

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA



**DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, FORÓFITOS E ESPÉCIES DE BROMÉLIAS  
EPÍFITAS NAS MATAS E PLANTAÇÕES DE CACAU DA REGIÃO DE UNA,  
BAHIA**

Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo(a) candidato (a)  
TALITA FONTOURA ALVES  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

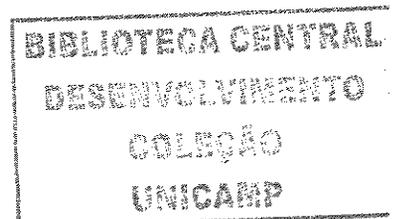
Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ecologia para a  
obtenção do título de Doutor

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Talita Fontoura Alves".

Talita Fontoura Alves

Orientador: prof. Flavio Antonio Mães dos Santos

Campinas, 28 de fevereiro de 2005



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	T/ UNICAMP
	AL87d
V	EX
TOMBO, BC/	65664
PROC.	16-86-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	14-9-05
Nº CPD	

Bib Id 364319

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE BIOLOGIA – UNICAMP**

Al87d

**Alves, Talita Fontoura**

Distribuição geográfica, forófitos e espécies de bromélias epífitas nas matas e plantações de cacau na região de Una, Bahia / Talita Fontoura Alves. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

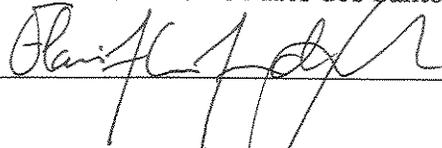
Orientador: Flavio Antonio Mães dos Santos.  
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.  
Instituto de Biologia.

1. Bromeliacea – Mata Atlântica. 2. Epífitas. I Flavio Antonio Mães dos Santos. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Flavio Antonio Maes dos Santos

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Paulo Inácio Knegt López Prado

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Fernando Roberto Martins

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Renata Pardini

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Jorge Luiz Waechter

  
\_\_\_\_\_

Prof. Dra. Adriana Zanforlin Martini

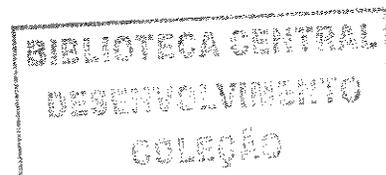
\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Alfredo Joly

\_\_\_\_\_

200520706

Campinas, 28 de fevereiro 2005



## AGRADECIMENTOS

À Capes pela bolsa concedida através da Universidade Estadual de Santa Cruz que possibilitou minha estadia na Universidade Estadual de Campinas;

Ao Projeto de Conservação e Utilização da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), Programa Nacional de Biodiversidade (PRONABIO)/MMA, CNPq - pelo financiamento ao projeto RestaUna o qual viabilizou a realização deste trabalho;

Aos coordenadores do Projeto Remanescentes de Floresta da Região de Una - sul da Bahia (projeto RestaUna): Deborah Faria, Renata Pardini e Julio Baumgarten pelo suporte logístico durante todo o campo;

À Fundação Pau-Brasil pela administração dos recursos;

À Universidade Estadual de Santa Cruz/Departamento de Biologia, pela licença de quatro anos para poder desenvolver meu trabalho de tese na Universidade Estadual de Campinas;

Aos curadores dos herbários IBUSP, CEPEC, UESC, HB, RB que puseram à disposição todo o material de bromélias depositado nestas Instituições;

Ao professor Flavio Antonio (Flavão) pela incomensurável paciência em toda a tese;

Pela assistência no campo, bom humor e pelas incríveis histórias de bahianos de Domingos, de Damião, de Ronaldo e de “Seu” Zeca;

Pelas boas horas de conversa no campo e ajuda com a entrada de dados: Gustavo, Sandrine Isnard and Patrícia Chaffe;

Ao André Mantovani que diversas vezes gastou uma boa quantidade de saliva dando ótimas idéias ao telefone;

---

Ao Tiago Breier que forneceu gentilmente seus dados ainda não publicados para que pudessem fazer parte desta tese;

À Tânia Wendt por nossas ótimas conversas sobre as intrigantes bromélias e sobre a intrincada taxonomia do grupo;

À Andrea Costa pelo auxílio com a determinação das *Vriesea*;

Aos contemporâneos do período 2000 - 2004 na Unicamp que tornaram várias horas de laboratório de computação muito menos maçante Denise, Edileide Alencar, Jivanildo Miranda, Mário de Almeida Neto, Márcio Uehara;

Pela bibliografia e vários toques estatísticos do Valério Melo e Ana Schiling;

Aos amigos André Amorim e Anthony Raw pela paciência de me aturarem no mau humor de fim de tese;

Aos membros da pré-pré-banca professores Jorge Luiz Waechter, Paulo Inácio Prado e Keith S. Brown que literalmente transformaram minha tese em algo melhor.

À super Adriana Martini pela enorme ajuda na fase final da tese, que ajudou em muito a clarear várias idéias nebulosas;

Ao casal Andrea e Eduardo da Geografia/Unicamp e à secretária Célia da Secretaria da Pós-Graduação em Ecologia que me ajudaram muitíssimo na hora da entrega da papelada burocrática!

---

Que me perdoem minha maneira rude de ser  
Dedico esta tese à minha mãe  
Mais ninguém...

---

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL .....	3
Referências .....	5
CAPÍTULO 1 - Distribuição das Bromélias Epífitas nas Matas e Plantações de Cacau da Região de Una e ao Longo da Floresta Atlântica .....	8
Resumo .....	8
Introdução .....	10
Material e Métodos .....	11
Local de estudos .....	11
Amostragem .....	12
Análises .....	13
Resultados .....	14
Discussão .....	15
Literatura Citada .....	27
CAPÍTULO 2 - Árvores, Forófitos e Abundância de Bromélias Epífitas na Floresta Atlântica da Região De Una, Nordeste do Brasil .....	32
Resumo .....	32
Introdução .....	33
Material e Métodos .....	34
Local de estudos .....	35
Análises .....	36
Resultados .....	37
Discussão .....	38
Referências .....	49
CAPÍTULO 3 - Diversidade de Espécies de Bromélias Epífitas na Região de Una, Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil .....	54
Resumo .....	54
Introdução .....	55

Material e Métodos .....	57
Local de estudos .....	57
Amostragem .....	57
Análises de dados .....	58
Resultados .....	59
Discussão .....	61
Referências .....	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82

## RESUMO GERAL

A perda de espécies é um resultado esperado quando habitats são fragmentados ou modificados. Entretanto, epífitas seriam particularmente propensas à perda de espécies devido ao alto número de espécies com distribuição geográfica restrita. Nos habitats modificados também são esperadas modificações na composição de espécies e diferenças na abundância de organismos. Devido à distribuição vertical das epífitas sobre suas árvores suporte (forófitos), modificações na ocupação vertical também podem ser esperadas. Este trabalho investigou a distribuição geográfica, o número de espécies, a abundância e a composição florística de bromélias epífitas na Reserva Biológica de Una e áreas vizinhas, Bahia (15°10'S, 39°12'W) que possuem remanescentes florestais e áreas de plantios de cacau onde parte das árvores do dossel são preservadas. Os objetivos foram verificar: i - as espécies diferem em relação ao número e distribuição geográfica entre interiores de floresta, bordas de floresta e plantios de cacau? ii- qual a similaridade florística de Una com outras localidades ao longo da Floresta Atlântica? iii- há diferenças na abundância e diversidade entre estes habitats? iv- qual a similaridade florística entre os habitats? v - existe diferença na ocupação vertical de bromélias entre os habitats? Além de coletas na região, foram utilizadas 6 parcelas de interior de floresta, 6 de borda e 6 de plantios de cacau onde a abundância e o número de espécies de bromélias foram contados nas árvores com perímetro  $\geq 20$ cm à altura do peito. A distribuição geográfica foi baseada em bibliografia e consulta de herbários. Interiores e bordas não diferem em relação ao número de espécies, à distribuição geográfica e abundância. Houve maior similaridade florística com as espécies do Espírito Santo e Una apresentou alto número de espécies em relação a outras localidades. Não houve diferença na diversidade entre os habitats e interiores são semelhantes floristicamente às bordas. A maioria das espécies de submata diminuiu sua abundância nas bordas ou não ocorreram em áreas de plantio. As semelhanças entre interiores e bordas sugerem que bordas sejam mantidas de diferentes maneiras e que o mosaico ambiental amenize a maior parte das diferenças que poderiam ser encontradas nas bordas. A similaridade florística com o Espírito Santo e o alto número de espécies sugere que esta região tenha sido uma área de refúgio para as espécies estudadas. Modificações no habitat parecem afetar mais fortemente bromélias da submata do que aquelas que habitam as copas das árvores.

## ABSTRACT

The loss of species is a natural outcome when habitats are fragmented or changed. Nevertheless, epiphytes would be particularly susceptible to this process given the high number of species with limited geographical distribution. In modified habitats changes are also expected in the species composition and differences in the overall abundance in the organisms. Due to the epiphytic vertical distribution on their supportive trees (phorophytes), changes on the vertical occupation of these plants must also occur. This work investigated the geographic distribution, the number of species, the abundance and floristic composition of epiphytic bromeliads in the Reserva Biológica de Una. This region is located in Bahia state ( $15^{\circ}10'S$ ,  $39^{\circ}12'W$ ), possess Atlantic rainforest remnants and cocoa plantations where part of the canopy trees have been preserved. The aims were to answer the following questions: a) do the epiphytic bromeliad species differ in relation to number and geographic distribution according to forest habitat: interiors, edges, and cocoa plantation? b) what is the floristic similarity between Una and other localities along the Atlantic rainforest? c) is there difference in the abundance and species diversity amongst habitats? d) what is the floristic similarity amongst the habitats? e) is there a difference in the bromeliad vertical occupation amongst habitats? In addition to the species' survey in the region, 6 transects from the following habitats were sampled: forest interior, forest edges and cocoa plantations. Trees  $\geq 20$ cm perimeter were sampled in the 18 transects, the abundance and number of bromeliad species were counted. The geographic distribution was based upon literature review and consultation to herbaria along the Atlantic forest. Interiors and edges were similar in relation to the number of species, geographic distribution and abundance. There was larger floristic similarity between Una and state of Espírito Santo. Una has one of the highest number of species in relation to other localities. There was no difference in the diversity amongst habitats. Interiors were floristically similar to edges. The majority of understory species decreased its abundance in the edges and were not existent in the plantations. The similarities between interiors and edges suggest that forested areas of the landscape damp the majority of differences that would be expected in the edges. The floristic similarity with the state of Espírito Santo and the high number of species in Una suggest that this region was an area of refuge to the bromeliads. Changes in the habitat seem to strongly affect the bromeliads associated to the understory in comparison to the ones associated with the tree crown.

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, FORÓFITOS E ESPÉCIES DE BROMÉLIAS EPÍFITAS NAS MATAS E PLANTAÇÕES DE CACAU DA REGIÃO DE UNA, BAHIA

### INTRODUÇÃO GERAL

As epífitas vasculares perfazem ca. de 10% da flora total mundial, sendo representadas por diversas espécies de orquídeas, bromélias, cactáceas e pteridófitas (Gentry & Dodson 1987). Epífitas podem ocorrer desde a base do tronco até as copas das árvores e no Brasil, os estudos sobre essas plantas datam da década de 40 (Hertel 1949), tendo se iniciado na região Sul. Entretanto, a ocorrência de epífitas em copas de árvores que podem atingir 45 a 50 m de altura em algumas áreas tropicais (Richards 1996, Johansson 1974), fez com que estudos mais regulares em áreas tropicais se iniciassem após o desenvolvimento de um conjunto de técnicas que assegurasse um mínimo de segurança ao pesquisador interessado em explorar o alto das árvores: as chamadas técnicas de ascensão vertical (“single rope technique”, Perry 1978) as quais são adaptações de técnicas de escalada em rocha às árvores (Padget & Smith 1989). Quando ocupam as copas das árvores, epífitas são componentes dos dosséis florestais que foram apontados por Hammond (1992) como um dos domínios não mapeados da riqueza de espécies.

O maior número de trabalhos sobre essas plantas e sobre dosséis florestais a partir da década de 80 (Nadkarni 1994) possibilitou a discussão das técnicas de acesso, do papel ecológico, da horticultura e da conservação de epífitas (Holbrook 1991). Assim, em algumas áreas tropicais a matéria orgânica liberada por epífitas é o fluxo mais importante de matéria orgânica que atinge o solo (Coxson *et al.* 1992, Lodge *et al.* 1994). Além de participarem da ciclagem de nutrientes e da ciclagem de água nas florestas, epífitas aumentam a complexidade estrutural de habitats devido à fauna dependente destas plantas (Huston 1996, Nadkarni 2001). Por exemplo, Duellman & Pianka (1990) especularam que, se comparada às regiões tropicais do Velho Mundo, a diversidade de sapos é maior nos Neotrópicos, sendo em parte, devido à presença de bromélias (que possuem um grande número de espécies epífitas) as quais fornecem habitat abundante e diverso. Tanto as espécies componentes quanto a abundância de epífitas podem variar sobre as árvores suporte de acordo com várias características físicas das árvores como o ângulo dos ramos (Ingram & Nadkarni 1993), o tamanho das árvores (Migenis &

Ackerman 1993, Zotz & Vollrath 2003). A idade dos forófitos também pode determinar a abundância de epífitas (Merwin *et al.* 2003).

Sobre a conservação, os trabalhos que abordam os efeitos da fragmentação e a modificação de habitats sobre esta forma de vida indicaram que face a estas perturbações, epífitas seriam particularmente propensas à perda de espécies (Turner *et al.* 1994, Corlett & Turner 1997) se comparadas a árvores ou arbustos. Uma das razões para tal desaparecimento de espécies seria o alto número de epífitas com distribuição geográfica restrita as quais se tornam mais vulneráveis às altas taxas de deflorestamento ocorrente nas regiões tropicais (Koopowitz *et al.* 1994a, b, Corlett & Turner 1997). Além de várias espécies de Orchidaceae, as subfamílias Bromelioideae e Tillandsioideae da família Bromeliaceae se encaixariam neste modelo por apresentarem várias espécies endêmicas. Em escala local, alguns trabalhos têm demonstrado que após ações antrópicas, as árvores que permanecem no terreno podem suportar parte das espécies epífitas do sistema analisado (Williams-Linera 1995, Dunn 2000). Além da alteração da composição de espécies, também ocorrem modificações na abundância de algumas famílias (Hietz-Seifert *et al.* 1996, Dunn 2000), devido ao aumento na densidade de algumas epífitas.

Este trabalho foi desenvolvido como parte do Projeto RestaUna (<http://www.restauna.org.br/>), o qual investigou os efeitos da fragmentação de habitat em diferentes organismos em interiores e bordas de grandes fragmentos (maiores que 800 ha), interiores e bordas de pequenos fragmentos (menores que 100 ha) e nas plantações de cacau, regionalmente denominadas de “cabruças”. Tais plantações são muito frequentes na região e se caracterizam pelo raleamento da submata e permanência das grandes árvores para o sombreamento dos pés de cacau, tendo tido grande importância econômica há aproximadamente 15 anos atrás (Alger & Caldas 1994, Johns 1999).

Este trabalho foi desenvolvido com bromélias epífitas de grandes fragmentos e nas cabruças. Estes habitats foram escolhidos por tratarem-se dos extremos de habitat ocorrentes na região, capazes de abrigar tais plantas. É esperado que as matas abriguem bromélias epífitas em seu estado mais preservado e que as árvores remanescentes das cabruças contenham uma pequena parte das espécies da floresta devido às poucas árvores capazes de abrigar epífitas. Os resultados das comparações entre estes habitats contrastantes podem indicar portanto, o máximo de perturbação a que bromélias epífitas estejam sujeitas antes da retirada total de suas árvores suporte.

