

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

Interações entre *Bromelia balansae* Mez e espécies lenhosas em áreas de
ecótono floresta-afloramento rochoso

Dissertação de Mestrado

Talita Camargo

Porto Alegre

2011

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

Interações entre *Bromelia balansae* Mez e espécies lenhosas em áreas de
ecótono floresta-afloramento rochoso

Talita Camargo

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. Dr. João André Jarenkow

Porto Alegre

2011

*“... o mais importante e bonito, do mundo, é isto:
que as pessoas não estão sempre iguais, ainda
não foram terminadas - mas que elas vão sempre
mudando. Afinam ou desafinam, verdade maior.*

É o que a vida me ensinou.”

Guimarães Rosa

Aos meus pais.

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. João André Jarenkow, pela oportunidade oferecida e imenso conhecimento botânico compartilhado.

Ao ‘co-orientador’ Prof. Dr. Fernando Souza Rocha, pelo compartilhamento de conhecimento, de área de estudo e interesse.

A minha amiga Greta Aline Dettke, por abrir os caminhos para minha jornada em Porto Alegre.

Aos 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.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Botânica Ângela Palowski, Anelise Herztog, Marília Trojan Rodrigues, Priscila Porto Alegre Ferreira, Eduardo Pasini, Rodrigo Fernandez, Raquel Inocente Magalhães e Valerí Schmidt, pela troca de experiências e amizade.

Aos colegas de campo André Dresseno, Fábio Rodrigues, Felipe Bonn, Fernando Souza Rocha, Juliano Baltazar, Larissa Trieveller Pereira, Luciano Figueirêdo, Mateus Arduvino Reck, Marisa de Campos Santana e Paula Santos da Silva, que se aventuraram pelo Turvo e permitiram a execução desse trabalho.

Aos colegas e amigos Adriana Aita, Anna Carolina Meira, Bianca Batista da Costa Spalding, Jaqueline Durigon, Jordana Berchon, Juliano Baltazar, Larissa Trierveiler Pereira, Luciano Figueirêdo, Marisa de Campos Santana, Paula Santos da Silva, Pedro Rates Vieira pelo imenso apoio e amizade durante a difícil tarefa de redação da dissertação.

A minha irmã Sabrina Camargo pelo exemplo e incentivo incondicional.

Aos meus pais e familiares pelo apoio, confiança e carinho.

SUMÁRIO

Índice de apêndices.....	7
Índice de figuras.....	8
Índice de tabelas.....	9
Apresentação.....	10
Introdução Geral.....	11
Referências.....	14
Capítulo I – Efeitos facilitadores de <i>Bromelia balansae</i> Mez (Bromeliaceae) sobre a riqueza e diversidade de espécies lenhosas em áreas de ecótono floresta-afloramento rochoso.....	19
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Métodos.....	23
Resultados.....	25
Discussão.....	27
Referências.....	29
Considerações finais.....	42

ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice 1 – Imagem de um dos afloramentos rochosos no Parque Estadual do Turvo, RS. 43

Apêndice 2 – Imagem de *Bromelia balansae* Mez. Parque Estadual do Turvo, RS.....44

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Curvas de rarefação de diferenças na riqueza de espécies lenhosas entre as unidades amostrais com e sem *Bromelia balansae* nos afloramentos (A) e na floresta (B).....35
- Figura 2. (A) Abundância de espécies lenhosas em afloramentos rochosos (com *Bromelia balansae* e sem *B. balansae*) e (B) na floresta (com *B. balansae* e sem *B. balansae*). As barras representam as médias e as linhas verticais os erros padrões. O asterisco indica diferença significativa entre as unidades amostrais com e sem *B. balansae*.....36
- Figura 3. Dados de (a) temperatura (°C) e de umidade (b) em áreas com e sem *Bromelia balansae* em afloramento rochoso, Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. O asterisco preto indica diferença significativa ($P < 0,01$) e o asterisco cinza indica diferença significativa ($P < 0,05$) entre as unidades amostrais com e sem *B. balansae*.....37

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1. Lista de espécies lenhosas encontradas nos afloramentos rochosos do Parque Estadual do Turvo.</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 2. Lista das principais espécies lenhosas encontradas nas unidades amostrais estabelecidas na floresta circundante aos afloramentos rochosos no Parque Estadual do Turvo.</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 3. MANOVA da composição florística no afloramento rochoso. SQ = Soma de quadrados. Probabilidades geradas por 1000 permutações. $P < 0,1$ em negrito.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 4. MANOVA da composição florística na floresta. SQ = Soma de quadrados. Probabilidades geradas por 1000 permutações. $P < 0,1$ em negrito.....</i>	<i>41</i>

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação consiste em um artigo científico precedido por uma introdução geral e seguido pelas considerações finais.

De modo a facilitar a publicação dos resultados e padronizar o texto, o manuscrito encontra-se formatado de acordo com as normas do periódico *Biotropica*, ao qual será submetido.

Introdução Geral

Durante a primeira metade do século passado prevaleceu, entre os fitoecólogos, a percepção de que as comunidades seriam o resultado de diversas interações entre espécies, que se beneficiariam ou competiriam entre si em diferentes situações. O principal teórico desta corrente de pensamento foi Frederick Edward Clements (1874-1945), que forjou a chamada teoria organicista de comunidades (Stachowicz 2001). Ao mesmo tempo, o botânico Henry Allan Gleason (1882-1975) desenvolveu suas ideias sobre a natureza individualista das comunidades, na qual cada uma seria o resultado da distribuição diferenciada de espécies determinada por suas limitações fisiológicas e interações competitivas (Callaway 1997). A visão individualista de comunidades não foi aceita pelos ecólogos até meados do século, quando os trabalhos de Robert Harding Whittaker (1920-1980) modificaram profundamente a concepção sobre a gênese e manutenção das comunidades vegetais, que passaram a ser vistas como estritamente individualistas (Whittaker 1975).

A aceitação de que as comunidades vegetais são o resultado das adaptações de cada espécie levou ao desenvolvimento de pesquisas sobre a importância de características abióticas e da competição, como fatores estruturantes de comunidades vegetais (Callaway 2010). Interações negativas – predação, competição por recursos e alelopatia – foram pontos centrais de estudos em ecologia e evolução (Callaway 2007, Kikvidze & Callaway 2009). Porém, vem se tornando claro que os organismos podem também melhorar o desempenho de seus vizinhos, bem como modificar o ambiente, de forma a beneficiar outras espécies, em interações chamadas positivas ou de facilitação (Callaway 1995, 2007, Egerton *et al.* 2000, Stachowicz 2001, Brooker *et al.* 2008).

Atualmente, considera-se que as comunidades vegetais são o resultado da tolerância individual das espécies ao meio e de diversas interações, positivas e negativas, entre as

espécies constituintes (Bruno *et al.* 2003) O balanço entre estas interações depende de diversos fatores, incluindo a disponibilidade de recursos, a presença de herbívoros ou a frequência de distúrbios (Callaway 1995, Sthultz *et al.* 2007, Armas & Pugnaire 2005).

A hipótese do gradiente de estresse proposta por Bertness & Callaway (1994) preconiza que os efeitos facilitadores tendem a apresentar maior importância em meios abioticamente estressantes, com baixa produtividade, enquanto a competição predomina em condições que são relativamente favoráveis aos organismos. Porém, tal generalização não deve ser feita sem considerar as variações de intensidade da facilitação ao longo do gradiente de estresse (Brooker *et al.* 2005), bem como as espécies envolvidas na interação, podendo ser mais efetiva em condições estressantes intermediárias (Holmgren & Scheffer 2010) e mais frequente quando a espécie facilitada é tolerante ao estresse (Michalet *et al.* 2006, Maestre *et al.* 2009). No entanto, a facilitação também tem sido descrita para formações com maior complexidade (Holmgren *et al.* 1997).

