
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	Apoiante	0	3	0	0	3
Convolvulaceae	<i>Ipomoea bonariensis</i>	Volúvel	1	3	0	0	4
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia alarici</i>	Gavinhas	5	0	5	3	13
	<i>Sicydium gracile</i>	Gavinhas	1	4	0	0	5
Cyperaceae	<i>Scleria secans</i>	Apoiante	0	0	0	16	16
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea demourae</i>	Volúvel	1	0	0	0	1
	<i>Dioscorea multiflora</i>	Volúvel	0	43	0	0	43
Euphorbiaceae	<i>Tragia volubilis</i>	Volúvel	3	3	0	0	6
Fabaceae	<i>Vigna hookeri</i>	Volúvel	3	0	1	0	4
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i>	Apoiante	1	0	1	0	2
	<i>Callaeum psilophyllum</i>	Volúvel	0	0	0	2	2
Malpighiaceae	<i>Janusia guaranitica</i>	Volúvel	0	4	0	0	4
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia polyantha</i>	Rizo-escandente	0	0	0	153	153
Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Apoiante	0	0	8	0	8
Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i>	Gavinhas	0	7	0	0	7
Poaceae	<i>Melica sarmentosa</i>	Volúvel	0	4	0	0	4
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	Apoiante	1	1	0	0	2
Ranunculaceae	<i>Clematis dioica</i>	Volúvel	0	2	0	0	2
Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Apoiante	2	7	0	2	11
	<i>Guettarda uruguensis</i>	Apoiante	8	0	0	0	8
Sapindaceae	<i>Serjania laruotteana</i>	Gavinhas	0	1	0	0	1

Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i>	Gavinhas	32	34	0	0	66
	<i>Smilax cognata</i>	Gavinhas	0	0	2	4	6
Solanaceae	<i>Solanum laxum</i>	Volúvel	0	1	0	0	1
Verbenaceae	<i>Lantana fucata</i>	Apoiante	1	2	0	0	3
Violaceae	<i>Anchietea pyrifolia</i>	Volúvel	0	8	1	0	9
Vitaceae	<i>Cissus striata</i>	Gavinhas	0	1	0	0	1
Total			283	437	149	305	1174