As bromélias das bordas dos grandes fragmentos também foram investigadas pois estas bordas são locais limítrofes a áreas de pasto estando provavelmente sujeitas a condições abióticas intermediárias entre os interiores de floresta que possuem maior cobertura vegetal e as cabruças que possuem um reduzido número de árvores. Assim, todo este trabalho foi desenvolvido através de comparações entre os interiores e bordas de grandes fragmentos e cabruças.

O primeiro capítulo é uma análise florística das espécies coletadas na região de Una e analisa os diversos níveis de distribuição geográfica das espécies na região de Una e nas áreas de interiores, bordas e cabruças. Discussões sobre as espécies e comparações da flora epífita de Una com outras regiões da Mata Atlântica também são fornecidas.

O segundo capítulo aborda as características de tamanho e abundância de árvores nos diferentes ambientes, das árvores suporte de bromélias (forófitos) e a abundância de bromélias. Além da caracterização geral e das diferenças de parâmetros estruturais (abundância, altura e diâmetro) entre árvores e forófitos, são apresentados dados sobre a ocupação de bromélias sobre suas árvores suporte.

O terceiro capítulo aborda diferenças na composição de espécies e diversidade entre os habitats, modificações na composição da comunidade e quais são as epífitas mais afetadas com a perturbação do habitat: as do alto das copas ou da submata.

É esperado que a análise destas epífitas tanto local quanto regionalmente, forneça subsídios para a melhor conservação do grupo dentro do bioma Mata Atlântica.

## Referências

- Alger, K. & Caldas, M. 1994. The declining cocoa economy and the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil: conservation attitudes of cocoa planters. *The Environmentalist* 14: 107-119.
- Corlett, R. T. & Turner, I. M. 1997. Long-term survival in tropical forest remnants in Singapore and Hong Kong. In: Laurence W. F. & Bierregard Jr., R. O. (eds) *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press. pp 333-345.
- Coxson, D. S., McIntyre, D. D. & Vogel, H. J. 1992. Pulse release of sugars and polyols from canopy bryophytes in tropical montane rain forest (Guadeloupe, French West Indies). *Biotropica* 24: 121-133.

- Dunn, R. R. 2000. Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* 21:137-143.
- Duellman, W. E. & Pianka, E. R. 1990. Biogeography of nocturnal insectivores: historical events and ecological filters. *An. Rev. Ecol. Syst.* 21:57-68.
- Gentry, A. & Dodson, C. H. 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74:205-233.
- Hammond, P. M. 1992. Species inventory. In: Groombridge, B. (orgs.). *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*. Chapman & Hall, London. pp 17-39.
- Hertel, R. J. G. 1949. Contribuição à ecologia da Serra do mar (vertente oeste) do Paraná. Tese de Livre Docência. Universidade do Paraná, Curitiba.
- Hietz-Seifert, U., Hietz, P. & Guevara, S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biol. Conserv.* 75: 103-111.
- Holbrook, N. M. 1991. Small plants in high places: the conservation and biology of epiphytes. *Trends Ecol. Evol.* 6: 314-315.
- Huston, M. A. 1996. *Biological Diversity. The coexistence of Species on Changing Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ingram, S. & Nadkarni, N. M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a Neotropical cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 25: 370-383.
- Johansson, D. R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytog. Suec.* 59: 1-136.
- Johns, N. D. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Eviron. Manag.* 23: 31-47.
- Koopowitz, H., Andersen, M., Thornhill, A. D., Nguyen, H. & Pham, A. 1994a. Comparison of distributions of terrestrial and African orchids: implications for conservation. In: Pridgeon, A. (ed.). *Proceedings of the Fourth World Orchid Conference*. HSMO, Edinburg. pp 120-124.
- Koopowitz, H., Thornhill, A. D. & Andersen, M. 1994b. A general stochastic model for the prediction of biodiversity losses based on habitat conservation. *Conserv. Biol.* 8: 425-438.
- Lodge, D. J., McDowell, W. H. & McSwiney, C. P. 1994. The importance of nutrient pulses in tropical forests. *Trends Ecol. Evol.* 9: 384-387.

- Merwin, M. C., Rentmeester, S. A. & Nadkarni, N. M. 2003. The influence of host tree species on the distribution of epiphytic bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 35: 37-47.
- Migenis, L. E. & Ackerman, J. D. 1993. Orchid-plant relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *J. Trop. Ecol.* 9: 231-240.
- Nadkarni, N. M. 1994. Diversity of species and interactions in the upper tree canopy ecosystems. *Amer. Zool.* 34: 70-78.
- 2001. Methods for sampling canopy-dwelling plants in forest ecosystems. In: Mitchell, A. W., Secoy, K., Jackson, T. (eds.). *The Global Canopy Handbook. Techniques of Access and Study in the Forest Roof.* Global Canopy Programme, Oxford. pp 109-114.
- Padgett, A. & Smith, B. 1989. *On rope.* National Speleological Society, Washington.
- Pardini, R. 2001. *Pequenos Mamíferos e a Fragmentação da Mata Atlântica de Una, sul da Bahia - Processos e Conservação.* Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Perry, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10: 155-157.
- Richards, P. W. 1996. *The Tropical Rainforest.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Turner, I. M., Tan, H. T. W., Wee, Y. C., Ibrahim, A. B. & Corlett, R. T. 1994. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conserv. Biol.* 8: 705-712.
- Williams-Linera, G., Sosa, V. & Platas, V. 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forests. *Selbyana* 16: 36-40.
- Zotz, G. & Vollrath, B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* - correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *J. Trop. Ecol.* 19: 81-90.

## DISTRIBUIÇÃO DAS BROMÉLIAS EPÍFITAS NAS MATAS E PLANTAÇÕES DE CACAU DA REGIÃO DE UNA E AO LONGO DA FLORESTA ATLÂNTICA

Talita Fontoura, Flavio A. M. Santos, T. Wendt

### Resumo

Fontoura, T. - (Univ. Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, IB, CP 6109, CEP 13083-970, talita\_fontoura@uol.com.br); F. A. M. Santos (Universidade Estadual de Campinas, IB, Depto. de Botânica, SP, CP6109, CEP13083-970, Brasil, fsantos@unicamp.br); T. Wendt (Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Botânica, CCS, IB, CEP 21941-590, Brasil, twendt@biologia.ufrj.br) - A Floresta Atlântica possui alta riqueza, elevado endemismo para diversas espécies vegetais, sendo um dos centros de diversidade de Bromeliaceae. No sul da Bahia, extensas áreas estão sofrendo modificações de hábitat, principalmente por plantios de cacau que eliminam árvores da submata e preservam as do dossel, onde várias bromélias epífitas podem ser encontradas. Investigamos as espécies e as distribuições geográficas de bromélias epífitas da região de Una para verificar: i - o número de espécies difere entre interiores, bordas de florestas e áreas de plantio? ii - qual a similaridade entre os habitats? iii- qual a distribuição geográfica das espécies que ocorrem em Una e como elas se distribuem entre interiores e bordas de floresta e áreas de plantio e; iv- qual a similaridade florística entre Una e outras localidades ao longo da Floresta Atlântica. Os dados foram coletados na Reserva Biológica de Una (15°10'S, 39°12'W) e em áreas vizinhas, em seis parcelas de interior de mata, seis de borda de mata e seis de plantios de cacau. Árvores com perímetro  $\geq 20$ cm à altura do peito foram amostradas e foi contado o número de espécies de bromélia nos forófitos. A distribuição geográfica foi baseada em bibliografia e consulta a herbários. Plantios de cacau apresentaram menos espécies que os demais habitats e bordas e plantios possuíram menos espécies endêmicas. Interiores e bordas foram mais similares entre si do que com os plantios. A maioria das espécies de Una foi endêmica, havendo maior similaridade florística com as espécies do Espírito Santo e alto número de espécies em relação a outras localidades. Modificações severas em áreas de mata como os plantios de cacau, diminuem o número de espécies e modificam a proporção de espécies características da região. A similaridade entre interiores e bordas deve ocorrer devido à presença de várias áreas de floresta na região, amenizando

diferenças microclimáticas nas bordas e possibilitando o estabelecimento de bromélias. A similaridade florística com o Espírito Santo e o alto número de espécies sugere que esta região tenha sido uma área de refúgio para as espécies estudadas.

Palavras-chave: bromélias, epífitas, Floresta Atlântica, endemismo.

## Introdução

Bromélias se distribuem exclusivamente na região Neotropical, sendo atualmente subdivididas em três subfamílias: Tillandsioideae, Bromelioideae e Pitcairnioideae (Smith & Downs 1974, 1977, 1979). A família possui três centros de desenvolvimento (Smith & Downs 1974) sendo um na região Andina com extensões para o México (onde ocorrem mais espécies do gênero *Tillandsia* e da subfamília Pitcairnioideae), um no escudo das Guianas (onde ocorrem mais Pitcairnioideae) e outro no leste do Brasil, onde ocorrem mais espécies de Bromelioideae, do gênero *Dyckia* (Pitcairnioideae) e do gênero *Vriesea* (Tillandsioideae). Das três subfamílias citadas, o hábito epifítico ocorre principalmente nas espécies das subfamílias Bromelioideae e Tillandsioideae.

O hábito epifítico é representado por várias espécies de Orchidaceae, Bromeliaceae, Cactaceae e por pteridófitas nas áreas neotropicais, as quais podem representar até 35% do total de espécies de plantas vasculares em localidades da América do Sul (Gentry & Dodson 1987; Gentry 1988). Além de poderem representar parcela significativa do número de espécies vegetais em uma localidade, outra característica frequentemente citada para plantas epífitas é sua restrição a pequenas regiões geográficas. Entretanto, enquanto alguns trabalhos demonstram que várias espécies se restringem a pequenas extensões de área de florestas de planícies úmidas, super-úmidas e nebulosas no Equador (Gentry 1986, Gentry & Dodson 1987, Kreft *et al.* 2004), outros trabalhos desenvolvidos em florestas decíduas, semi-decíduas e perenes da região Andina da Bolívia apontam que as epífitas de várias famílias de plantas, incluindo Bromeliaceae, possuem ampla distribuição geográfica (Kessler 2000, 2001, 2002a,b).

Sabe-se que a Floresta Atlântica, ao longo de sua distribuição, é um bioma semelhante fisionomicamente mas heterogêneo floristicamente (Siqueira 1994, WWF & IUCN 1997, Barbosa & Thomas 2002, Scudeler 2002). O estudo de 116 localidades ao longo deste bioma (Scudeler 2002) revelou que as espécies arbóreas de parte das localidades da região Nordeste apresentam uma grande dissimilaridade em relação às demais regiões da Floresta Atlântica, pois existem muitas espécies com ocorrência restrita a poucas localidades.

Uma vez que várias espécies vegetais da região sul da Bahia apresentam dissimilaridade florística em relação às demais localidades deste bioma, poderia ser esperado que as bromélias epífitas da região de Una também apresentassem tal dissimilaridade florística. Do mesmo modo,

também é esperado alto endemismo para este grupo de plantas pois este bioma é local de alto endemismo para vários grupos vegetais (Mori *et al.* 1981; WWF & IUCN 1997).

Entretanto, as altas taxas de deflorestamento da Floresta Atlântica (Myers *et al.* 2000; Brooks *et al.* 2002; Hirota 2003) têm levado à formação de manchas de floresta (Viana & Tabanez 1996; Viana *et al.* 1997). Além de modificações na vegetação, modificações de hábitat podem levar a um aumento de espécies invasoras as quais podem competir com espécies nativas e alterar a disponibilidade de água para as plantas nativas (Hobbs & Yates 2003). Para epífitas, modificações no terreno podem provocar um decréscimo no número de espécies (Hietz 1999) e parte das espécies epífitas podem ser encontradas nas árvores que sobrevivem no terreno (Williams-Linera *et al.* 1995, Dunn 2000).

A região sul da Bahia possui 60% de sua área com remanescentes florestais em diferentes fases de sucessão, inclusive áreas associadas a plantações de cacau (Landau 2003) sendo uma das áreas assinaladas como de alto endemismo e de alta riqueza de espécies (WWF & IUCN 1997).

O presente trabalho visa investigar as espécies, subfamílias e a distribuição geográfica das bromélias epífitas da região de Una e nos interiores de floresta, bordas de floresta e plantios de cacau para verificar: i - o número de espécies difere entre interiores, bordas de florestas e áreas de plantio? ii - qual a similaridade entre os hábitats? iii- qual a distribuição geográfica das espécies que ocorrem em Una e como elas se distribuem entre interiores e bordas de floresta e áreas de plantio e; iv- qual a similaridade florística entre Una e outras localidades ao longo da Floresta Atlântica.

## Material e Métodos

Local de Estudos - A Reserva Biológica de Una (RBU) se localiza a aproximadamente 40 km ao sul de Ilhéus, Bahia (15°10'S, 39°12'W, figura 1). Essa unidade de conservação está inserida num mosaico ambiental onde fragmentos florestais de diversos tamanhos (de 100 a mais de 800 ha) estão imersos numa matriz complexa onde podem ser encontradas pastagens de gado, seringais, piaçava e plantações de cacau. A vegetação dessa região é classificada como “mata higrófila sul-bahiana” (Thomas *et al.* 1998) ou floresta ombrófila densa de terras baixas (Veloso *et al.* 1991) e está incluída na região climática Af de Köppen (CEPLAC & IICA 1976; Ometto 1981). A pluviosidade anual é de 1800 mm sem estação seca (Mori *et al.* 1981; Thomas *et al.* 1998). As plantações de cacau, regionalmente chamadas de “cabruças”, são sistemas de plantio comuns na

área de entorno da RBU. Nestas, toda a submata é cortada e as árvores de grande porte que permanecem, fornecem sombra aos pés de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Amostragem - O presente trabalho faz parte do Projeto RestaUna (<http://restauna.org.br/>) e o levantamento dos dados se baseou, em parte, no desenho amostral utilizado em todo o projeto.

Antes do levantamento nas áreas amostrais, foi feito um levantamento das espécies ocorrentes na região a fim de se estabelecer uma coleção de referência. As espécies foram coletadas na RBU e em áreas vizinhas (num polígono com área de ca. 21.500 ha) onde as bromélias foram coletadas e fotografadas. As coletas foram feitas com vara de alta poda ou com técnicas de escalada, utilizando-se “single rope technique”. Todo o material foi depositado no herbário da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Para a comparação entre os diferentes habitats, foram definidos três blocos de vegetação, distantes entre si por 10 a 15 km de distância, e que continham manchas de interiores de mata (FI), bordas de mata (FE) e plantios de cacau (CP). Em cada bloco, foram escolhidas duas manchas de cada habitat. Em cada mancha foi instalada uma parcela de 2.200 m<sup>2</sup> (110 x 20), totalizando 18 parcelas em toda a área amostrada, sendo seis parcelas de cada tipo de habitat (figura 1).

Em todas as parcelas, as bromélias adultas sobre árvores com perímetro  $\geq 20$ cm (6,4 cm de diâmetro) à altura do peito foram registradas.

Tal metodologia foi baseada em observações de campo que indicaram um reduzido número de árvores que tivessem diâmetro menor do que o adotado com bromélias. Todas as bromélias adultas com uma roseta solitária ou formando grupos de várias rosetas, foram contadas como “grupos” tendo sido utilizados para estimar a abundância de grupos de bromélias.