Estudos abordando os mecanismos e efeitos das interações positivas são essenciais para a compreensão da dinâmica das comunidades vegetais (Hacker & Gaines 1997, Brooker & Callaghan 1998). Estas interações ocorrem na maioria dos ecossistemas (veja Pugnaire 2010), com um vasto campo para pesquisas nas regiões tropicais e subtropicais, e podem estar envolvidos em vários processos ecossistêmicos, tais como o aumento da diversidade específica nas restingas, pântanos e afloramentos rochosos da Mata Atlântica (Franco & Nobel 1989, Scarano 2002, 2009) e o avanço da Mata com Araucária sobre os campos no sul do Brasil (Duarte *et al.* 2006).

A Floresta Estacional Decidual é uma das formações florestais mais fragmentadas e ameaçadas, além de constituir a extremidade de importante corredor ecológico (Di Bitetti *et al.* 2003, Ruschel *et al.* 2007), que facilita o fluxo gênico entre populações isoladas (Silva &

Tabarelli 2000). A exuberância da floresta muitas vezes contrasta com os tipos de vegetação marginais. Embora constituam parte do completo denominado de Floresta Atlântica, esses habitats marginais algumas vezes não são tão ricos em diversidade (Scarano *et al.* 2001). No caso de afloramentos rochosos, frequentemente suportam uma vegetação muito especializada (Sarthou & Villiers 1998, Booth & Larson 1999, Burke 2002). Alguns grupos de plantas mostram clara especialização ou pré-adaptações para a sobrevivência nesses ambientes (Ribeiro *et al.* 2007). A heterogeneidade da vegetação que ocorre em habitats rochosos está relacionada com as características morfológicas e químicas das rochas, das condições ambientais locais, das variações topográficas e microclimáticas, assim como da flora regional (Porembski *et al.* 1994, Ribeiro *et al.* 2007). Geralmente, a diversidade e cobertura vegetal sobre afloramentos rochosos tendem a aumentar, de acordo com a umidade, a estabilidade da rocha e a disponibilidade de locais para a germinação das sementes (Ribeiro *et al.* 2007).

O Parque Estadual do Turvo (PET), em Derrubadas (RS), constitui uma das maiores manchas originais de floresta estacional no sul do Brasil (Ruschel *et al.* 2007). No interior da floresta, existem três grandes afloramentos rochosos, com extensões variando entre 200 e 250 m e larguras irregulares, as máximas com aproximadamente 100 m (Rocha 2009) (Apêndice 1). A vegetação nos afloramentos é predominantemente herbácea (campos rupestres), com manchas arbustivas e arbóreas esparsas, inclusive com manchas destituídas de vegetação (Brack *et al.* 1985, SEMA 2005). Entre essas espécies, encontra-se *Bromelia balansae* Mez (Bromeliaceae) (Apêndice 2), uma herbácea nativa, rosetada e xerófila, que se desenvolve no ecótono floresta afloramento rochoso (Rocha 2009) e apresenta a habilidade de se difundir devido à formação de estolões e rizomas horizontais (Reitz 1983).

Com o objetivo de avaliar o desempenho de uma espécie potencialmente facilitadora da colonização por espécies lenhosas em um mosaico de floresta-campo rupestre, bem como o balanço entre as interações positivas e negativas em comunidades vegetais, desenvolvemos o

presente estudo em um remanescente de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. Nós hipotetizamos que a posição no ecótono (floresta ou afloramento rochoso) influi na interação de competição ou facilitação entre uma espécie herbácea já estabelecida e plântulas lenhosas colonizadoras.

Para tanto, estabelecemos em cada um dos três ecótonos unidades amostrais pareadas sobre o campo rupestre e no interior da floresta. Consideramos as rosetas das bromélias como unidades amostrais e, como controle, utilizamos unidades amostrais circulares de raio igual ao da bromélia em áreas sem influência de *B. balansae*. Coletamos também dados de umidade e temperatura nos afloramentos por 24 horas (outubro/2010), utilizando pares de *dataloggers*, distribuídos pareados sob bromélias e em áreas de vegetação sem bromélia.

Submetemos nossos dados a análises de rarefação, baseadas na abundância de indivíduos amostrados, e de variância uni e multivariadas, baseadas em autorreamostragem dos dados.

REFERÊNCIAS

- ARMAS, C. E F. I. PUGNAIRE. 2005. Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. *J. Ecol.*93: 978-989.
- BRACK, P., D. FALKENBERG, M. G. SOBRAL, M. R. PAIVA, R. M. BUENO E J. R. STEHMANN. 1985. Levantamento florístico do Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, RS. *Roessléria* 7: 69-94.
- BERTNESS, M. D. E R. M. CALLAWAY. 1994. Positive interactios in communities. *Trends Ecol. Evol.* 9: 191-193

BOOTH, B.D. E D.W., LARSON. 1999. Impact of language, history, and choice of system on the study of assembly rules. In *Ecological assembly rules: Perspectives, advances, retreats* (E. Weiher & P. Keddy, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, p. 206-229.

BROOKER, R. W. E T. V. CALLAGHAN. 1998. The balance between positive and negative plant interactions and its relationship to environmental gradients: a model. *Oikos* 81: 196-207.

BROOKER, R. W., F. T. MAESTRE, R. M. CALLAWAY, C. L. LORTIE, L. A. CAVIERES, G. KUNSTLER, P. LIANCOURT, K. TIELBÖRGER, J. M. J. TRAVIS, F. ANTHELME, C. ARMAS, L. COLL, E. CORCKET, S. DELZON, E. FOKEY, Z. KIKVIDZE, J. OLOFSSON, F. PUGNAIRE, C. L. QUIROZ, P. SACCONI, K. SCHIFFERS, M. SEIFAN, B. TOUZARD E R. MICHALET. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *J. Ecol.* 96: 18-34.

BROOKER, R. W., Z. KIKVIDZE, F. I. PUGNAIRE, R. M. CALLAWAY, P. CHOLER, C. J. LORTIE E R. MICHALET. 2005. The importance of importance. *Oikos* 109: 63-70.

BRUNO, J. F., J. J. STACHOWICZ E M. O. BERTNESS. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends Ecol. Evol.* 18: 119-125.

BURKE, A. 2002. Island-matrix relationships in nama Karoo inselberg landscapes Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species? *Plant Ecology* 160: 79-90.

CALLAWAY, R. M. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61(4): 306-349.

CALLAWAY, R. M. 1997. Positive interactions in plant communities and the individualistic-continuum concept. *Oecologia* 112: 143-149.

CALLAWAY, R. M. 2007. *Positive interactions and interdependence in plant communities*: Springer, Dordrecht.

CALLAWAY, R. M. 2010. Do positive interactions among plants matter? In: PUGNAIRE, F.I. (Ed.) 2010. Positive plant interactions and community dynamics. Fundación BBVA: Bilbao. p: 1-16

DI BITETTI, M.S., G. PLACCI E L.A. DIETZ,. 2003. A biodiversity vision for the upper Paraná Atlantic Forest Ecoregion: designing a biodiversity conservation landscape and setting priorities for conservation action. Washinton, D.C., World Wildlife Fund. 104p

DUARTE, L. S., M. M. G. SANTOS, S. M. HARTZ E V. D. PILLAR. 2006. Role of nurse plants in araucaria forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31: 520-528.

EGERTON, J. J. G., J. C. G. BANKS, A. GIBSON, R. B. CUNNINGHAM E M. C BALL. 2000. Facilitation of seedling establishment: reduction in irradiance enhances winter growth of *Eucalyptus pauciflora*. *Ecology* 81: 1437-1449.