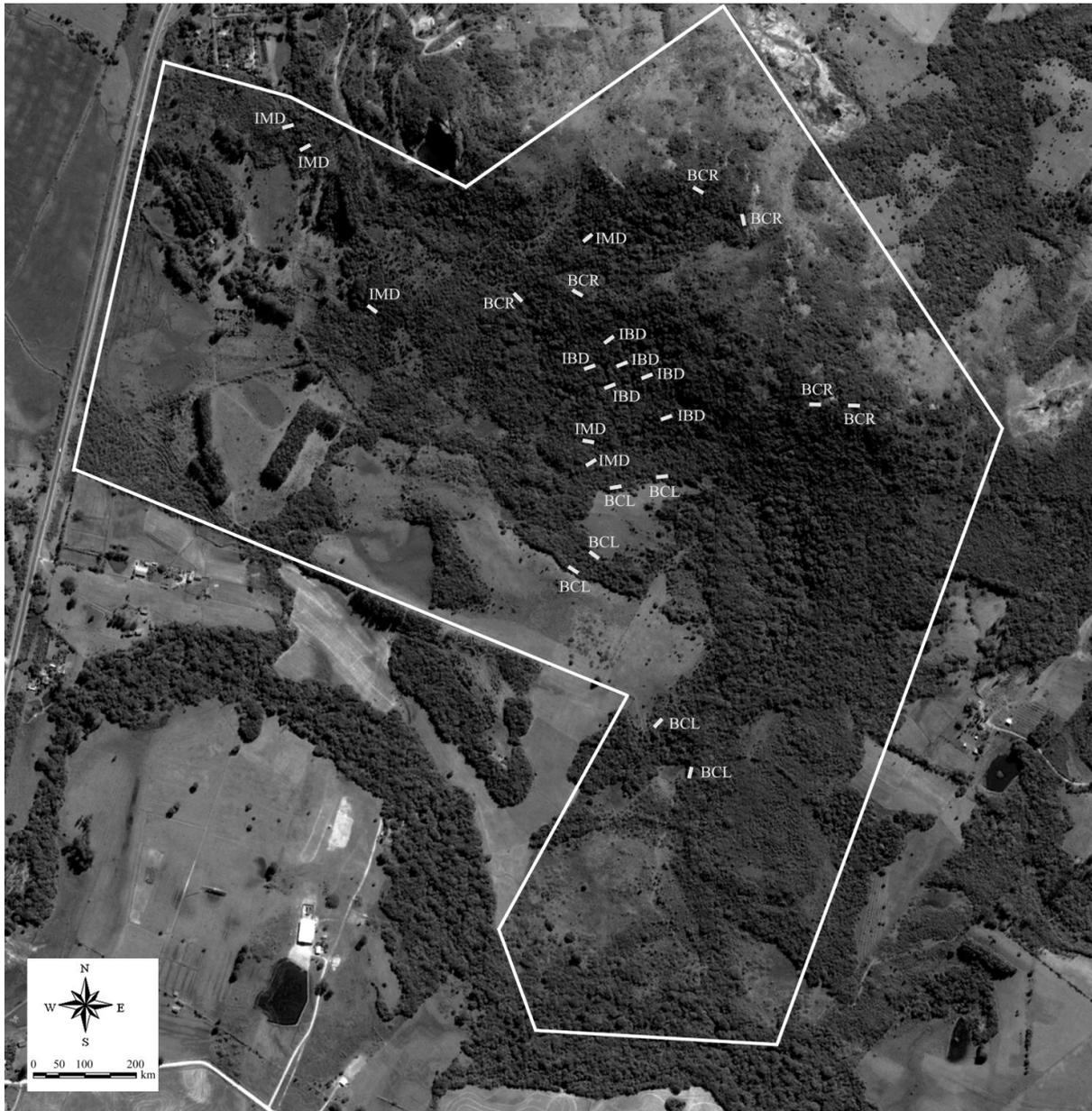


Fig. 1. Distribuição das 24 parcelas nos quatro ambientes avaliados na Fazenda São Maximiano, Guaíba, Rio Grande do Sul. O perímetro destacado representa os limites da Fazenda. BCL = borda com campo limpo; BCR = borda com campo rupestre; IBD = interior bem drenado; IMD = interior mal drenado. Fonte: *software* Google Earth.*