Algumas espécies foram agrupadas representando complexos de espécies devido à impossibilidade de identificação quando em estado estéril no campo: i-) *Billbergia* spp. engloba indivíduos de *Billbergia morelii* Brongniart e *B. chlorosticta* Saunders, ambas ocorrentes na área de estudos; e ii-) *Aechmea* spp. engloba indivíduos de *Ae. leucolepis* L. B. Smith, *Ae. perforata* L. B. Smith, *Ae. depressa* L. B. Smith, *Ae. blanchetiana* (Baker) L. B. Smith e *Hohenbergia blanchettii* (Baker) E. Morren ex Mez também ocorrendo na área de estudos.

Distribuição geográfica - A distribuição geográfica das espécies de Una foi feita através da consulta aos seguintes herbários: Herbarium Bradeanum (HB), Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Instituto de Botânica (IB), Centro de Estudos e Pesquisa do Cacau (CEPEC). Espécimes e fotos de *typus* disponíveis na Internet, assim como as descrições originais, foram consultadas. Além da consulta ao material, a seguinte bibliografia foi utilizada para complementar as informações sobre a distribuição geográfica das espécies: Smith & Downs (1977, 1979) e Leme (1987, 1997, 1999, 2000).

Análises - Diferenças no número de bromélias entre os habitats foram investigadas através da densidade de espécies por área utilizando-se diagramas de caixa usando-se as medianas e os seus intervalos de confiança (McGill *et al.* 1978). Diagramas de caixa expressam em seu limite inferior da linha vertical o menor valor encontrado, e no limite superior de sua linha, o maior valor encontrado. O limite inferior da caixa representa 25% dos dados, o limite superior representa 75% dos dados. Os intervalos de confiança (representados pelas restrições nas caixas) são calculados a partir da variação dos interquartis dos dados e do número de observações para cada grupo. Por fim, o desvio padrão da mediana é calculado pela aproximação assintótica da distribuição de Gause, a qual é razoavelmente bem aplicável a outras distribuições (McGill *et al.* 1978).

Também foram verificadas diferenças na proporção de espécies nas subfamílias entre os habitats e na proporção de espécies com distribuição “endêmica” e “ampla”. Após a análise das distribuições geográficas, “endêmicas” foram definidas como espécies que ocorrem do sul da Bahia até o Espírito Santo e “amplas” foram definidas como espécies que ocorrem em outros biomas brasileiros e em outros países.

Para calcular a similaridade entre os habitats de Una, foi utilizado o índice de Jaccard numa matriz de 31 espécies por 3 habitats (FI, FE e CP).

Análises multivariadas foram utilizadas para verificar a semelhança da composição de espécies de Una em relação a de outras localidades da Floresta Atlântica. O programa FITOPAC (Shepherd 1995) foi utilizado para calcular o coeficiente de Dice e produzir um dendrograma pelo método de Ligação Completa. Este método de agrupamento produz dendrogramas formando grupos compactos e discretos (Sneath & Sokal 1973; Tongeren 1997) e foi escolhido entre outros métodos menos tendenciosos (médias não ponderada de grupos, média ponderada de grupos) pois

não houve diferença na maioria dos agrupamentos formados e somente uma das localidades analisadas (RJ2) diferiu em seu nível de ligação em relação às demais. Para a análise de agrupamentos foram utilizados três levantamentos desenvolvidos na região Sul do Brasil, no Rio Grande do Sul (Waechter 1998; Breier 1999) e no Paraná (Kersten & Silva 2001), e seis levantamentos realizados na região Sudeste, em São Paulo (Fischer 1994; Santos 2000; Breier dados não publicados), no Rio de Janeiro (Fontoura *et al.* 1997; Fontoura 1997) e no Espírito Santo (Varassin 2002). As análises foram baseadas em uma matriz binária de 10 localidades por 118 espécies.

## Resultados

No total das 18 parcelas, foram amostrados 11 gêneros e 31 espécies, sendo 13 espécies (42%) de Tillandsioideae e 18 (58%) de Bromelioideae. Interiores e bordas foram mais semelhantes entre si floristicamente (Jaccard FI x FE = 0,8) do que as áreas de mata com os plantios (Jaccard FI x CP = 0,4; FE x CP = 0,4).

A densidade de espécies nos interiores foi maior que o número de espécies nos plantios (Figura 2), mas bordas não diferem nem de interiores nem de áreas de plantio. Bordas foram os locais mais variáveis em relação à densidade de espécies.

Nas parcelas de interior de floresta, assim como nas de bordas, foram amostradas 25 espécies pertencentes a 10 gêneros (Tabela 1), nove espécies pertenceram à subfamília Tillandsioideae (36%) e 16 a Bromelioideae (64%). Nos plantios, foram coletados sete gêneros e 18 espécies, sendo 10 espécies de Bromelioideae (56%) e oito de Tillandsioideae (44%). A proporção de espécies de Bromelioideae e Tillandsioideae não diferiu entre os habitats ( $\chi^2 = 1,65$ ,  $p = 0,44$ ,  $gl = 2$ ).

Na região de Una foram registradas até o momento 39 espécies pertencentes a 11 gêneros, sendo 24 de Bromelioideae (61,5%) e 15 de Tillandsioideae (38,5%). Os gêneros mais representados foram *Aechmea* (11 espécies) e *Vriesea* (nove espécies).

Em nenhum dos habitats estudados houve espécies que ocorressem somente para o norte da Floresta Atlântica e nem em toda a Floresta Atlântica.

A proporção entre espécies de distribuição ampla e endêmica diferiu entre os habitats (figura 3), havendo mais espécies endêmicas e menos espécies de ampla distribuição nos interiores e bordas ( $\chi^2 = 32,5$ ,  $p < 0,01$ ,  $gl = 2$ ).

De 25 espécies determinadas no total de parcelas, 13 espécies (52%) foram endêmicas, cinco (20%) ocorrem também em regiões ao sul da Floresta Atlântica, uma (4%) possui ocorrência somente na Amazônia além do sul da Bahia e seis (24%) possuem distribuição ampla.

Das 39 espécies coletadas na região de Una, 33 espécies foram determinadas a nível específico. Das espécies determinadas, 18 (54,5%) são endêmicas, seis foram registradas até o sul deste bioma (18,2 %), uma (3%) foi registrada em toda a Floresta Atlântica, uma é disjunta com a Amazônia e sete (21,2%) tiveram ampla distribuição. Assim, 75% das espécies são registradas somente para a Floresta Atlântica.

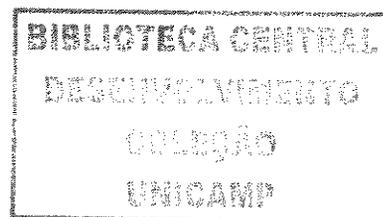
Foram identificados três grupos de localidades na análise de agrupamentos (figura 4) interpretáveis pelo número total de espécies, de gêneros e no número de espécies de *Aechmea*, *Tillandsia* e de *Vriesea*. O primeiro grupo foi formado por Una e Espírito Santo. Estas localidades tiveram altos números de espécies (39 e 33 espécies respectivamente), mais gêneros que todas as demais localidades, três gêneros somente nesta região da Floresta Atlântica (*Areococcus*, *Guzmania* e *Lymania*) e os maiores números de espécies de *Aechmea* (11 espécies em Una e 9 no Espírito Santo). As demais localidades tiveram maior percentagem de espécies de *Vriesea* ou reduzido número de espécies.

O segundo grupo foi formado pelas duas localidades do Rio Grande do Sul e uma do Rio de Janeiro (RS1, RS2, RJ2), todas com poucas espécies no total (12, oito e oito respectivamente), com poucas espécies de *Vriesea* (cinco, uma e uma respectivamente) e com a presença de *Tillandsia stricta*, *T. usneoides* e *T. gardneri* as quais possuem ampla distribuição.

O último grupo foi formado pelas demais localidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (SP2, PR, SP3, RJ1, SP1) que possuem número de espécies comparáveis a outras localidades (39, 22 e 16) e a maioria das espécies pertencente ao gênero *Vriesea* (17, 8 e 11 espécies).

## Discussão

As bromélias de Una e a distribuição entre os habitats de Una - Áreas de plantio tiveram menos espécies que áreas de interior, sendo uma das respostas esperadas em relação à riqueza quando habitats são fragmentados (Souza *et al.* 2001). A modificação de áreas forestais em plantios de cacau deve ser o principal fator para esta diminuição do número de espécies resultando na diferença florística observada entre estes dois habitats. As cabruças parecem ser influenciadas



pelas florestas do entorno pois a maioria de suas espécies é um subconjunto das espécies de mata e somente *Aechmea lingulata* e *Vriesea procera* foram exclusivas destes habitats. Embora localmente estas espécies só ocorram nas cabruças, numa escala geográfica estas espécies possuem ampla distribuição. *Aechmea lingulata* ocorre desde a região da Costa Rica e Bahamas até o estado do Rio de Janeiro, podendo ser epífita, saxícola ou terrestre (Smith & Downs 1979). Nas cabruças, esta é uma espécie abundante e freqüente nas árvores formando grupos de várias rosetas. *Vriesea procera* ocorre desde a Venezuela até a Argentina, sendo epífita ou terrestre (Smith & Downs 1977) mas nas áreas de plantio de Una não é nem freqüente nem abundante, ocorrendo mais freqüentemente em áreas mais antropizadas da região (obs. pes.).

A presença de *A. lingulata* somente nas áreas de cabruca pode ocorrer por que as aves dispersoras desta espécie estejam associadas a locais onde a cobertura florestal seja baixa. Uma vez habitando estes locais mais abertos, devem ocorrer poucos fatores limitantes (p. ex. luz, umidade) para que haja a dispersão e estabelecimento de novos indivíduos, daí sua alta abundância. Para *V. procera* que se dispersa por sementes anemocóricas, as extensas áreas de mata da região de Una (Pardini 2001, Scariot *et al.* 2003) devem ser um obstáculo a ser transposto por suas sementes plumosas. Como Una não possui uma estação seca definida, a dispersão de *V. procera* deve ocorrer somente em breves períodos onde há maior déficit de umidade nas copas, permitindo assim a dispersão das sementes. É possível que a condição mais aberta das cabruças possibilite a dispersão e o eventual estabelecimento das sementes nas áreas de plantio.

A densidade de espécies nas bordas não diferiu nem de interiores nem de áreas de plantio e bordas foram os locais mais variáveis em relação à densidade de espécies. Além de serem variáveis para a densidade de espécies, bordas também foram variáveis para a densidade de árvores (capítulo 2) e grupos de bromélias (capítulo 3). Esta variabilidade deve ocorrer devido aos diferentes tempos de criação das bordas e aos vários métodos empregados pelos donos da terra para manterem suas áreas de mata limítrofes às áreas de pasto.

Bordas também foram semelhantes floristicamente a interiores mesmo apresentando duas espécies que não ocorressem nos interiores (*Guzmania lingulata* e *Tillandsia stricta*). O maior número de espécies em comum entre estes dois habitats teve maior peso para a semelhança observada. Aparentemente as grandes áreas de mata tanto impedem a entrada de mais espécies de ampla distribuição no sistema quanto diminuem a perda de espécies que anteriormente faziam

parte do sistema florestal como um todo, daí a semelhança florística entre os dois habitats, mesmo que limítrofes a áreas de pasto.

A maior proporção de espécies com distribuição até o Espírito Santo ocorreu nos interiores e bordas de matas. Assim, estes locais são importantes para uma parcela significativa das espécies endêmicas sejam elas de interiores ou das bordas de mata, sendo representadas pelas espécies *Aechmea mollis*, *Ae. turbinocalyx*, *Areococcus parviflorus*, *Billbergia chlorosticta*, *Lymania globosa*, *L. azurea*, *L. smithii*, *Ni. amorimii* são espécies que ocorrem somente na subfamília Bromelioideae. Baseada na alta variabilidade na densidade de árvores, de bromélias e de espécies nas áreas de borda é provável que algumas destas espécies possuam populações com problemas nos processos de polinização e ou dispersão. Estudos adicionais também poderão verificar se bordas possuem populações destas plantas alteradas devido a modificações microclimáticas que diminuem o número de indivíduos nas bordas ou devido a alteração nos processos de polinização e dispersão das espécies que impedem a formação de novos indivíduos em diferentes árvores das bordas.

Das espécies listadas para Una, uma das espécies de *Vriesea* (*Vriesea* sp.2) é uma possível espécie nova (A. Costa com. pes.). O gênero *Lymania* só ocorre nas matas do sul da Bahia, tendo sido descrito recentemente (Read 1984). O mesmo ocorre para as espécies *Neoregelia longisepala* (Pereira & Penna 1983) e *Hohenbergia hatschbachii* (Leme 1999). A descrição recente de *N. longisepala* e *H. hatschbachii*, ressaltam a necessidade de mais trabalhos taxonômicos e de coletas biológicas na região pois são plantas grandes (suas rosetas podem atingir 1,5m a 2m de diâmetro) e relativamente frequentes em bordas de mata da região.

As 39 espécies epífitas coletadas em Una representam ca. de 15% das espécies de Bromeliaceae descritas para o estado Bahia (Wendt & Fontoura, dados não publicados). Considerando que espécies rupícolas e terrestres foram excluídas, o sul da Bahia representa uma parcela significativa das espécies descritas para este estado. Como assinalado por Prance *et al.* (2000), a floresta tropical ainda permanece subcoletada.

As bromélias de Una e a distribuição ao longo da Floresta Atlântica - A composição de espécies de bromélias epífitas de Una é mais semelhante à do Espírito Santo, formando um grupo distinto das demais localidades analisadas devido à presença de várias espécies de *Aechmea* e de gêneros só ocorrentes nesta região da Floresta Atlântica (p. ex. *Lymania*). Além disso, a presença de

várias espécies de *Vriesea* na quase totalidade das outras localidades ao longo da Floresta Atlântica, indica que este bioma não é homogêneo em relação à composição de espécies de bromélias epífitas, assim como ocorre para outras famílias de plantas (Siqueira 1994; Scudeler 2002).

A preponderância da subfamília Bromelioideae em Una indica que as subfamílias também não se distribuem uniformemente no bioma Mata Atlântica. Esta falta de uniformidade é reforçada pela predominância de epífitas de Tillandsioideae (*Vriesea* e *Tillandsia*) em localidades mais ao sul da Floresta Atlântica e por esta subfamília apresentar ca. de duas a três vezes mais epífitas que Bromelioideae (<http://bromelia.org.br/index.htm>). Esta divisão das subfamílias ao longo do bioma envolve a história evolutiva da família, das suas subfamílias, de como o hábito epifítico foi alcançado por Tillandsioideae e Bromelioideae e como as espécies invadiram os diferentes biomas na região Neotropical, no caso a Floresta Atlântica.

A história evolutiva das Bromelioideae parece um assunto intrincado tendo sido pouco abordado por diversos autores (Smith 1934, Smith & Downs 1974, Pittendrigh 1948, Benzing & Renfrow 1971a, 1971b, Gilmartin 1983, Adams III 1986, Kessler 2002b) provavelmente devido a presença de caracteres morfológicos intermediários entre as duas outras subfamílias (p. ex. ovário semi-ífero), a presença de vários tipos de hábito ocorrendo em uma única espécie (p. ex. terrestre, saxícola ou epífita) e ao menor número de espécies epífitas em relação a Tillandsioideae. Assim, as informações sobre o epifitismo são fortemente baseadas em estudos com espécies de Tillandsioideae. Segundo Pittendrigh (1948) as Tillandsioideae de locais méxicos derivaram de ambientes xéricos (regiões desérticas). Estas espécies de ambientes méxicos e que formam tanques, evoluíram em locais úmidos das florestas. Para Benzing & Renfrow (1971a, 1971b) espécies epífitas derivaram de ambientes méxicos e Gilmartin (1983) sugeriu que o hábito epifítico tenha aparecido várias vezes dentro da família devido aos sucessivos períodos de resfriamento e aquecimento de áreas neotropicais no período Quaternário. Tais alternâncias de clima seriam responsáveis por pressões evolutivas alternadas entre espécies epífitas mesofíticas e xerofíticas.