FRANCO A. C. E P. S. NOBEL. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *J.Ecol.* 77: 870-886.

HACKER, S. D., E S. D. GAINES. 1997. Some implications of direct positive interactions for community species diversity. *Ecology* 78: 1990-2003.

HOLMGREN, M., M. SCHEFFER E M. HUSTON. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78(7): 1966-1975.

HOLMGREN, M. E M. SCHEFFER. 2010. Strong facilitation in mild environments: the stress gradient hypothesis revisited. *J. Ecol.* 98: 1269-1275.

KIKVIDZE, Z. E R. M. CALLAWAY. 2009. Ecological facilitation may drive major evolutionary transitions. *BioScience* 59 (5): 399-404.

MICHALET, R., R. W. BROOKER, L. A. CAVIERES, Z. KIKVIDZE, C. J. LORTIE, F. I. PUGNAIRE, A. VALIENT-BANUET E R. M. CALLAWAY. 2006. Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities? *Ecol. Lett.* 9: 767-773.

MAESTRE, F. T., R. M. CALLAWAY, F. VALLADARES E C. J. LORTIE. 2009. Refining the stress-gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities. *J. Ecol.* 97: 199-205.

POREMBSKI, S., W. BARTHLOTT, S. DÖRRSTOCK E N. BIEDINGER. 1994. Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricretes – remarks on species numbers and endemism. *Flora* 189: 315-326.

PUGNAIRE, F. I. (Ed.) 2010. Positive plant interactions and community dynamics. Fundación BBVA: Bilbao. 155pp.

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. In R. Reitz (Ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*, pp. 1-559. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.

RIBEIRO, K. T., B. M. MEDINA E F. R. SCARANO. 2007. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 623-639.

ROCHA, F. S. 2009. Vegetação rupestre associada à floresta estacional no sul do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RUSCHEL, A. R., R. O. NODARI E B. M. MOERSCHBACHER. 2007. Woody plant species richness in the Turvo State Park, a large remnant of deciduous Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity Conserv.* 16: 1699-1714.

SARTHOU, C. E J. VILLIERS. 1998. Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana. *Journal of Vegetation Science* 9: 847-860

SCARANO, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

SCARANO, F. R. 2009. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1201-1208.

SCARANO, F. R., H. M. DUARTE, K. T. RIBEIRO, P. J. F. P. RODRIGUES, E. M. B. BARCELLOS, A. FRANCO, J. BRULFERT, E. DELEÉNS E U. LÜTTGE. 2001. Four sites of contrasting environmental stress in southeastern Brazil: relations of species, life form diversity, and geographic distribution to ecophysiological parameters. *Bot. J. Linn. Soc.* 136: 345-364.

SEMA, RIO GRANDE DO SUL. 2005. Plano de manejo do Parque Estadual do Turvo. Divisão de Unidades de Conservação do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, J. M. C. E TABARELLI, M. 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeastern Brazil. *Nature* 404: 72-74.

STACHOWICZ, J. J. 2001. Mutualism, facilitation and the structure of ecological communities. *Bioscience* 51: 235-246.

STHULTZ, C. M., C. A. GEHRING E T. G. WHITHAM. 2007. Shifts from competition to facilitation between a foundation tree and a pioneer shrub across spatial and temporal scales in a semiarid woodland. *New Phytol.* 173: 135-145.

WHITTAKER, R. H. 1975. *Communities and ecosystems*. 2nd. ed. New York, Macmillan/London, Collier Macmillan.

Efeitos facilitadores de *Bromelia balansae* Mez (Bromeliaceae) sobre a riqueza e diversidade de espécies lenhosas em áreas de ecótono floresta-afloramento rochoso

Talita Camargo¹, Fernando Souza Rocha² & João André Jarenkow³

1. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, PPG em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43433, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: talita_camargo@hotmail.com

2. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, PPG em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43433, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: rocha1403@yahoo.com.br.

3. Laboratório de Fitoecologia e Fitogeografia, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43433, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: jarenkow@portoweb.com.br.

RESUMO

Interações positivas entre plantas têm sido demonstradas em várias comunidades em todo mundo, as quais desempenham papéis importantes na coexistência de espécies, produtividade e diversidade específica. Nesse estudo, avaliamos a influência de *Bromelia balansae* Mez sobre a riqueza específica, composição, abundância e diversidade de espécies lenhosas nos sub-bosques florestais e nas bordas externas de três afloramentos rochosos com cobertura herbácea presentes no Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. Estabelecemos 15 pares de unidades amostrais (u.a.) em cada afloramento rochoso e igual número na floresta, totalizando 180 u.a.. Consideramos as rosetas das bromélias como u.a. circulares e, como controle, instalamos u.a. correspondentes em áreas sem bromélias. Cada u.a. foi descrita pela abundância de indivíduos juvenis de espécies lenhosas. Para analisar o efeito de *B. balansae* sobre a riqueza, utilizamos curvas de rarefação baseados nas u.a.. Avaliamos também o efeito sobre a abundância de espécies no afloramento e na floresta utilizando ANOVAs com permutação. As curvas de rarefação revelaram uma diferença significativa da riqueza específica entre as u.a. nos afloramentos onde *B. balansae* está presente daquelas onde não está. Porém, na floresta, a riqueza de espécies entre u.a. com e sem *B. balansae* não apresentou diferença significativa. Nos campos rupestres, a presença de *B. balansae* influenciou positivamente a abundância de espécies em comparação às áreas controle. Na floresta, porém, não encontramos diferenças entre u.a. com e sem *B. balansae*.

ABSTRACT

Positive interactions among plants have been demonstrated in several communities around the world and play important roles in maintaining species coexistence, productivity and species diversity. In this study we evaluated the influence of *Bromelia balansae* Mez on species richness, composition, abundance and diversity of trees and shrubs in the forest understory and on the outer edge of rock outcrops present on Turvo State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. The sampling was done in three outcrop areas, which constituted replicas, to evaluate the influence of the presence of *B. balansae* on woody species. To analyze the effect on the richness of bromeliads, we used rarefaction curves based on sampling units (s.u.). We also evaluated the effect on the abundance of species in outcrop and forest with ANOVAs using permutation. Rarefaction curves showed a significant difference in species richness between s.u. of the outcrops where *B. balansae* was present and the those without the species. However, the s.u. in the forest, species richness between s.u. with and without *B. balansae* showed no significant difference. In rocky fields, the presence of *B. balansae* has positively influenced the abundance of species in comparison to the control areas. In the forest, however, no differences between s.u. with and without *B. balansae*.

Key words: abundance, positive interactions, rocky outcrops, rarefaction curve, Turvo State Park.

INTERAÇÕES POSITIVAS ENTRE PLANTAS, ou facilitação, ocorrem quando a presença de uma espécie melhora o crescimento, a sobrevivência ou a reprodução de uma espécie vizinha, e têm sido demonstradas em diversas comunidades em todo mundo (Callaway 2007, Brooker *et al.* 2008). Os efeitos positivos de uma espécie podem conduzir as relações entre a diversidade da comunidade e a produtividade ecossistêmica, a estabilidade, a invasibilidade e a ciclagem de recursos (Bertness & Callaway 1994, Bruno *et al.* 2003, Callaway 2007, 2010, Cavieres & Badano 2010, Sthultz *et al.* 2007).