* Figura provisória

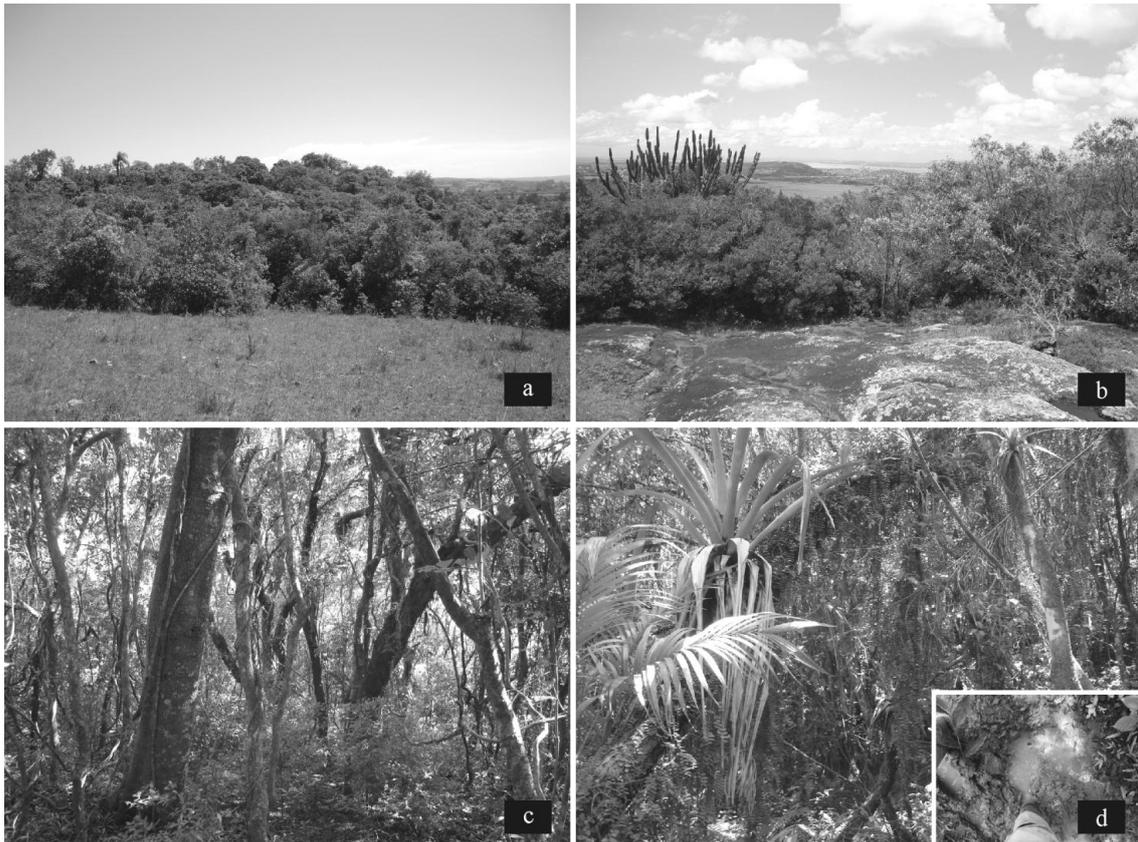


Fig. 2. a-d. Aspecto geral dos quatro ambientes característicos da área de estudo em Guaíba, RS: (a) borda com campo limpo; (b) borda com campo rupestre; (c) interior bem drenado; e (d) interior mal drenado.