Uma vez que as espécies de *Tillandsia* possuem seu centro de desenvolvimento ao longo da região Andina até o México (Smith & Downs 1974), havendo poucas espécies de bromélia na planície Amazônica e cerrado brasileiros, é possível que as espécies epífitas de Tillandsioideae tenham invadido a Floresta Atlântica pela região sul deste bioma, a qual possuía áreas de mata até

o Paraguai e Argentina (Giraud 2003; Cartes & Yanosky 2003). Esta região sul da Floresta Atlântica teria facilitado a entrada de epífitas devido a maior proximidade com as florestas da região Andina, daí a maior preponderância de Tillandsioideae observada na região sul deste bioma.

A maior preponderância de Bromelioideae na região estudada sugere que esta região seja um centro de diversidade para as espécies epífitas desta subfamília com a colonização posterior de outros biomas brasileiros e de países da América do Sul e Central. A possibilidade da ocorrência de vários hábitos em uma mesma espécie de Bromelioideae sugere que o epifitismo nesta subfamília não seja um caráter fixado dentro de suas espécies. Assim, espécies de Bromelioideae podem estar epífitas mas não são epífitas obrigatórias assim como ocorre para a maioria das espécies de Tillandsioideae que apresentam suas espécies raramente compartilhando o epifitismo com outro hábito. Os variados hábitos compartilhados por uma mesma espécie de Bromelioideae parecem ser ocasionados mais devido aos animais dispersores e menos por pressões evolutivas que selecionaram espécies para habitar exclusivamente os troncos e ramos das árvores. Por exemplo, a espécie *Bromelia antiacantha*, que é exclusivamente terrestre (Smith & Downs 1979), já foi registrada como epífita no sul do Brasil (Waechter 1998). Os sucessivos períodos de retração e expansão das áreas de floresta no período Quaternário (Prance 1987) devem ter tido forte influência não só na formação de espécies epífitas mesofíticas e xerofíticas como assinalado por Gilmartin (1983) mas como também na formação de espécies de Bromeliaceae nesta região sul da Bahia até o Espírito Santo.

Os levantamentos de herbário e bibliográficos indicando que a maioria das espécies de Una se restringem a uma pequena região geográfica (ca 75.000Km<sup>2</sup>) entre o sul da Bahia e o estado do Espírito Santo e indicam que generalizações sobre plantas epífitas serem endêmicas (Gentry 1986, Gentry & Dodson 1987) ou de ampla distribuição (Kessler 2000, 2001, 2002a,b) devem variar de acordo com a localidade a que está se referindo dentro de um mesmo bioma. Este é o caso de Una em relação às demais localidades da Floresta Atlântica. Pode-se afirmar que a maioria das bromélias epífitas de Una é endêmica, não ocorrentes em localidades ao sul deste bioma (RS1, RS2), onde a maioria das espécies possui ampla distribuição (p. ex. *Tillandsia stricta*, *T. gardneri*, *T. usneoides*). Seria necessário conhecer a biogeografia dentro das diversas famílias para verificar se o endemismo é um padrão dentro das diferentes famílias com representantes epífitos.

Una apresentou o maior número de espécies de bromélias epífitas juntamente com uma das localidades do estado do Rio de Janeiro, metade de suas espécies foi endêmica para a região entre Una e Espírito Santo e um dos representantes da família possui caracteres primitivos dentro do grupo (*Neoregelia longisepala*, subgênero *Protoregelia*). Este conjunto de características mais uma vez sugere que esta região tenha sido uma área de refúgio para bromélias assim como proposto para outros grupos vegetais (Prance 1987). Áreas de refúgio ocorrem nas florestas úmidas da região Neotropical e se caracterizam por possuir um alto número de espécies e de endemismo. Estas áreas são separadas por regiões onde o número de espécies é menor. Estes centros de diversidade teriam se formado devido à restrição da floresta em tempos passados a pequenas áreas, pois o clima era mais seco e sazonal (Whitmore 1987). Baseado neste modelo, que reconhece outra área de refúgio nas áreas de brejo no estado de Pernambuco, e na dissimilaridade florística das localidades a nordeste da Floresta Atlântica em relação a regiões mais ao sul, é possível que outros levantamentos na região Nordeste revelem áreas similares floristicamente à região de Una.

Uma vez que a modificação de habitats florestais leva a uma maior proporção de espécies de ampla distribuição e que a região sul da Bahia é provavelmente um centro de diversidade para a subfamília Bromelioideae, altos níveis de destruição e modificação de habitats como ocorrente na Floresta Atlântica (Myers *et al.* 2000; Brooks *et al.* 2002; Hirota 2003) podem levar não só à diminuição do número de espécies locais, como também à extinção da maior parte das espécies de toda uma subfamília de plantas.

#### Agradecimentos

Este trabalho foi parte da tese de T. Fontoura desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas/Programa de Pós-Graduação em Ecologia com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e financiado por: Projeto Remanescentes de Floresta da Região de Una - Sul da Bahia (projeto RestaUna); Univ. Estadual de Santa Cruz; Fundação Pau-Brasil; CAPES; CNPq, Projeto de Conservação e Utilização da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO); Programa Nacional de Biodiversidade (PRONABIO)/MMA. No campo, este trabalho somente foi possível com a assistência de Domingos, Damião, Ronaldo, “Seu” Zeca, Gustavo, Sandrine Isnard e Patrícia Chaffe. Aos curadores dos herbários IB, CEPEC, UESC, HB, e RB e aos estudantes da prof. T. Wendt pelo

---

auxílio no exame do material. Em especial a T. Breier que gentilmente cedeu seus dados brutos do Parque Estadual de Carlos Botelho para análise neste trabalho.

Tabela 1 - Espécies de bromélias epífitas da região de Una, NE do Brasil. FI - interiores de floresta; FE - bordas de floresta; CP - plantios de cacau. Endêmica - ocorrendo entre sul da Bahia e Espírito Santo; FA - Floresta Atlântica em todas as áreas, FAS - ocorrendo na Floresta Atlântica do sul da Bahia até regiões ao sul deste bioma, d - disjunta entre o sul da Bahia e a Amazônia.

SUB FAMÍLIA	ESPÉCIE	FI	FE	CP	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA
BROMELIOI DEAE	1. <i>Aechmea aquilega</i> (Salisbury) Grisebach	1	1	1	Ampla
	2. <i>A. blanchetiana</i> (Baker) L.B. Smith				Endêmica
	3. <i>A. conifera</i> L.B. Smith	1	1	1	Endêmica
	4. <i>A. depressa</i> L.B. Smith				Endêmica
	5. <i>A. leonard-kentiana</i> H. Luther & Leme	1	1	0	Endêmica
	6. <i>A. leucolepis</i> L.B. Smith				Endêmica
	7. <i>A. lingulata</i> var. 1 (Linnaeus) Baker	0	0	1	Ampla
	8. <i>A. mollis</i> L.B. Smith	1	1	0	Endêmica
	9. <i>A. perforata</i> L.B. Smith				FAS
	10. <i>Aechmea</i> sp. 2	1	1	1	
	<i>Aechmea</i> spp.	1	1	1	
	11. <i>A. turbinocalyx</i> Mez	1	1	0	Endêmica
	12. <i>Areococcus parviflorus</i> (Martius ex Schultes filius) Lidman	1	1	0	Endêmica
	13. <i>Billbergia chlorosticta</i> Saunders				Endêmica
	14. <i>B. morellii</i> Brongniart				Floresta Atlântica
<i>Billbergia</i> sp.	1	1	1		
15. <i>Hohenbergia blanchetii</i> (Baker) E.Morren ex Mez				Endêmica	

	16. <i>H. brachycephala</i> L.B. Smith	0	0	1	Endêmica
	17. <i>H. hatschbachii</i> Leme	1	1	1	Endêmica
	18. <i>Lymania azurea</i> Leme	1	1	0	Endêmica
	19. <i>L. globosa</i> Leme	1	1	0	Endêmica
	20. <i>L. smithii</i> R. W. Read	1	1	0	Endêmica
	21. <i>Neoregelia longisepala</i> E. Pereira & Penna	1	1	1	Endêmica
	22. <i>Neoregelia</i> sp. 1	1	1	1	
	23. <i>Nidularium amorimii</i> Leme	1	1	0	Endêmica
	24. <i>Nidularium</i> sp. 2				
TILLANDSIOI DEAE	25. <i>Guzmania lingulata</i> (Linnaeus) Mez	0	1	0	Disjunta
	26. <i>Racinaea spiculosa</i> (Grisebach)M.A. Spencer & L.B. Smith	1	0	1	FAS
	27. <i>Tillandsia bulbosa</i> Hooker	1	1	1	Ampla
	28. <i>T. kautskyi</i> E. Pereira	1	1	1	Endêmica
	29. <i>T. stricta</i> Solander	0	1	1	Ampla
	30. <i>T. tenuifolia</i> Linnaeus				Ampla
	31. <i>Vriesea flammea</i> L.B. Smith	1	0	0	FAS
	32. <i>V. drepanocarpa</i> (Baker) Mez	1	1	0	FAS
	33. <i>V. duvaliana</i> E. Morren	1	1	0	FAS
	34. <i>V. ensiformis</i> (Vellozo) Beer	1	1	0	FAS
	35. <i>V. platynema</i> Gaudichaud	1	1	1	Ampla
	36. <i>V. procera</i> (Martius ex Schultes filius) Wittmack	0	0	1	Ampla
	37. <i>Vriesea</i> sp. 1	0	0	1	
	38. <i>Vriesea</i> sp. 2	1	1	1	
	39. <i>Vriesea</i> sp. 3				

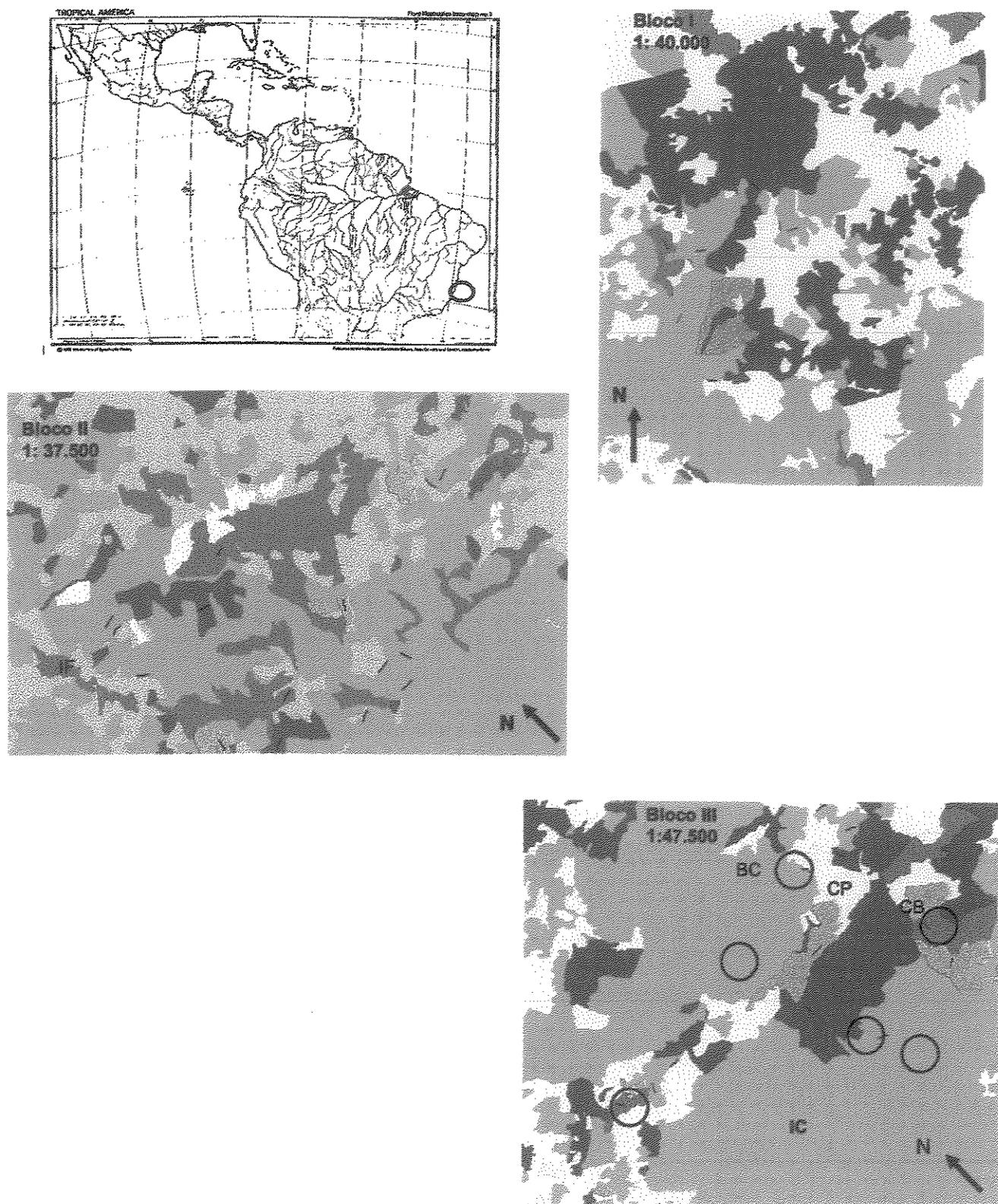


Figura 1 - Mapas digitalizados e georeferenciados dos três blocos de amostragem do Projeto RestaUna. Floresta madura (verde), áreas abertas (amarelo), capoeiras (marrom), cabruças (azul) e seringais (cinza). Cada bloco também traz a localização de cada transecto de amostragem nas categorias da paisagem, identificadas como: IC: interior de controle; IF: Interior de fragmento; BC: borda de controle; BF: borda de fragmento; CP: capoeira e CB: cabruca. Bloco III utilizado para indicar a localização das parcelas utilizadas no levantamento de bromélias epífitas: 2 parcelas nos interiores de floresta madura, 2 parcelas nas bordas da floresta madura (todas em verde) e 2 parcelas nos plantios de cacau (azul).

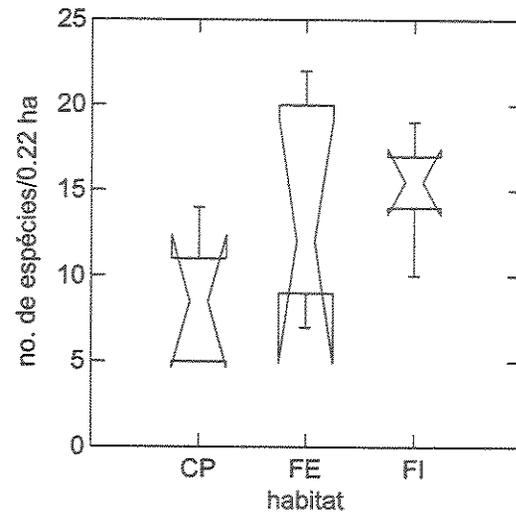


Figura 2 - Diagramas de caixa da densidade de espécies de bromélias epífitas de Una, NE do Brasil. FI - interior de floresta, FE - bordas de floresta, CP - plantios de cacau. Sobreposição dos intervalos de confiança (representados pelas constrictões) indicam ausência de diferença, intervalos de confiança não sobrepostos indicam diferença.