Estas interações positivas foram observadas, por exemplo, entre espécies arbustivas e ervas anuais, ao longo de um gradiente de aridez, que levou a um aumento na riqueza específica, biomassa, fecundidade e densidade destas, pela redução do estresse hídrico proporcionado pela sombra dos arbustos (Holzapfel *et al.* 2006). Já espécies espinescentes podem reduzir os efeitos da herbivoria (Callaway *et al.* 2005). A facilitação pode ocorrer também promovendo alteração nas condições microclimáticas, como a redução da temperatura devido ao sombreamento, vindo a influenciar positivamente a germinação das sementes e a sobrevivência de plântulas (Rousset & Lepart 2000, Putten 2009). Estas alterações podem levar à persistência de espécies, que não se desenvolveriam sem a presença de um facilitador, modificando a composição e até podendo levar a um aumento líquido da diversidade específica local (Cavieres & Badano 2010).

A facilitação é um processo importante que regula a estrutura e função das comunidades vegetais especialmente em ambientes estressantes (Callaway *et al.* 2002, Bruno *et al.* 2003). Afloramentos rochosos presentes em florestas tropicais são um deles (Medina *et al.* 2006) e constituem uma barreira ecológica para o estabelecimento da maioria das espécies vegetais devido a uma combinação de fatores, como a baixa retenção de água, escassez de nutrientes, dificuldades na retenção de sementes e de germinação e aumento da exposição aos ventos e à insolação, em relação a áreas vizinhas com vegetação mais desenvolvida

(Porembski *et al.* 1998). Alguns estudos têm indicado que a presença de bromélias tem a capacidade de facilitar o estabelecimento e sobrevivência de outras espécies em ecótonos na Floresta Atlântica brasileira (Scarano 2002, 2009). No sul do Brasil, os resultados de Rocha (2009) indicam que uma maior cobertura do solo por *Bromelia balansae* Mez está positivamente associada à riqueza e abundância de plântulas arbóreas em afloramentos rochosos.

Com o objetivo de avaliar o papel dessa espécie potencialmente facilitadora da colonização por espécies lenhosas em um mosaico de floresta-campo rupestre, e o balanço entre as interações positivas e negativas em comunidades vegetais, desenvolvemos o presente estudo em um remanescente de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. Nós hipotetizamos que a posição no ecótono (floresta ou afloramento rochoso) influi na interação de competição ou facilitação entre espécies herbáceas já estabelecidas e plântulas lenhosas colonizadoras. Baseados nisso, pretendemos responder as seguintes questões: (1) a presença de *B. balansae* melhora as condições ambientais de forma a aumentar a riqueza e a abundância de espécies lenhosas, alterando a composição da comunidade? (2) *B. balansae* apresenta efeitos facilitadores em afloramentos rochosos e competitivos em ambiente florestal na interação com espécies lenhosas?

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO. – O estudo foi realizado no Parque Estadual do Turvo (PET), situado no município de Derrubadas, Rio Grande do Sul (27° a 27°20'S, 53°40' a 54°10'W). O PET possui uma área de aproximadamente 17.500 ha, em altitudes entre 100 e 400 m. O clima na região é mesotérmico brando superúmido, sem estação seca (Gonçalves *et al.* 1993). A precipitação pluviométrica média é de 1.665 mm, e bem distribuída ao longo do ano (SEMA

2005). As temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) são de 24,9 °C e as do mês mais frio (julho) são de 13,4 °C (SEMA 2005).

A vegetação predominante no Parque é Floresta Estacional Decídua, com dossel em geral descontínuo com árvores entre 20 e 25 m, com emergentes de 30 m ou mais, e estratos inferiores formados por arbustos e arvoretas que atingem até 15 m de altura (Ruschel *et al.* 2007). No PET, existem três grandes afloramentos rochosos em meio a Floresta Estacional, com cerca de 200 a 250 m de extensão e larguras irregulares, as máximas com aproximadamente 100 m. A vegetação nos afloramentos é predominantemente herbácea, formando um campo rupestre, com manchas arbustivas e arbóreas esparsas e mesmo áreas destituídas de vegetação (Brack *et al.* 1985, SEMA 2005). Entre essas espécies, encontra-se *Bromelia balansae* Mez (Bromeliaceae), uma herbácea nativa, rosetada e xerófila, com metabolismo CAM, que se desenvolve no ecótono floresta/afloramento rochoso (Rocha 2009) e apresenta a habilidade de se difundir horizontalmente devido à formação de estolões e rizomas (Reitz 1983).

COLETA DE DADOS. – Em cada um dos três ecótonos, estabelecemos 15 unidades amostrais no campo rupestre e igual número no interior da floresta. Consideramos as rosetas das bromélias como unidades amostrais e, como controle, utilizamos unidades amostrais circulares, de raio igual ao da bromélia, em área adjacente, com vegetação sem influência de *B. balansae*, constituindo blocos, que ficaram distantes entre si, no mínimo, em 10 m. A distância entre as unidades amostrais de cada bloco (par) foi igual ou pouco superior ao diâmetro das mesmas, totalizando 180 unidades amostrais. Cada unidade amostral foi descrita pela abundância de espécies lenhosas com altura entre 10 e 30 cm, intervalo que permitiu a identificação da maioria das espécies estabelecidas e excluiu os indivíduos que não são mais sombreados pela bromélia.

Dados de umidade e temperatura nos afloramentos foram coletados utilizando-se sete pares de *dataloggers*, modelo LOGBOX-RHT - NOVUS, distribuídos sobre o solo em unidades amostrais (sob bromélias e em áreas de vegetação sem bromélia), por 24 horas (outubro/2010).

ANÁLISE DE DADOS. – Avaliamos o efeito da presença de bromélias sobre a riqueza específica utilizando curvas de rarefação, considerando-se a abundância de indivíduos (Colwell *et al.* 2004), com o *software* EstimateS versão 8.2.0 (Colwell 2006). A análise da abundância de espécies nos campos rupestres e na floresta foi feita utilizando análise de variância univariada (ANOVA) baseada em testes de aleatorização. Para avaliar a influência de *B. balansae*, sobre a composição de espécies, utilizamos análise de variância multivariada (MANOVA) baseadas em testes de aleatorização (Pillar & Orłóci 1996). Os dados de temperatura e umidade foram submetidos a teste de comparação de médias baseado em autorreamostragem dos dados (Pillar & Orłóci 1996). Todas as análises de comparação de grupos de unidades amostrais foram realizadas com o uso do *software* MULTIV versão 2.63b (Pillar 2006) e com 10.000 iterações de reamostragem.

RESULTADOS

RIQUEZA. – Foram encontrados 191 indivíduos de 29 espécies lenhosas nas unidades amostrais estabelecidas nos afloramentos (Tabela 1). *Forsteronia glabrescens* Müll. Arg (Apocynaceae), *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae), *Helietta apiculata* Benth. (Rutaceae), *Dioscorea scabra* Humb. & Bonpl. ex Willd. (Dioscoreaceae) e *Erythroxylum cuneifolium* (Mart.) O.E. Schulz (Erythroxylaceae) foram às espécies mais abundantes sob *B. balansae*. Já nas unidades amostrais estabelecidas na mata circundante, foram encontrados 1.088 indivíduos de 71 espécies (8,4% dos indivíduos não foram identificados) (Tabela 2). *Eugenia uniflora*, *Erythroxylum cuneifolium*, *Gymnanthes concolor* (Spreng.) Müll. Arg

(Euphorbiaceae), *Forsteronia glabrescens* e *Diatenopterix sorbifolia* Radlk. (Sapindaceae) foram as espécies mais abundantes, ocorrendo em todas as unidades amostrais, independente da presença da bromélia.

As curvas de rarefação resultantes (Figura 1) mostram, no afloramento, um efeito significativo de *B. balansae* sobre a riqueza de espécies lenhosas. Porém, nas unidades amostrais localizadas na mata, a riqueza específica entre unidades amostrais com e sem *B. balansae* não apresentou diferenças significativas.