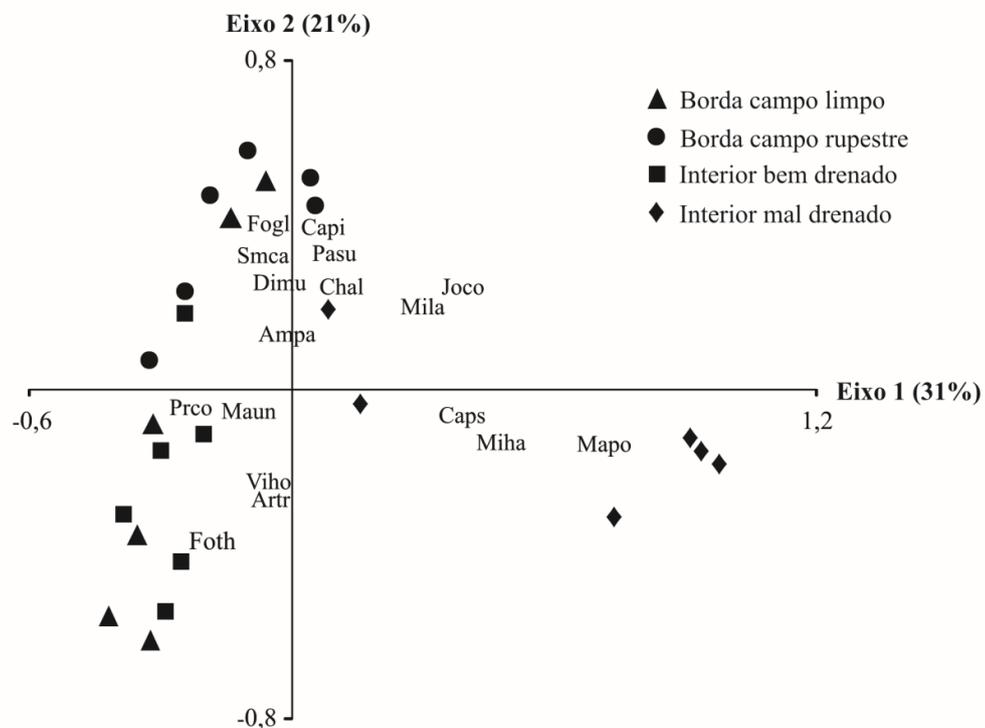


Fig. 3. Diagrama de ordenação produzido pelo método de análise de coordenadas principais (PCoA), a partir da matriz de distância de corda, considerando a densidade de espécies de trepadeiras nos quatro ambientes avaliados em Guaíba, RS. Espécies com maiores coeficientes de correlação com os eixos estão identificadas pelas duas primeiras letras do gênero e do epíteto específico.

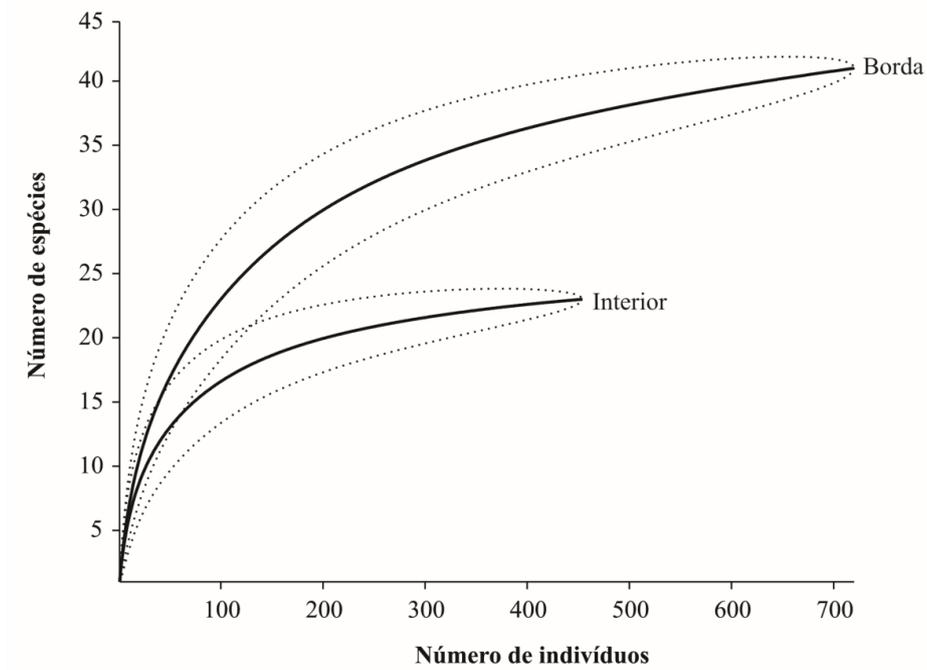


Fig. 4. Curvas de rarefação baseada nos indivíduos para as comunidades de trepadeiras da borda e do interior de um remanescente florestal subtropical, em Guaíba, RS. Os dados correspondentes aos dois ambientes de borda e aos dois ambientes de interior foram reunidos devido à sobreposição de suas curvas individuais. As linhas pontilhadas delimitam os limites de confiança (95%).