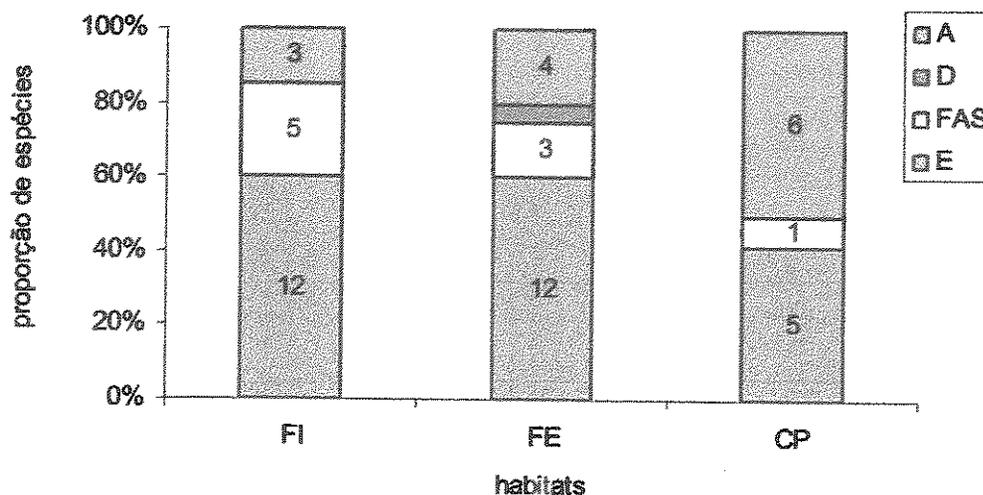
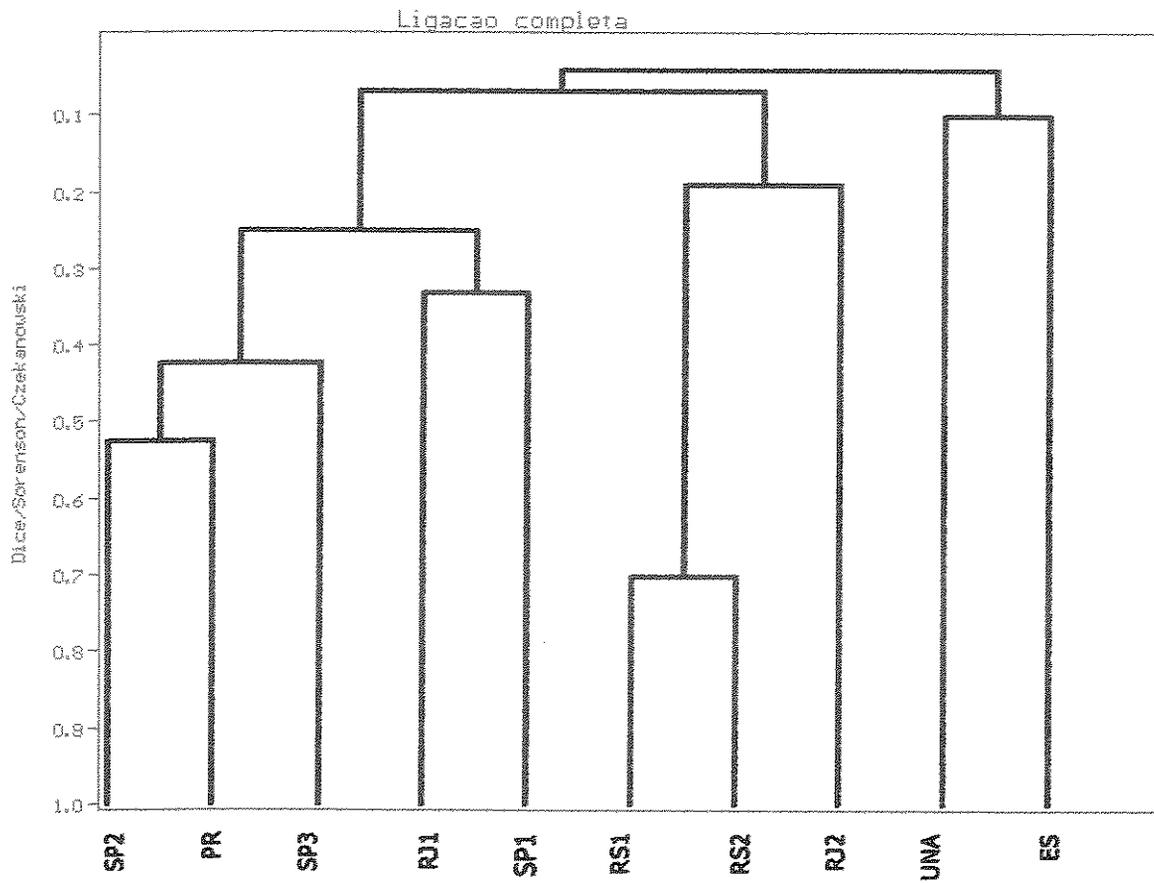


Figura 3 - Distribuição geográfica das espécies de bromélias epífitas de Una, NE do Brasil. Número de espécies indicado no interior das barras. A - ampla, ocorrendo em outros biomas brasileiros e países; D - disjunta, ocorrendo somente no sul da Bahia e na Amazônia; FAS - do sul da Bahia até regiões ao sul da Floresta Atlântica; E - endêmica da região entre o sul da Bahia e estado do Espírito Santo.



**Figura 4 - Análise de agrupamentos de localidades ao longo da Floresta Atlântica. Localidades na região sul do bioma: RS1, RS2 - Rio Grande do Sul, PR - Paraná; na região Sudeste: SP1, SP2, SP3 - São Paulo, RJ1, RJ2 - Rio de Janeiro, ES - Espírito Santo**

## Literatura Citada

- Adams III, W. W. & C. Martin.** 1986. Heterophylly and its relevance to evolution within the Tillandsioideae. *Selbyana* 9: 121-125.
- Barbosa, M. R. V. & W. Thomas.** 2002. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica no nordeste. Pages: 19-22. In: E. Lima, A. N. Moura, E. S. B. Sampaio, L. M. S. Gestinari & J. M. T. Carneiro, editores. Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil. Imprensa Universitária da UFPE, Recife.
- Benzing, D. H. & A. Renfrow.** 1971a. The significance of photosynthetic efficiency to habitat preference and phylogeny among tillandsioid bromeliads. *Bot. Gaz.* 132: 19-30.
- & ———, 1971b. Significance of the patterns of CO<sub>2</sub> exchange to the ecology and phylogeny of the Tillandsioideae (Bromelioideae). *Bull. Torrey Bot. Club* 98: 322-327.
- Breier, T. B.** 1999. Florística e ecologia de epífitos vasculares em uma floresta costeira do sul do Brasil. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Brooks, T. M., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, A. B. Rylands, W. R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin & C. Hilton-Taylor.** 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Cons. Biol.* 16: 909-923.
- CEPLAC & IICA.** 1976. Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira. Recursos Florestais. vol 7. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Instituto Interamericano da Ciências Agrícolas, Ilhéus.
- Dunn, R. R.** 2000. Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* 21: 137-143.
- Fischer, E. A.** 1994. Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade de Mata Atlântica, litoral sul de São Paulo. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fontoura, T.** 1997. Estrutura da comunidade epífita nas matas seca e periodicamente inundada da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá (Saquarema, Rio de Janeiro). Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- , **L. S. Sylvestre, A. M. S. F. Vaz & C. M. Vieira.** 1997. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. Pages: 89-102. In: H. C. de Lima
-

- & R.R. Guedes-Bruni, editores. Serra de Macaé de Cima: Diversidade Florística e Conservação em Mata Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Gentry, A. H.** 1986. Endemism in tropical versus temperate plant communities. Pages: 153-181. In: M. Soulé, editor. Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.
- . 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 1-34.
- & **C. H. Dodson.** 1987. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 74:205-233.
- Gilmartin, A. J.** 1983. Evolution of mesic and xeric habits in *Tillandsia* and *Vriesea* (Bromeliaceae). *Syst. Bot.* 8: 233- 242.
- Hietz, P.** 1999. Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Bioresources: Conservation and Utilization 70:1-11.
- Hirota, M. M.** 2003. Monitoring the Brazilian Atlantic Forest cover. Pages: 60-65. In: C. Galindo-Leal and I. G. Câmara, editores. The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. Island Press, Washington.
- Hobbs, R. J. & C. J. Yates.** 2003. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. *Austr. J. Bot.* 51: 471-488.  
<http://www.restauna.org.br/>. Consultada em Janeiro de 2003,  
<http://bromelia.org.br/index.htm>. Consultada em novembro de 2004.
- Kersten, R. A. & S. M. Silva.** 2001. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Brasil. *Revta. brasil. Bot.* 24(2): 213-226.
- Kessler, M.** 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Pl. Ecol.* 149: 181-193.
- . 2001. Pattern of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiv. Conserv.* 10: 1897-1921.
- . 2002a. Environmental patterns and ecological correlates of range size among Bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Bot. Rev.* 68: 100-127.
-

- . 2002b. Species richness and ecophysiological types among Bolivian bromeliad communities. *Biodiv. Conserv.* 11: 987-1010.
- Kreft, H., N. Köster, W. Küper, J. Nieder & W. Barthlott.** 2004. Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *J. Biogeogr.* 31: 1463-1476.
- Landau, E. C.** 2003. Padrões de ocupação espacial da paisagem na Mata Atlântica da Bahia, Brasil. In: P. I. Prado, E. C. Landau, R. T. Moura, L. P. S. Pinto, G. A. B. Fonseca, K. Alger, organizadores. Corredor da Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.
- Leme, E. M. C.** 1987. Novas Bromeliáceas do Brasil - V. *Bradea* 4:392-405.
- . 1997. *Canistrum*. Bromélias da Mata Atlântica. Salamandra, Rio de Janeiro.
- . 1999. New species of Brazilian Bromeliaceae: a tribute to Lyman B. Smith. *Harvard Papers in Botany* 4: 135-168.
- . 2000. *Nidularium* - Bromélias da Mata Atlântica. Sextantes Artes, Rio de Janeiro.
- McGill, R., J. W. Tukey & W. A. Larsen.** 1978. Variations in box-plots. *American Statist.* 32:12-16.
- Mori, S. A., B. M. Boom & G. T. Prance.** 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33: 233-245.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca & J. Kent.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 852-858.
- Ometo, J. C.** 1981. *Bioclimatologia Vegetal*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- Pardini, R.** 2001. Pequenos mamíferos e a fragmentação da Mata Atlântica de Una, sul da Bahia - processos e conservação. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pereira, E. & I. A. Penna.** 1983. Species novae in Brasilia bromeliacearum - I-III. *Bradea* 4:1-2.
- Pittendrigh, C. S.** 1948. The bromeliad-Anopheles-malaria complex in Trinidad. 1 - The bromeliad flora. *Evolution.* 2: 58-89.
- Prance, G. T.** 1987. Biogeography of Neotropical Plants. Pages 46-65. In: T. C. Whitmore & G. T. Prance, editores. *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford.
- , **H. Beentje, J. Dransfield & R. Johns.** 2000. The tropical flora remains undercollected. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 87: 67-71.

- Read, R. W.** 1984. The “evolution” of a new genus, *Lymania* gen. nov. *J. Bromel. Soc.* 34:199-201.
- Santos, C. G. M.** 2000. Distribuição espacial, fenologia e polinização de Bromeliaceae na Mata Atlântica do alto da Serra de Paranapiacaba. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Scariot, A., S. R. Freitas, E. Mariano Neto, M. T. Nascimento, L. C. Oliveira, T. Sanaiotti, A. C. Sevilha & D. M. Villela.** 2003. Vegetação e Flora. Pages 103-124. In: D. M. Rambaldi & D. A. S. Oliveira, editores. Fragmentação de Ecossistemas. Causas, Efeitos sobre a Diversidade e Recomendações de Políticas Públicas. Ministério do Meio Ambiente-Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília.
- Scudeller, V. V.** 2002. Análise fitogeográfica da Mata Atlântica - Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Shepherd, J.** 1995. Fitopac. Manual do Usuário. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silva, J. M. C. & M. Tabarelli.** 2000. Tree species impoverishment and the future of the Atlantic forest on northeastern Brazil. *Nature* 404: 72-74.
- Siqueira, M. P.** 1994. Análise florística e ordenação de espécies arbóreas da Mata Atlântica através de dados binários. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Smith, L. B.** 1934. Geographical evidence on the lines of evolution in the Bromeliaceae. *Bot. Jahrb.* 66: 446-468.
- Smith, L.B. & R. J. Downs.** 1974. Bromeliaceae (Pitcairnioideae). *Fl. Neotrop.* 14: 1-658.
- & ———. 1977. Bromeliaceae (Tillandsioideae). *Fl. Neotrop.* 14: 663-1492.
- & ———. 1979. Bromeliaceae (Bromelioideae). *Fl. Neotrop.* 14: 1493-2142.
- Sneath, P. H. A. & R. R. Sokal.** 1973. Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Souza, O. , J. H. Schoereder, V. Brown & R. O. Bierregaard Jr.** 2001. A theoretical overview of the processes determining species richness in forest fragments. Pages 13-20. In: R. O. Bierregaard, C. Gascon, T. E. Lovejoy & R. Mesquita, editores. Lessons from Amazonia. The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest. Yale University Press, New Haven.
- Thomas, W. M., A. M Carvalho, A. A. Amorim, J. Garrison & A. L. Arbeláez.** 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiv. Conserv.* 7: 311-322.

- Tongeren, O. F. R.** 1997. Cluster analysis. Pages 175-207. In: R. H. G. Jongman, C. J. F. ter Braak & O. F. R. van Tongeren, editores. *Data Analysis in Community and landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Varassin, I. G.** 2002. Estrutura Espacial e temporal de uma comunidade de Bromeliaceae e seus polinizadores em floresta Atlântica no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Veloso, H. P., A. L. R. Rangel Filho & J. C. A. Lima.** 1991. *Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Viana, V. M. & A. J. Tabanez.** 1996. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. Pages 151-167 In: J. Schelhas & R. Greenberg, editores. *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, London.
- , **A. J. Tabanez & J. Batista.** 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist forest. Pages 351-365. In: W. F. Laurence & R. O. Bierregaard Jr., editores. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago.
- Waechter, J. L.** 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Rev. Ciência e Natura* 20:43-66.
- Whitmore, T. C.** 1987. *Biogeography and Quaternary History in Tropical America*. Clarendon Press, Oxford.
- Williams-Linera, G., V. Sosa & T. Platas.** 1995. The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forests. *Selbyana* 16: 36-40.
- WWF & IUCN.** 1997. *Centres of plant diversity. A Guide and Strategy for their Conservation*. vol. 3. IUCN Publications Unit, Cambridge University Press.

## ÁRVORES, FORÓFITOS E ABUNDÂNCIA DE BROMÉLIAS EPIFÍTAS NA FLORESTA ATLÂNTICA DA REGIÃO DE UNA, NORDESTE DO BRASIL

Fontoura, T. - (Univ. Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, IB, CP 6109, CEP 13083-970, talita\_fontoura@uol.com.br); F. A. M. Santos (Universidade Estadual de Campinas, IB, Depto. de Botânica, SP, CP6109, CEP13083-970, Brasil, fsantos@unicamp.br).