ABUNDÂNCIA. – A análise de variância univariada - ANOVA - revelou que nos campos rupestres sob *B. balansae* a abundância de espécies é maior em comparação às áreas controle ($\bar{x} = 3,58 \pm 0,49$ EP e $\bar{x} = 0,53 \pm 0,32$ EP, respectivamente) ($P = 0,0001$). Na floresta, porém, não foram encontradas diferenças entre unidades amostrais com e sem bromélias ($\bar{x} = 13,64 \pm 1,38$ EP e $\bar{x} = 12,75 \pm 1,75$ EP, respectivamente) ($P = 0,3623$) (Figura 2).

COMPOSIÇÃO. – As MANOVAs indicaram a existência de diferença significativa na composição de espécies lenhosas no afloramento ($P = 0,001$), assim como no interior da floresta ($P = 0,016$), em unidades amostrais com e sem bromélia, independentemente do sítio. A interação entre os fatores sítio e tratamento foi marginalmente significativa no interior da floresta ($P = 0,047$) (Tabelas 3 e 4).

DADOS MICROCLIMÁTICOS – *B. balansae* diminui significativamente a temperatura entre 1130h e 1430h, em comparação com as áreas controle, com diferenças de média de até 8 °C. Nestes horários, a temperatura pode atingir 58 °C no afloramento. Para a umidade, entre zero hora até as 0700h, entre 1130h e 1500h e também entre 1800h e 2230h foram encontradas porcentagens de umidade significativamente maiores sob *B. balansae* em relação ao controle (Figura 3).

DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstram que *B. balansae* facilita a ocorrência de espécies lenhosas em ambientes marginais à Floresta Atlântica brasileira, aumentando a riqueza específica, a abundância de indivíduos e alterando a composição de espécies. Por outro lado, não encontramos uma redução na riqueza específica como evidência de competição entre a bromélia e as demais espécies lenhosas no interior das florestas.

Foi sugerido anteriormente que a presença de *B. balansae* teria um efeito positivo sobre plântulas de espécies arbóreas através da amenização dos efeitos da temperatura e umidade nos afloramentos (Rocha 2009). Os resultados aqui apresentados indicam claramente este padrão, com a diminuição da temperatura e a conservação da umidade em períodos críticos do dia. Outros estudos têm demonstrado que o sombreamento por espécies xéricas aumenta a sobrevivência de diversas espécies em ambientes áridos, sendo este um importante mecanismo para a colonização e manutenção das comunidades vegetais, em tais ambientes (Hastwell & Facelli 2003, Lortie & Turkington 2008, Gómez-Aparicio 2009).

Além dos efeitos positivos oriundos do sombreamento, tem sido reportada a existência de melhoras nas relações hídricas de espécies sem metabolismo ácido crassuláceo (CAM), por espécies facilitadoras com tal estratégia de fixação de carbono (Yoder & Nowak 1999), assim como o aumento da fertilidade do solo, por ação de bromélias terrícolas, em ambientes com baixa fertilidade (Hay *et al.* 1981), e proteção contra a herbivoria por espécies rosetadas espinescentes (Fidelis *et al.* 2009), com aumento da riqueza e da diversidade de espécies lenhosas. Acreditamos que estes mecanismos possam estar também envolvidos no processo.

Embora a vegetação nos afloramentos seja preponderantemente herbácea, manchas arborescentes de diferentes tamanhos e complexidade estrutural são encontradas no seu interior, bem como diversas porções da floresta encontram-se sobre solos extremamente rasos

(Rocha 2009). Aparentemente, *B. balansae* apresenta um importante papel na colonização destes ambientes por espécies florestais pioneiras, sendo responsável, em parte, pelo recrutamento de tais espécies e servindo como núcleo colonizador. A presença de rizomas e a consequente capacidade de expansão clonal permite que *B. balansae* ocorra em regiões do afloramento com substrato muito raso ou diretamente sobre rochas e sobreviva mesmo durante as estações mais desfavoráveis (Reitz 1983). A presença dessa cobertura vegetal proporciona a deposição de matéria orgânica, em um lento processo de formação de solo (Pugnaire & Lazaro 2000).

O aumento na riqueza específica nos afloramentos rochosos foi observado em nosso trabalho, o que ocorre também em estudos que descrevem alta riqueza específica sob a copa das espécies facilitadoras, quando comparadas com áreas abertas (Badano *et al* 2005). Outros trabalhos encontraram riqueza semelhante ou inferior (Pugnaire *et al.* 2004), indicando que apesar da existência de efeitos facilitadores sobre algumas espécies, não se pode generalizar que a riqueza específica será sempre maior sob as espécies facilitadoras (Callaway 1998, 2007). Se as espécies facilitadoras levam à persistência de espécies que poderiam ser excluídas da comunidade, esta poderá modificar a composição florística (Pugnaire & Lazaro 2000) e poderá haver um aumento na diversidade da comunidade (Cavieres & Badano 2009), como verificado em nosso estudo. Em longo prazo, acreditamos que estes núcleos de colonização levem ao avanço das espécies lenhosas sobre a vegetação herbácea.

Por outro lado, no interior da floresta, as condições abióticas parecem mais favoráveis ao desenvolvimento e manutenção de espécies lenhosas, onde os solos são melhor estruturados e férteis (Bohlman *et al.* 2008) e a temperatura e luminosidade são mais amenas e constantes, minimizando a influência de *B. balansae* sob tais condições. A abundância e riqueza de espécies não diferem significativamente em áreas afetadas ou não pela presença de *B. balansae*. Porém, sob as bromélias foram encontradas espécies mais tolerantes à sombra,

como por exemplo, *G. concolor* e *D. sorbifolia*, evidenciando um possível papel da bromélia na colonização da margem interna da floresta por essas espécies, levando a um aumento da complexidade estrutural.

Concluimos que *B. balansae* apresenta um pronunciado efeito positivo sobre a riqueza, abundância e composição de espécies lenhosas em afloramentos rochosos e, ao contrário de nossas expectativas iniciais, aparentemente não manifesta comportamento competitivo, com estas espécies no interior de florestas. Acreditamos que esta bromélia tenha um importante papel no avanço de florestas sobre ecossistemas marginais à Floresta Atlântica sul-brasileira, servindo como sítio de colonização e, posteriormente, como proteção à herbivoria de indivíduos jovens, levando gradualmente ao aumento da complexidade de manchas arborescentes sobre afloramentos rochosos.

REFERÊNCIAS

- BADANO, E. I., L. A. CAVIERES, M. A. MOLINA-MONTENEGRO E C. QUIROZ. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the Mediterranean matorral of central Chile. *Journal of Arid Environment* 62: 93-108.
- BERTNESS, M. D. E R. M. CALLAWAY. 1994. Positive interactions in communities. *Trends Ecol. Evol.* 9: 191-193.
- BOHLMAN, S. A., W. F. LAURANCE, S. G. LAURANCE, H. E. M. NASCIMENTO, P.M. FEARNESIDE E A. ANDRADE. 2008. Importance of soils, topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 863-874.
- BRACK P., R. M. BUENO, D. B. FALKENBERG, PAIVA, M. R. C., SOBRAL, M. E J. R. STEHMANN. 1985. Levantamento florístico do Parque Estadual do Turvo, Tenente Portela, Rio Grande do Sul, Brasil. *Roessléria* 7: 69-94

BROOKER, R. W., F. T. MAESTRE, R. M. CALLAWAY, C. L. LORTIE, L. A. CAVIERES, G. KUNSTLER, P. LIANCOURT, K. TIELBÖRGER, J. M. J. TRAVIS, F. ANTHELME, C. ARMAS, L. COLL, E. CORCKET, S. DELZON, E. FOKEY, Z. KIKVIDZE, J. OLOFSSON, F. PUGNAIRE, C. L. QUIROZ, P. SACCONI, K. SCHIFFERS, M. SEIFAN, B. TOUZARD E R. MICHALET. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *J. Ecol.* 96: 18-34.