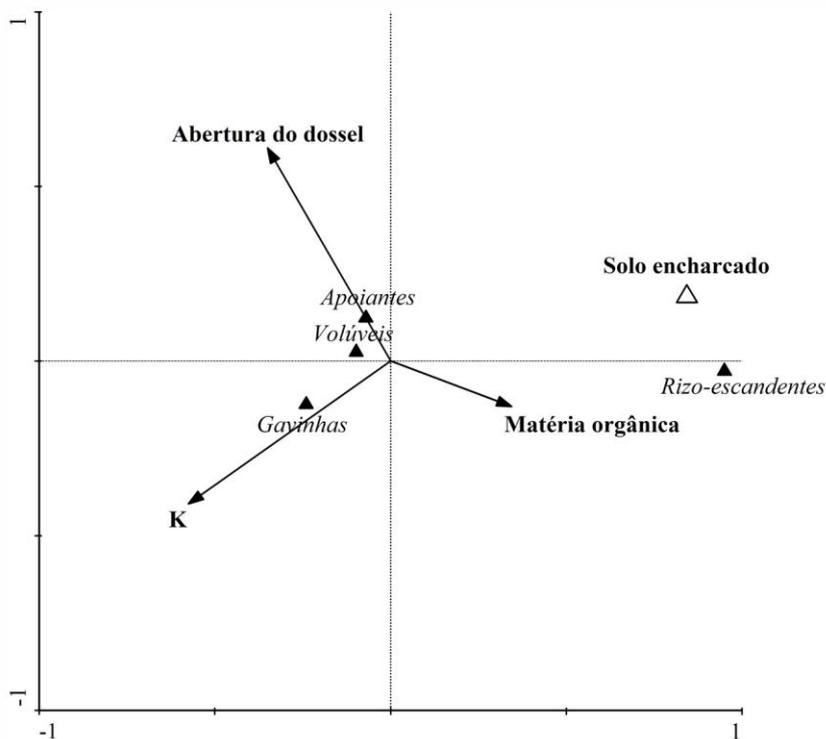


Fig. 5. Diagrama de ordenação obtido através da análise de correspondência canônica (CCA), considerando a proporção de indivíduos nos quatro modos de ascensão e variáveis ambientais significativas, em um remanescente de floresta subtropical, Guaíba, RS.

Considerações finais

A acentuada heterogeneidade ambiental e diversidade de espécies de trepadeiras observadas em uma área florestal particular demonstram a importância da preservação de remanescentes florestais não inseridos em Unidades de Conservação. A Fazenda São Maximiano apresenta elementos florísticos tropicais, tanto das formações ombrófilas do leste quanto estacionais do oeste, que constituem o bioma Mata Atlântica no sul do Brasil, espécies de pequena amplitude ecológica e táxons citados na Flora Nativa Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul (Decreto 42.099 de 31 de dezembro de 2002), como *Mikania microptera*, *Mikania hastato-cordata*, *Pereskia aculeata*, *Passiflora elegans* e *Marcgravia polyantha*.

Ao contrário da área de estudo onde as bordas são, em sua maioria, de origem natural, a crescente fragmentação da paisagem na região Sul do Brasil têm produzido fragmentos florestais delimitados por inúmeras bordas antrópicas. Nestes locais, as trepadeiras apresentam-se em grande abundância, formando emaranhados quase impenetráveis e as chamadas “torres de cipó”, devido à vantagem competitiva das mesmas em relação aos demais componentes florestais em ambientes de borda. A dominância de trepadeiras pode causar inúmeros distúrbios subsequentes, contribuindo para degradação progressiva do fragmento. Futuros estudos devem elucidar questões como: A composição, a riqueza de espécies e a abundância de lianas diferem entre áreas fragmentadas e áreas contínuas considerando uma mesma formação florestal? Há espécies que dominam em termos de abundância em fragmentos florestais, mas que em florestas contínuas, pertencentes à mesma formação, se apresentam em menor abundância? Fragmentos com as maiores quantidades de indivíduos de lianas são os mais empobrecidos floristicamente em uma mesma formação florestal?

Apesar da urgência de respostas a estas e outras questões fundamentais para conservação da biodiversidade, a flora regional de trepadeiras permanece pouco estudada. O conhecimento deste grupo de plantas se resume a alguns trabalhos florísticos locais, sendo os estudos fitossociológicos e fenológicos ainda mais raros. Neste sentido, o presente estudo constitui um dos primeiros passos para o entendimento da diversidade e distribuição das trepadeiras na região subtropical do Brasil.