Resumo - Epífitas podem sofrer modificações na abundância em áreas modificadas devido a alterações na comunidade arbórea. O sul da Bahia apresenta áreas de mata contínua e de plantios de cacau onde se eliminam árvores da submata e se preservam as do dossel. Este estudo objetivou verificar se existem diferenças: 1) na densidade de indivíduos, na distribuição de diâmetros e de alturas de árvores e forófitos de bromélias em interiores e bordas de floresta e em plantações de cacau; 2) na abundância de bromélias entre estes habitats; 3) na ocupação de forófitos entre estes habitats. Os dados foram coletados na Reserva Biológica de Una (15°10'S, 39°12'W) e em áreas vizinhas, em seis parcelas de interior de mata, seis de borda de mata e seis de plantios de cacau. Árvores com perímetro  $\geq 20$ cm à altura do peito foram amostradas e foi contado o número de grupos de bromélia nos forófitos. Nos plantios, a densidade de árvores e de forófitos foi menor e os indivíduos foram maiores do que nas matas. Bordas foram mais variáveis do que interiores em relação ao número de árvores, mas não houve diferença na densidade de árvores, de forófitos e no diâmetro das árvores entre estes dois habitats. Forófitos representaram 28% das árvores, e tiveram os maiores diâmetro e altura dentre todos os indivíduos amostrados. A densidade de bromélias por área não diferiu entre os habitats mas a densidade por forófito foi maior nos plantios e não diferiu nas áreas de mata. Não houve correlação entre o número de bromélias e o diâmetro dos forófitos. As semelhanças entre interiores e bordas sugerem que bordas são mantidas de diferentes maneiras, e que o mosaico ambiental ameniza a maior parte das diferenças entre estes dois habitats. A ausência de correlação e o maior tamanho dos forófitos em todas as áreas indicam que a ocupação de forófitos é independente do número de árvores e provavelmente dependente das características do forófito.

Palavras-chave: bromélias, epífitas, fragmentação de habitat, Mata Atlântica, plantação de cacau (cabucas).

## Introdução

A abundância de epífitas pode estar relacionada tanto a características ambientais quanto a características das árvores que as suportam (Merwin *et al.* 2003). Epífitas podem ter sua abundância relacionada a diferentes diâmetros dos seus forófitos (Werneck 2002) ou concentrarem-se nos maiores diâmetros dos forófitos (Zotz & Vollerath 2003), ou mesmo concentrarem-se em algumas classes de diâmetro de árvores presentes na paisagem (Zimmerman & Olmstead 1992). Assim, características como o tamanho da árvore parecem ser importantes para a ocorrência de uma alta abundância de epífitas.

Entretanto, a correlação entre abundância de epífitas e diâmetro das árvores também é relatada de maneira variada entre as localidades pesquisadas. Enquanto correlações entre abundância e diâmetro foram reportadas na Costa Rica (Ingram & Nadkarni 1993), a ausência de correlação ou de fracas correlações entre a abundância (cobertura, número de indivíduos, biomassa) e diâmetro foram reportadas na Flórida (Bennett 1986), Costa Rica (Moran *et al.* 2003) e Panamá (Zotz & Vollerath 2003). Correlações similares, porém considerando apenas determinadas espécies de epífitas, também foram relatadas no Equador (Dunn 2000). Estas variadas correlações entre diâmetro e abundância levaram Zotz & Vollerath (2003) a concluir que árvores estão sob vários tipos de perturbações locais ou mesmo o acaso, ocasionando estes diferentes resultados e tendo forte influência na composição de epífitas de uma espécie de árvore em particular.

A despeito das várias perturbações ambientais ocasionadas pelas altas taxas de deflorestamento em áreas tropicais (Laurance, W. F. 1999; Primack *et al.* 2001), que formam manchas florestais e bordas em áreas de floresta (Schelhas & Greenberg 1996) pouco se sabe sobre a abundância de epífitas em áreas que tenham sofrido tais perturbações.

A formação de bordas está associada a modificações abióticas (Camargo & Kapos 1995) e bióticas (Murcia 1995; Turton & Freiburger 1997). No âmbito das modificações bióticas, já foram detectadas diferenças em diversos aspectos das árvores de florestas temperadas (Essen & Renhorn 1998; Hansson 2000) e de florestas úmidas tropicais (Williams-Linera 1990; Camargo & Kapos 1995; Oliveira-Filho *et al.* 1997; Oosterhoorn & Kappelle 2000; Rankin-de Mérona & Hutchings 2001). Da borda para o interior, as modificações podem ser representadas por um decréscimo na densidade de folhagem (Camargo & Kapos 1995), um aumento na altura do dossel (Oliveira-Filho *et al.* 1997), na área basal, na densidade de árvores (Williams-Linera 1990;

Oliveira-Filho *et al.* 1997; Oosterhoorn & Kappelle 2000), e um menor número de árvores mortas em pé ou danificadas nas áreas de interior de fragmentos (Rankin-de Mérona & Hutchings 2001).

Entretanto, as várias diferenças entre bordas e interiores não podem ser generalizadas para qualquer parâmetro mensurado ou para todas as formas de vida. Em florestas estacionais semidecíduas de Campinas (São Paulo), fragmentos pequenos, que estão mais sujeitos ao efeito de borda devido à alta razão entre superfície e perímetro de borda (Laurance & Yesen 1991), não diferiram de fragmentos grandes em relação à densidade de árvores (Santos 2003). Nesta localidade, os fragmentos pequenos também não apresentaram maiores proporções de infestação de lianas (Santos 2003) como citado para áreas fragmentadas da Amazônia (Laurance *et al.* 1997 2001). Analogamente, a densidade de uma espécie de planta herbácea, *Heliconia acuminata*, não diferiu entre fragmentos grandes e pequenos na Amazônia (Bruna & Kress 2002), assim como para pteridófitas terrestres da floresta ombrófila densa de Una (Bahia), que não apresentaram diferenças na abundância (número de indivíduos) entre interiores e bordas (Paciência 2001).

Devido à dependência de epífitas em relação às árvores, pode-se supor que modificações na estrutura florestal em áreas que tenham sido fragmentadas ou que sofreram corte seletivo possam afetar a ocorrência e a abundância de epífitas. Este é o caso de epífitas de angiospermas e de pteridófitas na Índia que tiveram maior abundância nos interiores se comparadas a clareiras e florestas que tiveram corte seletivo (Padmawathe *et al.* 2004) e de bromélias que aumentaram sua percentagem relativa em floresta perturbada da Venezuela (Barthlott *et al.* 2001). Para a Floresta Atlântica brasileira, não foram encontrados trabalhos que investigassem diferenças ou modificações na abundância de epífitas em áreas fragmentadas ou modificadas em sua estrutura arbórea.

Este trabalho objetivou investigar possíveis diferenças na abundância das árvores, dos forófitos de bromélias e de bromélias em três diferentes habitats: interiores de floresta, bordas de floresta e plantações de cacau, para responder às seguintes questões: i- o número de árvores e de forófitos de bromélias difere entre habitats? ii- o tamanho (diâmetro e altura) das árvores e forófitos difere entre habitats? iii- existe diferença na abundância de bromélias entre estes habitats? iv- existe diferença na ocupação de forófitos entre os habitats?

## Material e Métodos

Local de Estudos - A Reserva Biológica de Una (RBU) se localiza a aproximadamente 40 km ao sul de Ilhéus, Bahia (15°10'S, 39°12'W; Capítulo 1, figura 1). Essa unidade de conservação está inserida num mosaico ambiental em que fragmentos florestais de diversos tamanhos (de 100 a mais de 800 ha) estão imersos numa matriz complexa onde podem ser encontrados pequenos fragmentos de floresta, pastagens de gado, seringais, piaçava e plantações de cacau. A vegetação dessa região é classificada como “mata higrófila sul-bahiana” (Thomas *et al.* 1998) ou floresta ombrófila densa de terras baixas (Veloso *et al.* 1991) e está incluída na região climática Af de Köppen (CEPLAC & IICA 1976; Ometto 1981). A pluviosidade anual é de 1800 mm sem estação seca (Mori *et al.* 1981; Thomas *et al.* 1998). As plantações de cacau, regionalmente chamadas de “cabruças”, são sistemas de plantio comuns na área de entorno da RBU. Nestas, toda a submata é cortada e as árvores de grande porte que permanecem, fornecem sombra aos pés de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Métodos - O presente trabalho foi parte do Projeto RestaUna (<http://restauna.org.br/>) e o levantamento dos dados se baseou em parte do desenho experimental utilizado em todo o projeto.

Antes do levantamento nas áreas amostrais, foi feito um levantamento das espécies ocorrentes na região a fim de se estabelecer uma coleção de referência. As espécies foram coletadas na RBU e em áreas vizinhas (num polígono com área de ca. 21.500 ha) onde as bromélias foram coletadas e fotografadas. As coletas foram feitas com vara de alta poda ou com técnicas de escalada, utilizando-se “single rope technique”. Todo o material foi depositado no herbário da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Para a comparação entre diferentes habitats, foram definidos três blocos de vegetação, distantes entre si por 10 a 15 km de distância, e que continham manchas dos três habitats. Em cada bloco, foram escolhidas duas manchas de cada habitat. Em cada mancha foi instalada uma parcela de 2.200 m<sup>2</sup> (110 x 20), totalizando 18 parcelas em toda a área amostrada, sendo seis parcelas de cada tipo de habitat.

Cada uma das parcelas de borda foi posicionada paralela à borda, a 10 m de distância da margem em direção ao interior da floresta. Todas as margens eram limítrofes a áreas de pastagem. As parcelas de interior foram posicionadas a pelo menos 100 m de distância da borda.

Nas “cabruças” as parcelas foram posicionadas aproximadamente no centro da plantação. Como os pés de cacau são manejados pelos agricultores (poda, retirada de epífitas), tais árvores foram excluídas das análises.

Em todas as parcelas, todas as árvores com perímetro  $\geq 20$ cm (6,4 cm de diâmetro) à altura do peito, foram amostradas, registrando-se o perímetro e a altura total. O perímetro mínimo considerado baseou-se em observações de campo que indicaram um reduzido número de árvores com diâmetros menores do que o adotado que tinham bromélias. Em todas as árvores com bromélias (forófitos) registrou-se o número de grupos de bromélias. Grupos formados por uma roseta solitária ou por várias rosetas, foram contados como “grupos” tendo esse número sido utilizado como uma medida da abundância de bromélias.

Análises de dados - A abundância de árvores, de forófitos e de bromélias foi testada para normalidade e homogeneidade das variâncias. Como todos os dados possuíam distribuição normal, diferenças na abundância de árvores e de forófitos entre os habitats foram testadas utilizando-se Análise de Variância (ANOVA, Zar 1999). O número de árvores e de forófitos foi apresentado em diagramas de caixa (“box-plots”) para verificar a dispersão dos dados em cada um dos habitats.

A altura e o diâmetro de árvores e de forófitos foi comparada entre os habitats através de diagramas de caixa usando-se as medianas e os seus intervalos de confiança (McGill *et al.* 1978). Diagramas de caixa expressam em seu limite inferior da linha vertical o menor valor encontrado, e no limite superior de sua linha, o maior valor encontrado. O limite inferior da caixa representa 25% dos dados, o limite superior representa 75% dos dados. Os intervalos de confiança (representados pelas constrições nas caixas) são calculados a partir da variação dos interquartis dos dados e do número de observações para cada grupo. Por fim, o desvio padrão da mediana é calculado pela aproximação assintótica da distribuição de Gause, a qual é razoavelmente bem aplicável a outras distribuições (McGill *et al.* 1978).

Diferenças na abundância de bromélias entre os habitats foram investigadas através da densidade de grupos por área e por forófitos utilizando-se ANOVA.

A proporção entre forófitos e árvores totais foi testada entre os habitats utilizando-se o teste de qui-quadrado.

A ocupação dos forófitos foi investigada através da correlação entre diâmetro das árvores e abundância de bromélias através do coeficiente de correlação de Spearman (Zar 1999).

Diferenças entre as médias foram identificadas utilizando-se o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa Systat© versão 8.0.

## Resultados

Um total de 3713 árvores foi amostrado em 3,96 ha (Tabela 1) com maior número de indivíduos em FI, seguido por FE e CP. A densidade média de árvores diferiu entre os habitats ( $F_{2,15} = 53,65$ ,  $p < 0,001$ ) e foi menor nas plantações (Tukey  $p < 0,001$ ). A densidade de árvores foi mais variável nas bordas do que nos interiores (Figura 1a).

Os 1050 forófitos amostrados possuíram maior número nos interiores, seguido pelas bordas e plantios de cacau. A densidade de forófitos também diferiu entre os habitats ( $F_{2,15} = 6,15$ ,  $p = 0,01$ ) sendo menor nas plantações ( $p = 0,01$ ). A densidade de forófitos variou menos nas bordas que nos interiores (Figura 1b).

O total de forófitos amostrados representou 28,3% do total de árvores amostradas, sendo 29,4% das árvores amostradas em FI, 25,0% das árvores em FE e 43,5% das árvores em CP. A proporção de forófitos diferiu entre os habitats havendo proporcionalmente mais forófitos nas plantações ( $\chi^2 = 24,63$ ,  $gl = 2$ ,  $p < 0,001$ ).

O tamanho das árvores e dos forófitos foi maior nas plantações (Tabela 1), exceto o diâmetro máximo das árvores nos interiores.

As árvores de maior diâmetro ocorreram nas plantações e as de menor diâmetro ocorreram nas áreas florestais, não havendo diferença entre bordas e interiores (Figura 2). A maioria (75%) dos indivíduos arbóreos nas áreas florestais teve diâmetro menor que 25% das árvores nas plantações. As árvores foram mais altas nas bordas do que nos interiores e atingiram os maiores valores nas plantações (Figura 3). A maioria dos indivíduos arbóreos nas plantações se distribuiu entre limites mais amplos de altura do que nas áreas florestais.

Os forófitos foram as árvores com maiores diâmetros e alturas em todos os habitats e os maiores valores ocorreram nas plantações (Figuras 2, 3). O limite de 25% dos dados de diâmetro dos forófitos foi sempre superior ao limite de 25% dos diâmetros de todas as árvores da paisagem. O mesmo ocorreu para a altura de forófitos e de árvores (Figuras 2, 3).

Um total de 1930 grupos de bromélias foi encontrado em todos os três habitats: FI (n = 939), FE (n = 700) and CP (n = 291). A densidade de bromélias por área não diferiu entre os habitats ( $F_{2,15} = 3,26$ ,  $p = 0,69$ ). Já a densidade de bromélias por forófito foi diferente entre os habitats ( $F_{2,15} = 5,59$ ,  $p = 0,01$ ), sendo que as áreas de plantio tiveram mais bromélias por forófito do que bordas ( $p = 0,03$ ) e interiores ( $p = 0,03$ ).

Não houve correlação entre o número de bromélias e o diâmetro das árvores em nenhum dos habitats ( $r_{sFI} = 0,15$ ,  $r_{sFE} = 0,26$ ,  $r_{sCP} = 0,15$ ;  $p > 0,05$  em todos os casos). Os grupos de bromélia se distribuíram de maneira semelhante entre os diâmetros somente nas áreas florestais (Figura 4 a, b). Nestas áreas, a maioria dos grupos de bromélia ocorreu em árvores de menores diâmetros (ca. 10 cm) com poucos (n = 1) ou muitos (n = 9) grupos de bromélia. Nas plantações, tanto poucos (n = 1) quanto muitos (n = 8) grupos ocorreram sobre os diâmetros intermediários (ca. 50 cm) das árvores (Figura 4c).