BROOKER, R. W. E T. V. CALLAGHAN. 1998. The balance between positive and negative plant interactions and its relationship to environmental gradients: a model. *Oikos* 81: 196-207.

BRUNO, J. F., J. I. STACHOWICZ E M. D. BERTNESS. 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends Ecol. Evol.* 18: 119-125.

CALLAWAY, R. M. 1998. Are positive interactions species-specific? *Oikos* 82: 202-207.

CALLAWAY, R. M., K. O. REINHART, G.W. MOORE, D. J. MOORE E S. C. PENNINGS. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.

CALLAWAY, R. M., D. KIKODZE, M. CHIBOSHVILI E L. KHETSURIANI. 2005. Unpalatable plants protect neighbors from grazing and increase plant community diversity. *Ecology* 86: 1856-1862.

CALLAWAY, R. M. 2007. Positive interactions and interdependence in plant communities: Springer, Dordrecht.

CALLAWAY, R. M. 2010. Do positive interactions among plants matter? In: PUGNAIRE, F. I. (Ed.). 2010. Positive plant interactions and community dynamics. Fundación BBVA: Bilbao. p: 1-16.

CAVIERES, L. A. E E. I. BADANO. 2009. Do facilitative interactions increase species richness at the entire community level? *J. Ecol.* 97: 1181-1191.

CAVIERES, L. A. E E. I. BADANO. 2010. Consequences of facilitation on species diversity in terrestrial plant communities. In: PUGNAIRE, F. I. (Ed.). Positive plant interactions and community dynamics. Fundación BBVA: Bilbao. p: 39-57.

COLWELL, R. K., C. X. MAO E J. CHANG. 2004. Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 2717-2727.

COLWELL, R. K. 2006. EstimateS: Stastical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2.0 – 2009.

FIDELIS, A., G. E. OVERBECK, V. D. PILLAR, E J. PFADENHAUER. 2009. The ecological value of *Eryngium horridum* in maintaining biodiversity in subtropical grasslands. *Austral Ecology* 34: 558-566.

GONÇALVES, C. S., I. G. MONTE E N. L. CÂMARA. 1993. Clima. In: IBGE. *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. IBGE: Rio de Janeiro, pp. 95-100.

GÓMEZ-APARICIO, L. 2009. The role of plant interactions in the restoration of degraded ecosystems: a meta-analysis across life-forms and ecosystems. *J. Ecol.* 97: 1202-1214.

HASTWELL, G. T. E J. M. FACELLI. 2003. Differing effects of shade-induced facilitation on growth and survival during the establishment of a chenopod shrub. *J. Ecol.* 91: 941-950.

- HAY, J. D., L. D. DELACERDA E A. L. TAN. 1981. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. *Ecology* 62: 1392-1395.
- HOLZAPFEL, C., K. TIELBÖRGER, H. A. PARAG, J. KIGEL E M. STERNBERG. 2006. Annual plant-shrub interactions along an aridity gradient. *Basic and Applied Ecology* 7: 268-279.
- LORTIE, C. J. E R. TURKINGTON. 2008. Species-specific positive effects in an annual plant community. *Oikos* 117: 1511-1521.
- MEDINA, B. M. O., K. T. RIBEIRO E F. R. SCARANO. 2006. Plant-plant and plant-topography interactions on a rock outcrop at high altitude in southeastern Brazil. *Biotropica* 38: 27-34.
- PILLAR, V. D. E L. ORLÓCI. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7: 585-592.
- PILLAR, V. P. 2006. MULTIV: Multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Versão 2.63b. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- POREMBSKI, S., G. MARTINELLI, R. OHLEMÜLLER E W. BARTHLOTT. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Diversity and Distributions* 4: 107-119.
- PUGNAIRE, F. I. E R. LAZARO. 2000. Seed bank and understory species composition in a semi-arid environment: the effect of shrub age and rainfall. *Annals of Botany* 86: 807-813.
- PUGNAIRE, F. I. (Ed.). 2010. Positive plant interactions and community dynamics. Fundación BBVA: Bilbao.155pp.
- PUGNAIRE, F. I, C. ARMAS E F. VALLADARES. 2004. Soil as a mediator in plant-plant interactions in a semi-arid community. *Journal of Vegetation Science* 25: 85-92.

- PUTTEN, W. H. 2009. A multitrophic perspective on functioning and evolution of facilitation in plant communities. *J. Ecol.* 97: 1131-1138.
- REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica. In: R. Reitz (Ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*, pp. 1-559. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí.
- ROCHA, F. S. 2009. *Vegetação rupestre associada à floresta estacional no sul do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ROUSSET, O. E J. LEPART. 2000. Positive and negative interactions at different life stages of a colonizing species (*Quercus humilis*). *J. Ecol.* 88: 401-412.
- RUSCHEL, A. R., R. O. NODARI E B. M. MOERSCHBACHER. 2007. Woody plant species richness in the Turvo State Park, a large remnant of deciduous Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity Conserv.* 16: 1699-1714 .
- SCARANO, F. R. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the brazilian atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- SCARANO, F. R. 2009. Plant communities at the periphery of the atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biol. Conserv.* 142: 1201-1208.
- SEMA-Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. 2005. *Plano de Manejo do Parque Estadual do Turvo*. In: www.sema.rs.gov.br. Acesso em 01/03/2009.
- STHULTZ, C. M., C. A. GEHRING E T. G. WHITHAM. 2007. Shifts from competition to facilitation between a foundation tree and a pioneer shrub across spatial and temporal scales in a semiarid woodland. *New Phytol.* 173: 135-145.

YODER, C. K. & R. S. NOWAK. 1999. Soil moisture extraction by evergreen and drought-deciduous shrubs in the Mojave Desert during wet and dry years. *Journal of Arid Environments* 42: 81-96.

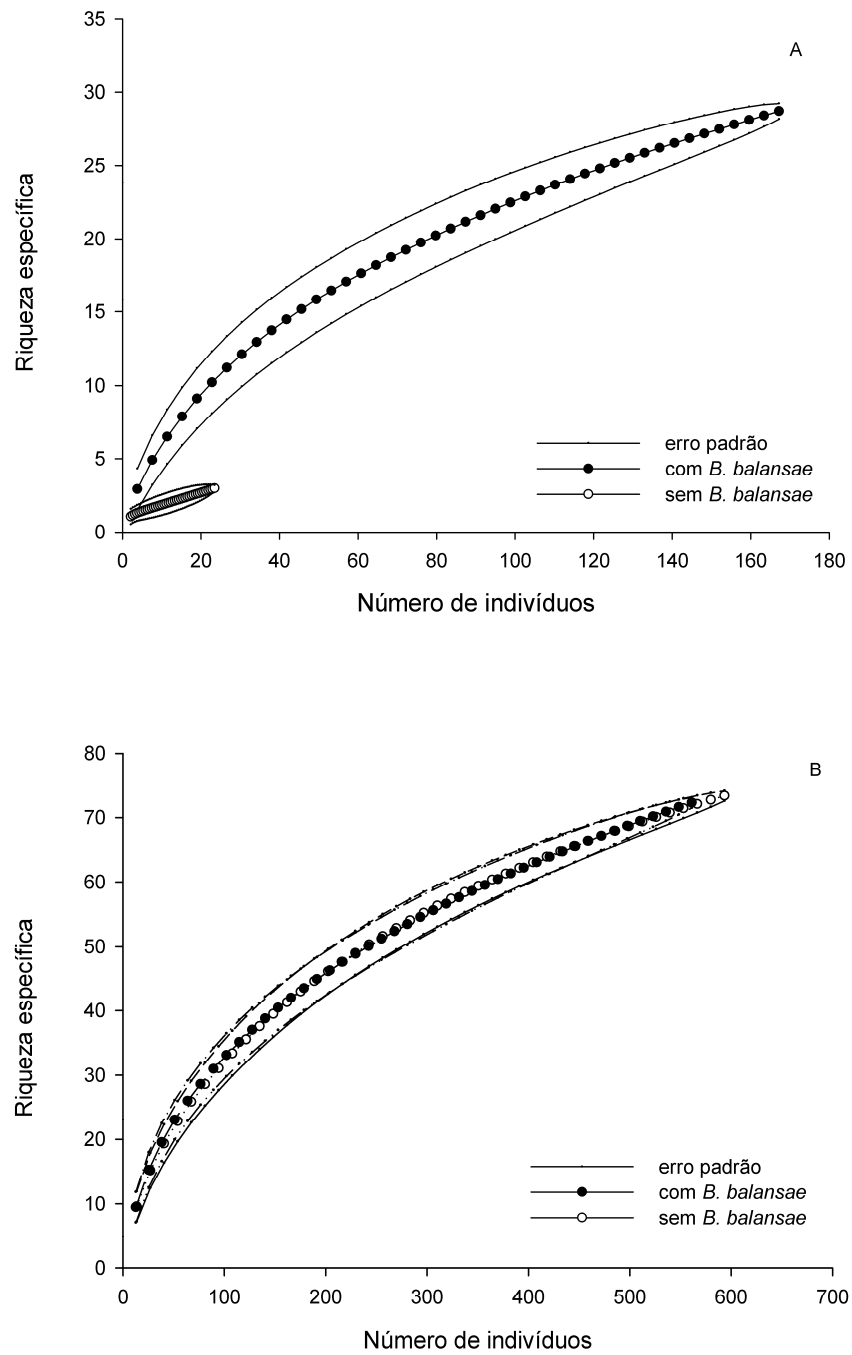


FIGURA 1. Curvas de rarefação de diferenças na riqueza de espécies lenhosas entre as unidades amostrais com e sem *B. balansae* nos afloramentos (A) e na floresta (B).

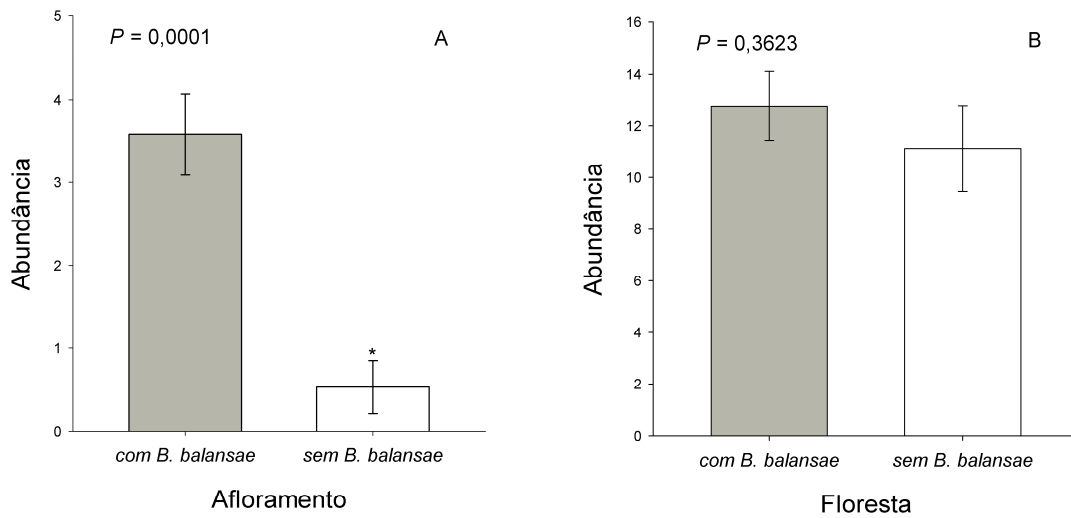


FIGURA 2. (A) Abundância de espécies lenhosas em afloramentos rochosos (com *Bromelia balansae* e sem *B. balansae*) e (B) na floresta (com *B. balansae* e sem *B. balansae*). As barras representam as médias e as linhas verticais os erros padrões. O asterisco indica diferença significativa entre as unidades amostrais com e sem *B. balansae*.

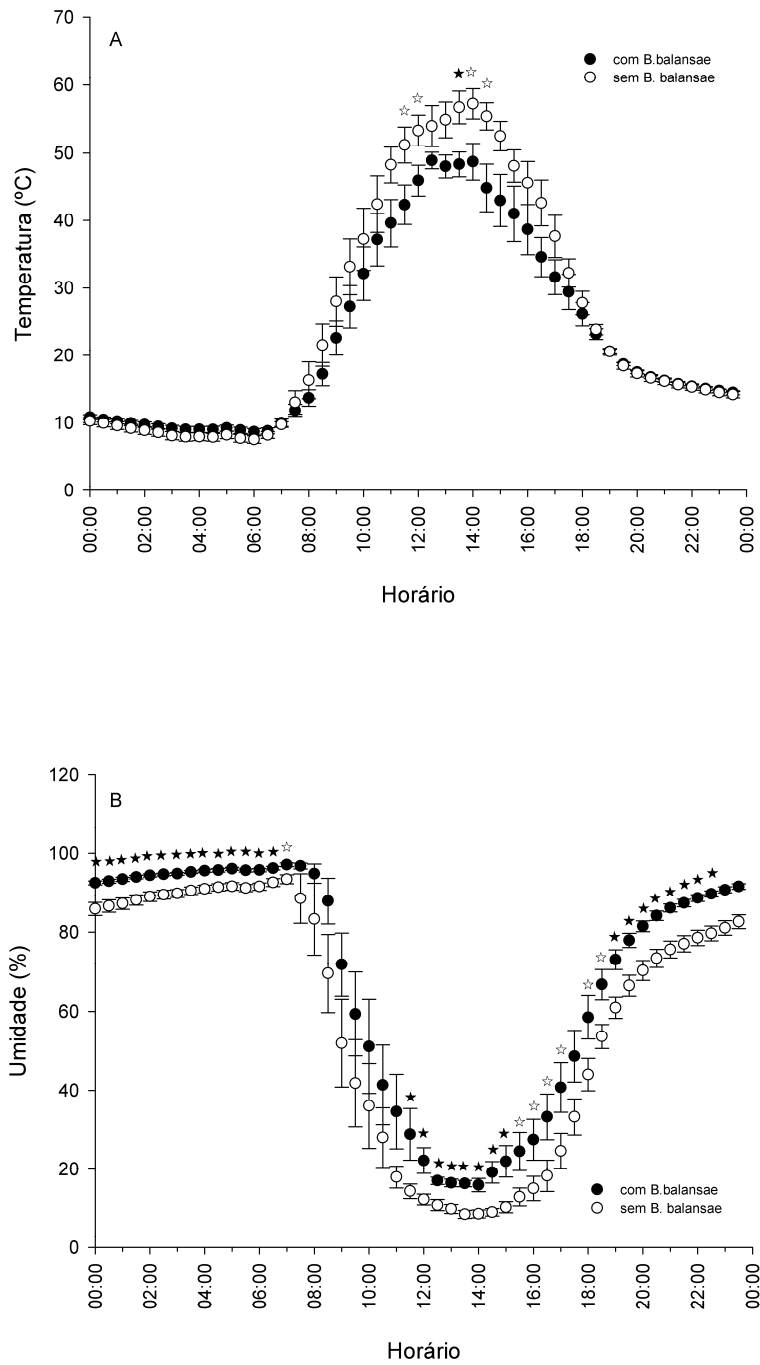


FIGURA 3. Dados de temperatura (°C) (A) e de umidade (%) (B) em áreas com e sem *Bromelia balansae* em afloramento rochoso, Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. Estrela preenchida indica diferença significativa ($P < 0,001$) e estrela vazada indica diferença significativa ($P < 0,005$) entre as unidades amostrais com e sem *B. balansae*.