## Discussão

Estrutura da comunidade arbórea - Bordas foram mais variáveis do que interiores em relação à densidade de árvores, entretanto não houve diferença na densidade de árvores, de forófitos e nem no diâmetro das árvores entre esses dois habitats. Fatores como forma, tamanho e idade do fragmento podem estar interagindo nestes locais determinando maiores ou menores efeitos de borda (Turton & Freiburger 1997), sendo provavelmente o caso de Una. Bordas recém criadas também podem apresentar alta mortalidade de árvores (Laurance et al. 1997, Laurance 2001). No caso de Una, é possível que as seis bordas investigadas tenham se iniciado em tempos diferentes e sejam mantidas de modo diferente (por exemplo, com maior ou menor frequência de desbaste, maior ou menor pisoteio) pelos donos das terras. Estes dois fatores podem ser complementares resultando na mesma fisionomia pois todas as bordas são limítrofes a áreas de pasto. A diferença na idade de criação e os diferentes métodos de manutenção das bordas podem criar a maior variabilidade das bordas em relação aos interiores: as mais recentes ou que sejam constantemente manejadas (embora mais antigas) podem ser aquelas com número de árvores tão baixo quanto as áreas de plantio. As bordas que sofreram poucas alterações desde a sua formação podem ser aquelas com número de indivíduos arbóreos tão alto quanto os interiores e que provavelmente já possuem suas condições microclimáticas amenizadas devido ao fechamento destas bordas por vegetação secundária (Kapos *et al.* 1997).

Outro fator que pode tamponar parte das diferenças entre interiores e bordas é a alta conectividade relacionada ao mosaico de vegetações (matas contínuas com mais de 800 ha, seringais, capoeiras, pasto) em Una (Paciência 2001). Esse mosaico formado pelos diversos tipos de vegetação entremeado com áreas de pastagem deve amenizar mudanças microclimáticas bruscas e modificações em alguns processos biológicos como a mortalidade de árvores. Fato semelhante já foi reportado por Mesquita *et al.* (1999) que relatou que a taxa de mortalidade anual de árvores nas bordas de alguns fragmentos na Amazônia foram menores quando a matriz adjacente era composta por arvoretas do gênero *Vismia*. Estas plantas formam copas adensadas, possuem crescimento clonal formando “stands” e impedem que parte da radiação solar chegue diretamente ao solo.

A densidade de árvores nas plantações de cacau foi duas a três vezes maior do que aquelas obtidas por outros autores que trabalharam em plantações de cacau inventariando árvores  $\geq 5$  cm de diâmetro. Alves (1990) encontrou uma média de 62,83 ind/ha e um máximo de 132 inds/ha amostrando plantações em uma área geográfica maior, indo das plantações presentes nos arredores da Reserva Biológica de Una até plantações localizadas próximas à Camacã (ca. de 60 km SW de Una). Johns (1999) indicou 68 a 76 árvores/ha em duas fazendas no sul da Bahia (sem local preciso) e Sambuichi (2002) inventariou 53 ind/ha em uma amostra próxima a Ilhéus (ca. 50 km N de Una). O presente trabalho utilizou seis réplicas para este hábitat, todas localizadas na região de Una, e um diâmetro mínimo permitindo a inclusão de alguns cultivares que cresciam nas plantações. Devido às recomendações feitas na década de 70 pelo órgão oficial responsável pela produtividade de cacau (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC) para a eliminação de 50 - 70 % das árvores de sombreamento de cacau (Alvim 1966 *apud* Johns 1999) seria esperado um número similar de árvores entre as fazendas. As práticas de manejo de cada plantação ou a regeneração natural em algumas das fazendas abandonadas que foram analisadas estão provavelmente determinando tais diferenças.

As árvores das bordas e das plantações são mais altas que dos interiores. Isto pode ter uma forte influência em algumas das espécies epífitas (as heliófilas), as quais têm potencialmente um maior número de árvores mais altas a serem ocupadas.

Árvores, forófitos e bromélias - Em todos os hábitats, os forófitos apresentaram maiores diâmetros e alturas que o total de árvores amostradas nas parcelas. Resultados semelhantes foram

reportados por Migenis & Ackerman (1993) que estudaram orquídeas epífitas ocorrentes em Porto Rico e por Zotz & Vollrath (2003) que investigaram a palmeira *Socratea exorrhiza* e suas epífitas na costa Atlântica do Panamá. Migenis & Ackerman (1993) encontraram maior frequência de forófitos de orquídeas entre as árvores de maior diâmetro e Zotz & Vollrath (2003) verificaram que as árvores de *S. exorrhiza* que hospedavam epífitas tinham maior tamanho do que aquelas que não possuíam. A análise da distribuição dos diâmetros e das alturas de árvores e de forófitos sugerem que há algum processo de seleção para que uma árvore se torne forófito na região de Una. Se a condição de ser um forófito fosse aleatória, o diâmetro e a altura dos forófitos nas áreas de floresta seriam menores pois existe um grande número de indivíduos pequenos nas áreas de floresta. A diferença entre árvores e forófitos é ainda maior nas áreas de plantio de cacau, pois as árvores amostradas nessas áreas são maiores que nas duas áreas florestais e os diâmetros e alturas de um reduzido número de forófitos é superior a todas as outras áreas analisadas, ressaltando ainda mais uma preferência por grandes árvores. Assim, proporcionalmente existem poucos forófitos entre as muitas árvores pequenas e muitos forófitos entre as poucas árvores grandes. Esses resultados levam à conclusão de que a grande quantidade de pequenas árvores seja um fator menor para que uma árvore se torne forófito.

As condições que uma árvore irá oferecer para o estabelecimento e desenvolvimento da bromélia, o tamanho que a árvore irá atingir na maturidade, o tamanho da bromélia, e os mecanismos de dispersão da bromélia parecem fatores mais importantes do que a abundância de árvores para que uma árvore se torne um forófito. Uma maior possibilidade de se tornar um forófito pode ocorrer se analisarmos o maior tamanho destas árvores como um local que teve maior tempo de exposição à chuva de sementes, como um alvo mais fácil a ser atingido pelas sementes (Bennett 1987), como árvores de dormida e de pouso de animais (Greenberg 1996; Galindo-González *et al.* 2000) que dispersam epífitas, ou pelo fato de que árvores de tamanho reduzido não possam suportar parte das bromélias de Una que possuem um grande tamanho ao atingirem a maturidade (obs. pes.). Todos estes fatores podem estar agindo em maior ou menor grau nas árvores de Una, resultando no padrão encontrado. O grande tamanho das espécies pode ser exemplificado por diversas espécies de *Hohenbergia* spp., *Aechmea* spp. e da espécie *Neoregelia longispala* E. Pereira & Penna presentes na região, cujos indivíduos adultos podem atingir 2 m de comprimento ou mesmo 15 kg de peso (obs. pes.). O peso de parte das espécies de bromélia ocorrentes em Una parece ser um importante fator para a ocupação das maiores árvores

da paisagem. As árvores de menor tamanho não devem suportar por longo tempo as bromélias que atingem grande peso ou tamanho, sendo epífitas principalmente por espécies que tenham tamanho pequeno (*Tillandsia* spp) a médio (*Vriesea* spp.). O grande tamanho de parte das espécies pode também causar a queda de bromélias observada na paisagem.

Nas áreas de plantio, as espécies epífitas estão sujeitas a maiores intensidades luminosas (principalmente as ocupantes das copas das árvores) devido à maior altura das árvores e à ausência da maior parte das árvores que antes faziam parte da paisagem. Isso pode ter resultado em uma densidade de bromélias tão alta nas áreas de plantio quanto nas áreas de floresta como já registrado para as bromélias de áreas perturbadas no Equador (Dunn 2000) e para as epífitas em geral ocorrentes no México (Hietz-Seifert *et al.* 1996). Tal semelhança na densidade de bromélias entre as áreas avaliadas deve ocorrer devido à maior reprodução vegetativa e/ou à maior germinação de novos indivíduos.

A reprodução vegetativa ocorre em algumas espécies de bromélia que produzem mais flores e brotos depois de expostas a maiores intensidades luminosas (Pett-Ridge & Silver 2002). A formação de novos brotos ocorre com a formação de estolões (estrutura que irá originar uma nova roseta) que ficam aderidos sobre a superfície dos troncos e ramos, formando grandes adensamentos. Partes destes estolões podem se romper formando assim, diferentes grupos de bromélias.

É possível que a germinação de novos indivíduos de bromélia nas áreas de cabruca ocorra em locais onde as árvores são mais esparsas, mais altas, e onde ocorra maior concentração de bromélias por forófito. Nestes locais, é provável que haja maior proporção de grupos de bromélia dispersas pelo vento do que dispersas por animais devido a maior facilidade de movimentação das sementes entre as árvores. Segundo Harper (1977) mecanismos de dispersão de sementes que não envolvem animais são uma função da altura e distância da fonte de sementes, da concentração dos indivíduos na fonte das sementes, do poder de dispersão das sementes (por exemplo presença de plumas) e da atividade de agentes de distribuição (p. ex. presença de vento e direção). Todas estas características estão presentes nas áreas de plantio de Una. Entretanto, estas condições devem ser melhor investigadas uma vez que trabalhos com a comunidade arbórea de áreas fragmentadas têm demonstrado tanto maiores proporções de espécies anemocóricas (Laurance, 1997; Tabarelli *et al.* 1999) em áreas mais perturbadas, quanto ausência de correlação entre áreas mais perturbadas e número de indivíduos anemocóricos (Santos 2003).

Em todos os habitats a ocupação de forófitos ocorreu de tal maneira que só algumas das grandes árvores apresentaram um grande número de epífitas e árvores com diâmetro pequeno também abrigam vários grupos de bromélias, não havendo correlação entre o número de bromélias e o diâmetro das árvores. Este não é um padrão registrado para outras localidades investigadas em relação às epífitas e seus forófitos. Alguns trabalhos reportaram correlações entre abundância e diâmetro na Costa Rica (Ingram & Nadkarni 1993), ausência de correlação ou fracas correlações entre a abundância (cobertura, número de indivíduos, biomassa) de epífitas e o diâmetro das árvores (Bennett 1986; Moran *et al.* 2003; Zotz & Vollrath 2003) ou ainda correlação para apenas algumas espécies de epífitas (Dunn 2000). A princípio, a correlação entre diâmetro e número de epífitas pode ocorrer pois as grandes árvores tiveram tempo suficiente para receber sementes, acumulando estas plantas sobre seus troncos e ramos. Além da chegada de sementes sobre os troncos, o crescimento vegetativo dos grupos de bromélias formando várias rosetas e posterior destacamento de partes deste grande grupo (Rauh 1990) também pode ser responsável pela formação de mais grupos sobre as árvores (obs. pes.).

A ausência de correlação entre estas variáveis nas árvores de Una sugere que características do forófito (tipo de casca, microclima da copa, inclinação dos ramos) sejam responsáveis pela baixa abundância nas grandes árvores ou por impedir o estabelecimento de novos indivíduos. Callaway *et al.* (2000) demonstraram que espécies de árvores que possuíam a casca com maior capacidade de retenção de umidade tinham correlação positiva com a abundância de *Tillandsia*. Merwin *et al.* (2003) demonstraram que o envelhecimento e consequente modificação na copa de duas espécies de forófitos de bromélias eram responsáveis pela modificação na biomassa das bromélias estudadas. Este pode ser o caso de Una onde a maioria das árvores é composta por espécies de Myrtaceae que possuem também altos números de indivíduos e de área basal (Mori *et al.* 1983, Mariano-Neto 2004). Sabe-se que vários membros desta família possuem casca esfoliante, o que poderia impedir o estabelecimento de um grande número de bromélias.

Seja qual for a razão responsável pela correlação entre tamanho da árvore e abundância de bromélias, os dados aqui apresentados indicam que modificações extremas na estrutura arbórea modificam também a abundância de bromélias epífitas.

## Agradecimentos

Este trabalho foi parte da tese de T. Fontoura desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas/Programa de Pós-Graduação em Ecologia, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e financiado por: Projeto Remanescentes de Floresta da Região de Una - Sul da Bahia (projeto RestaUna); Univ. Estadual de Santa Cruz; Fundação Pau-Brasil; CNPq, Projeto de Conservação e Utilização da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO); Programa Nacional de Biodiversidade (PRONABIO)/MMA. No campo, este trabalho somente foi possível com a assistência de Domingos, Damião, Ronaldo, “Seu” Zeca, Gustavo, Sandrine Isnard and Patrícia Chaffe.

---

Tabela 1 - Características estruturais de árvores e forófitos de bromélias da região de Una, NE do Brasil. DAP - diâmetro à altura do peito.

		ÁRVORES			FORÓFITOS		
		Interiores	Bordas	Plantios	Interiores	Bordas	Plantios
No. de	Total	1848	1649	216	543	413	94
Indivíduos							
DAP (cm)	mínimo	6,4	6,4	6,7	6,4	6,4	13,7
	máximo	240,8	104,5	234,1	162,4	104,5	234,1
	média	15,0	15,5	35,6	18,4	20,4	45,9
ALTURA	mínimo	2,0	3,0	3,0	3,5	4,5	6,5
(m)	máximo	35,0	35,0	37,0	30,0	35,0	37,0
	média	12,0	12,4	15,3	13,4	13,7	18,4

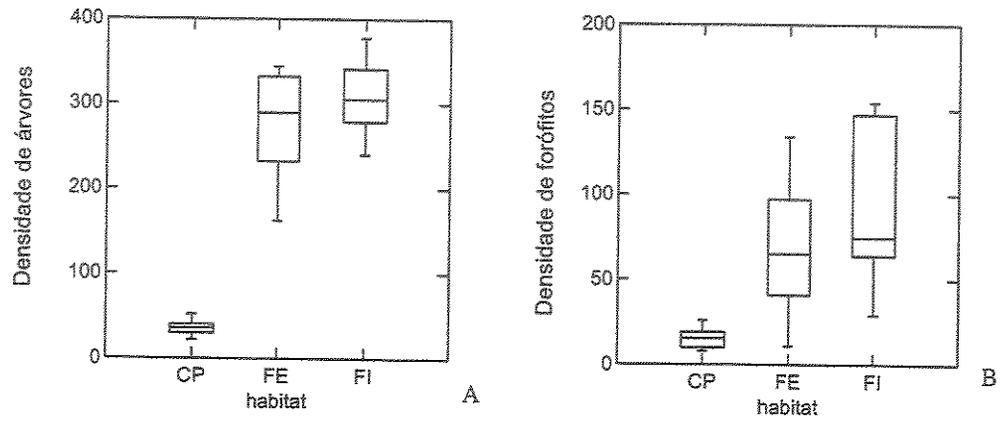


Figura 1 - Diagramas de caixa da densidade de árvores (A) e de forófitos (B) na região de Una, NE do Brasil. FI - interior de floresta (n = 6); FE - borda de floresta (n = 6); CP - plantação de cacau (n = 6).

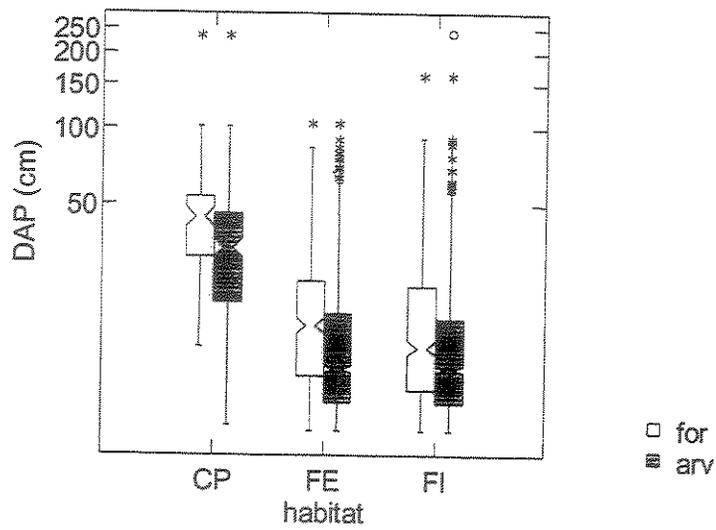


Figura 2 - Diagramas de caixa com intervalos de confiança do DAP do total de árvores (arv) e de forófitos (for) na região de Una, NE do Brasil. Diâmetro representado em escala  $\log_{10}$ . FI - interior de floresta; FE - borda de floresta; CP - plantação de cacau.