Tabela 1. *Lista de espécies lenhosas encontradas nos afloramentos rochosos do Parque Estadual do Turvo.*

Família	Espécie
Apocynaceae	<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll. Arg.
Asteraceae	<i>Eupatorium missionum</i> Malme
Bignoniaceae	<i>Cuspidaria pterocarpa</i> (Cham.) DC.
Bignoniaceae	<i>Dolichandra dentata</i> (K. Schum.) L. Lohmann
Bignoniaceae	<i>Dolichandra uncata</i> (Andrews) L. Lohmann
Convolvulaceae	<i>Ipomoea descolei</i> O'Donell
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea scabra</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz
Euphorbiaceae	<i>Julocroton</i> sp.
Fabaceae	<i>Aeschynomene</i> sp.
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton
Hypericaceae	<i>Hypericum brasiliense</i> Choisy
Malpighiaceae	<i>Heteropteris</i> sp.
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.
Myrtaceae	<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.
Myrtaceae	<i>Myrcia bombycina</i> (O. Berg) Kiaersk.
Myrtaceae	<i>Myrcia palustris</i> DC.
Plantaginaceae	<i>Scoparia</i> sp.
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.
Morfoespécie 1	
Morfoespécie 2	
Morfoespécie 3	

Tabela 2. *Lista das principais espécies lenhosas encontradas nas unidades amostrais estabelecidas na floresta circundante aos afloramentos rochosos no Parque Estadual do Turvo.*

Família	Espécie
Acanthaceae	<i>Ruellia sanguinea</i> Griseb.
Annonaceae	<i>Annona neosalicifolia</i> H. Rainer
Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.
Apocynaceae	<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll. Arg.
Apocynaceae	<i>Forsteronia thyrsoides</i> (Vell.) Müll. Arg.
Asparagaceae	cf. <i>Cordyline spectabilis</i> Kunth & C.D. Bouché
Asteraceae	cf. <i>Vernonia balansae</i> Hieron.
Asteraceae	<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera
Bignoniaceae	cf. <i>Adenocalymma</i> sp.
Bignoniaceae	cf. <i>Clytostoma callistegioides</i> (Cham.) Bureau ex Griseb.
Bignoniaceae	cf. <i>Dolichandra cynanchoides</i> Cham.
Bignoniaceae	<i>Dolichandra dentata</i> (K. Schum.) L. Lohmann
Bignoniaceae	<i>Dolichandra uncata</i> (Andrews) L. Lohmann
Bignoniaceae	<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L. Lohmann
Bignoniaceae	<i>Fridericia chica</i> (Humb. & Bonpl.) L. Lohmann
Bignoniaceae	<i>Tanaecium selloi</i> (Spreng.) L. Lohmann
Cactaceae	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea scabra</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i> (Mart.) O.E. Schulz
Euphorbiaceae	cf. <i>Acalipha gracilis</i> Müll. Arg.
Euphorbiaceae	cf. <i>Dalechampia micromeria</i> Baill.
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.
Euphorbiaceae	<i>Julocroton</i> sp.
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.
Fabaceae	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg
Myrtaceae	cf. <i>Myrcia</i> sp.
Myrtaceae	<i>Eugenia bukartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand
Myrtaceae	<i>Eugenia hiemalis</i> Cambess.
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.

Continuação

Myrtaceae	<i>Myrcia palustris</i> DC.
Phytolaccaceae	cf. <i>Petiveria alliacea</i> L.
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.
Rubiaceae	cf. <i>Relbunium</i> sp.
Rubiaceae	<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltdl.
Rubiaceae	<i>Guetarda uruguensis</i> Cham. & Schltdl.
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.
Rutaceae	cf. <i>Zantoxylum</i> sp.
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.
Salicaceae	<i>Casearia silvestris</i> Sw.
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>et al.</i>) Hieron. ex Niederl.
Sapindaceae	<i>Allophylus guaraniticus</i> Radlk.
Sapindaceae	cf. <i>Serjania glabrata</i> Kunth
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.
Sapindaceae	<i>Serjania</i> sp.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.
Violaceae	<i>Hybanthus</i> sp.
Morfoespécie 1	
Morfoespécie 2	
Morfoespécie 3	
Morfoespécie 4	
Morfoespécie 5	
Morfoespécie 6	
Morfoespécie 7	
Morfoespécie 8	
Morfoespécie 9	

Tabela 3. MANOVA da composição florística no afloramento rochoso, no Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. SQ = Soma de quadrados. Probabilidades geradas por 1.000 permutações. $P < 0,05$ em negrito.

Fonte de variação	SQ	P
Bloco	39,6	
Sítio	2,6	1,00
Tratamento	8,47	0,001
Sítio x tratamento	2,02	0,248
Total	52,69	

Tabela 4. MANOVA da composição florística na floresta, no Parque Estadual do Turvo, sul do Brasil. SQ = Soma de quadrados. Probabilidades geradas por 1000 permutações. $P < 0,1$ em negrito.

Fonte de variação	SQ	P
Bloco	240,04	
Sítio	54,11	1,00
Tratamento	5,67	0,016
Sítio x tratamento	9,48	0,047
Total	309,3	

Considerações Finais

Nossos resultados demonstram que *B. balansae* Mez apresenta um importante papel facilitador para o desenvolvimento de espécies lenhosas em afloramentos rochosos. Onde há indivíduos de *B. balansae* existe uma maior abundância e riqueza de espécies lenhosas, quando comparado com as unidades amostrais controle próximas, nos afloramentos, que não sofrem a influência de *B. balansae*. A criação de um microhabitat mais favorável sob *B. balansae*, pela redução dos efeitos das altas temperaturas durante o dia e retenção de uma maior umidade, há o favorecimento da germinação e estabelecimento de espécies lenhosas. Já no ambiente florestal, as condições abióticas são mais constantes e favoráveis, com solo mais profundo e menor incidência solar, há maior disponibilidade de umidade, aparentemente não há um efeito competitivo pronunciado.

Como conseqüências dessas alterações microclimáticas devido à presença de *Bromelia balansae*, a diversidade da comunidade local é enriquecida, permitindo a ocorrência de um maior número de espécies lenhosas nos afloramentos rochosos, o que poderá ao longo dos anos facilitar a expansão da floresta sobre estes ambientes.

Embora tenhamos demonstrado o efeito positivo de *B. balansae* sobre plantas lenhosas, algumas questões permanecem em aberto: (i) qual a importância da presença desta espécie para o estabelecimento, a sobrevivência e a mortalidade das espécies lenhosas? (ii) existem diferenças na intensidade de interações nas diferentes estações climáticas? (iii) o manejo desse ambiente deve ser feito para manter a diversidade peculiar dos afloramentos rochosos? (iv) a preservação da população de *B. balansae* levará ao avanço da floresta? Para responder a estas questões foram feitos experimentos ao longo dos dois anos de desenvolvimento do projeto e permitirão o desenvolvimento de outros artigos que serão feitos após a submissão desse primeiro artigo.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Imagens dos afloramentos rochosos no Parque Estadual do Turvo, RS.



Apêndice 2 – Imagens de *Bromelia balansae* Mez, no Parque Estadual do Turvo, RS.