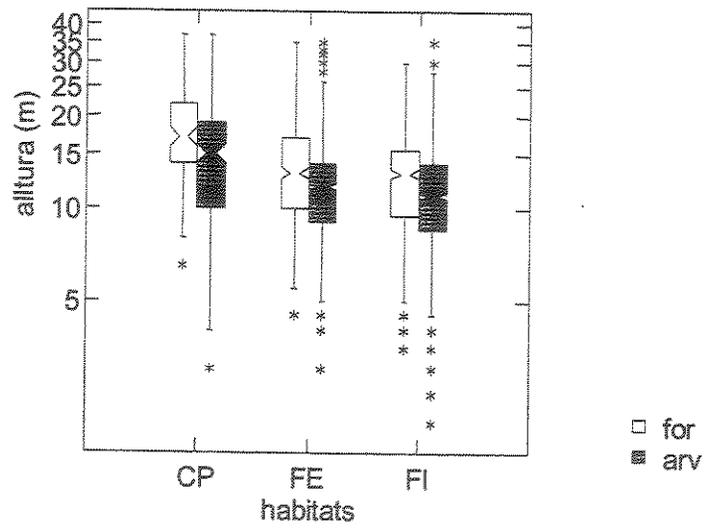


Figura 3 - Diagramas de caixa com intervalos de confiança das alturas das árvores totais (arv) e de forófitos (for) na região de Una, NE do Brasil. Altura representada em escala  $\log_{10}$ . FI - interior de floresta; FE - borda de floresta; CP - plantação de cacau.

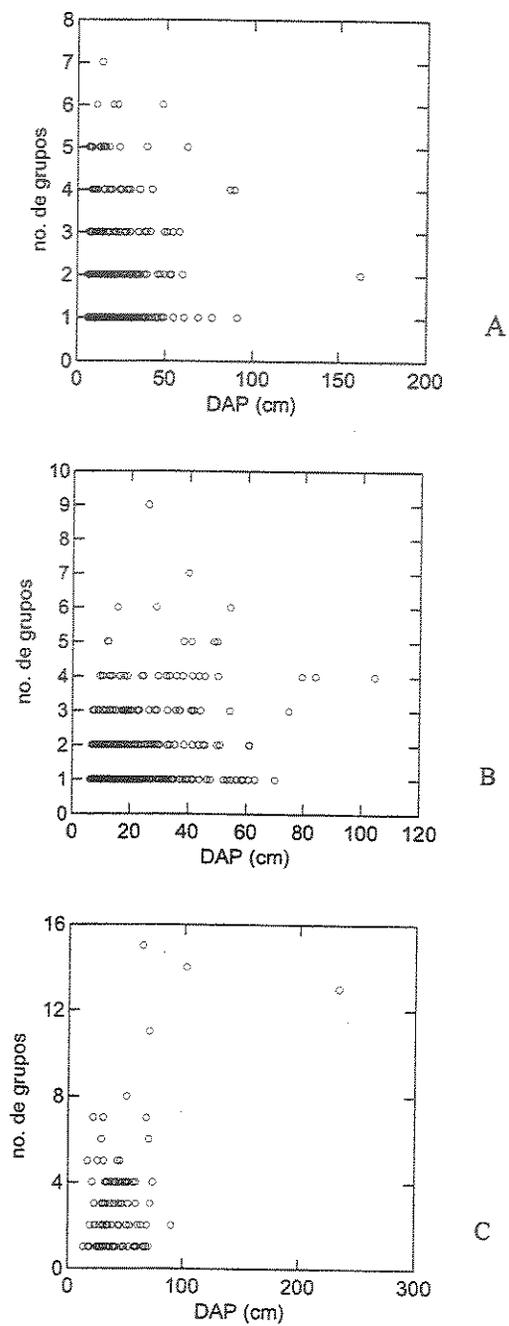


Figura 4 - Número de grupos de bromélias em relação às classes de diâmetro dos forófitos na região de Una, NE do Brasil. A - Interiores; B - bordas; C - plantações de cacau.

## Referências

- Alves, M. C. 1990. The role of cacao plantations in the conservation of the Atlantic forest of southeastern Bahia, Brazil. PhD Thesis, University of Florida, Florida.
- Bennet, B. C. 1986. Patchiness, diversity and abundance relationships of vascular epiphytes. *Selbyana* 9:70-75.
- \_\_\_\_\_. 1987. Spatial distribution of *Catopsis* and *Guzmania* (Bromeliaceae) in southern Florida. *Bull. Torrey Bot. Club* 114: 265-271.
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J. and Engwald, S. 2001. Diversity and absence of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Bruna, E. M. and Kress, W. J. 2002. Hábitat fragmentation and demographic structure of an Amazonian understorey herb (*Heliconia acuminata*). *Cons. Biol.* 16: 1256-1266.
- Camargo, J. L. C. and Kapos, V. 1995. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11:205-221.
- Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., Pennings, S. C. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.
- CEPLAC, IICA. 1976. Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira. Recursos Florestais. vol 7. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira e Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Ilhéus.
- Crawley, M. J. 1986. The structure of plant communities. In Crawley, M. J. (Ed.). *Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1-50pp.
- Dunn, R. R. 2000. Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* 21: 137-143.
- Egler, F. E. 1954. Vegetatio science concepts: I. Initial floristic composition - a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio* 4: 412-417.
- Essen, P. A. and Renhorn, K. E. 1998. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. *Conserv. Biol.* 12: 1307-1317
- Galindo-González, J., Guevara, S. and Sosa, V. J. 2000. Bat- and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conserv. Biol.* 14: 1693-1703.

- Greenberg, R. 1996. Managed forest patches and the diversity of birds in southern Mexico. In: Schelhas, J., Greenberg, R. (eds.), *Forest patches*. Island Press, Washington D.C., pp. 59-90.
- Hansson, L. 2000. Interactions by vascular plants and birds between isolated ancient oak-hazel woods and a matrix of conifer plantations. *Biol. Conserv.* 95: 191-196.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Hietz-Seifert, U., Hietz, P. and Guevara, S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biol. Conserv.* 75: 103-111.  
<http://www.restauna.org.br/>. Consulted in January 2003.
- Ingram, S. and Nadkarni, N. M. 1993. Composition and distribution of epiphytic organic matter in a Neotropical cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 25: 370-383.
- Johns, N. D. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environ. Manag.* 23: 31-47.
- Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 5: 173-185.
- \_\_\_\_\_, Wandelli, E., Camargo, J. L. and Ganade, G. 1997. Edge related changes in environmental and plant responses due to fragmentation in Central Amazonia. In: Laurance, W. F. and Bierregaard Jr., R. O. (eds.), *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp 33-44.
- Laurence, W. F. and Yensen, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biol. Conserv.* 55: 77-92.
- \_\_\_\_\_. 1997. Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in Tropical Australia. In: Laurance, W. F. and Bierregaard Jr., R. O. (eds.), *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp 71-84.
- \_\_\_\_\_. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biol. Conserv.* 91: 109-117.
- \_\_\_\_\_. 2001. Fragmentation and plant communities: Synthesis and implications for landscape management In: Bierregaard Jr., R. O., Gascon, C., Lovejoy, T. E., Mesquita, R. (eds.), *Lessons from Amazonia. The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, pp. 158-167.

- Laurance, W. F., Laurance, S. G., Ferreira, L. V., Rankin-de Mérona, J. M., Gascon, C. and Lovejoy, T. E. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278: 117-118.
- \_\_\_\_\_, Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P. M., D'Angelo, S., Jerozolinski, A., Pohl, L. and Lovejoy, T. E. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82: 105-116.
- Mariano-Neto, E. 2004. Efeitos da fragmentação de hábitat sobre comunidades arbustivo-arbóreas em Mata Atlântica, Una, Bahia. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- McGill, R., Tukey, J. W. and Larsen, W. A. 1978. Variations in box-plots. *American Statist.* 32:12-16.
- Merwin, M. C., Rentmeester, S. A. and Nadkarni, N. M. 2003. The influence of host tree species on the distribution of epiphytic bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 35: 37-47.
- Mesquita, R. C. G., Delamônica, P., Laurance, W. F. 1999. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biol. Conserv.* 91: 129-134.
- Migenis, L. E. and Ackerman, J. D. 1993. Orchid-phyte relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 231-240.
- Moran, R. C., Klimas, S. and Carlsen, M. 2003. Low-trunk ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35: 48-56.
- Mori, S. A., Boom, B. M. and Prance, G. T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33: 233-245.
- \_\_\_\_\_, Boom, B. M., Carvalho, A. M., Santos, T. S. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in an eastern Brazilian wet forest. *Biotropica* 15: 68-70
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implication for conservation. *Trends Ecol. Evol.* 10: 58-62.
- Oliveira-Filho, A. T., Mello, J. M. and Scolforo, J. R. 1997. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over five-year period (1987-1992). *Plant Ecology.* 131: 45-66
- Ometo, J. C. 1981. *Bioclimatologia Vegetal*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
-

- Oosterhoorn, M. and Kappelle, M. 2000. Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *For. Ecol. and Manag.* 126: 291-307.
- Paciência, M. B. 2001. Efeitos da fragmentação florestal sobre a comunidade de pteridófitas da Mata Atlântica sul baiana. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- Padmawathe, R., Qureshi, Q. and Rawat, G. S. 2004. Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of Eastern Himalaya, India. *Biol. Conserv.* 119: 81-92.
- Pett-Ridge, J. and Silver, W. L. 2002. Survival, growth, and ecosystem dynamics of displaced bromeliads in a montane tropical forest. *Biotropica* 34: 211-224.
- Primack, R., Rozzi, R., Massardo, F. and Feisinger, P. 2001. Destrucción y degradación del hábitat. In: Primack, R., Rozzi, R., Feisinger, P., Dirzo, R., Massardo, F. (eds.), *Fundamentos de conservación biológica*. Fondo de Cultura Económica, México, pp. 183-224.
- Rankin-de Mérona, J. and Hutchings, R. W. 2001. Deforestation effects at the edge of an Amazonian forest fragment: tree mortality, damage, and recruitment. In: Bierregard Jr., R. O., Gascon, C., Lovejoy, T. E., Mesquita, R. (Eds.), *Lessons from Amazonia. The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press, New Haven, pp. 107-120.
- Sambuichi, R. H. R. 2002. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cabruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região sul da Bahia, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 16: 89-101.
- Santos, K. 2003. Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da Área de Proteção Ambiental de Campinas - SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas.
- Schelhas, J. and Greenberg, R. 1996. *Forest Patches in Tropical Landscapes*. Island Press, Washington.
- Tabarelli, M., Mantovani, W. and Peres, C. A. 1999. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. *Biol. Conserv.* 91: 119-127.
- Thomas, W. M., Carvalho, A. M., Amorim, A. A., Garrison, J. and Arbeláez, A. L. 1998. Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *J. Trop. Ecol.* 7: 311-322.
-

- Turton, S. M. and Freiburger, H. J. 1997. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: Laurance, W. F., Bierregard, R. O. (Eds.), Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities. Chicago Press, Chicago, pp. 45-54.
- Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R. and Lima, J. C. A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- Werneck, M. S. and Espírito-Santo, M. M. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica* 34: 51-57.
- Williams-Linera, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *J. Ecol.* 78:356-373.
- Zimmerman, J. K. and Olmstead, I. C. 1992. Host tree utilization by vascular epiphytes in a seasonally inundated forest (Tintal) in Mexico. *Biotropica* 24: 402-407. Correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *J. Ecol.* 19: 81-90.
- Zotz, G. and Vollrath, B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* - correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *J. Ecol.* 19: 81-90.
-

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE BROMÉLIAS EPÍFITAS NA REGIÃO DE UNA,  
FLORESTA ATLÂNTICA DO NORDESTE DO BRASIL

Fontoura, T. & Santos, F. A. M.

Resumo - Epífitas representam ca. de 10% de toda a flora vascular. Nos neotrópicos, a presença de bromélias epifitando troncos e ramos de árvores é uma das características fisionômicas marcantes dessas florestas. A região sul da Bahia apresenta uma paisagem marcada por poucos remanescentes grandes de floresta e alta percentagem de florestas convertidas em plantios de cacau, onde parte da diversidade de epífitas pode ser perdida. Este trabalho investigou: i-) se existem diferenças na diversidade de bromélias entre interiores de floresta, bordas de floresta e plantações de cacau; ii-) qual a similaridade florística entre os habitats; iii-) se existe diferença na ocupação vertical de bromélias entre áreas de interiores, bordas e plantios. Os dados foram coletados na Reserva Biológica de Una (15°10'S, 39°12'W) e áreas vizinhas, em seis parcelas de interior de mata, seis de borda de mata e seis de plantios de cacau. Árvores com perímetro  $\geq$  20cm à altura do peito foram amostradas, foi contado o número de grupos de bromélias de cada espécie sobre os forófitos. O número de espécies amostradas nos interiores de florestas foi maior que nos plantios, mas bordas não se diferiram nem de interiores nem de plantios e apresentaram grande variação na abundância e número de espécies. A estimativa do número de espécies foi a mesma para interiores e bordas (25 espécies) e menor para os plantios (19). Não houve diferença na diversidade de espécies entre os habitats. A composição florística de interiores e bordas foi similar, diferindo das plantações. As espécies de submata foram as que apresentaram as maiores diferenças nas abundâncias em áreas de borda e de plantio. A presença de diferentes espécies nas áreas de cultivo de cacau contribuiu para o aumento da diversidade de espécies, sendo a composição de espécies distinta das áreas de floresta. Bromélias diferiram em sua ocupação vertical nos habitats, principalmente devido a espécies de submata que inexitem nas áreas de plantio. As extensas áreas de mata ocorrentes no terreno podem ter contribuído para as semelhanças observadas entre interiores e bordas.

Palavras-chave: bromélias, epífitas, Floresta Atlântica, fragmentação de habitat, diversidade.

## Introdução

Plantas epífitas estão presentes em regiões temperadas, nos paleotrópicos e nos neotrópicos (Gentry & Dodson 1987; Benzing 1990), representando ca. de 10% de toda a flora vascular (Gentry & Dodson 1987). Os levantamentos desenvolvidos no Equador, Panamá (Gentry & Dodson 1987), várias localidades da Bolívia (Kessler 2000, 2001, 2002a,b) e Costa Rica (Moran *et al.* 2003) indicam que, de maneira geral, epífitas decrescem em número de indivíduos e de espécies em habitats mais secos e possuem maior número de espécies em altitudes intermediárias. Uma das características fisionômicas das florestas das áreas neotropicais é a presença de bromélias sobre ramos e troncos de árvores (Benzing 1990). O número de espécies de bromélias epífitas pode não ser o maior entre as famílias epífitas, mas bromélias são muito evidentes na paisagem devido à abundância de algumas espécies. Este é o caso de espécies de *Tillandsia*, *Vriesea* e *Guzmania* que possuem vários representantes epifíticos e que freqüentemente são abundantes nas copas de árvores de várias localidades na região Neotropical (Reitz 1983; Dunn 2000; Gonçalves & Waechter 2002).

Embora vários levantamentos de espécies epífitas ou de bromélias epífitas tenham sido feitos ao longo da Floresta Atlântica amostrando a abundância e o número de espécies (Fischer 1994; Fischer & Araújo 1995; Fontoura 1997; Fontoura *et al.* 1997; Waechter 1998; Breier 1999; Santos 2000; Kersten & Silva 2001; Varassin 2002), não há trabalhos que estimem o número total de espécies de bromélias epífitas presentes em localidades da Floresta Atlântica.

A estimativa do número de espécies de organismos em um determinado ambiente é a informação mais básica sobre comunidades (Magurran 1988; Martins & Santos 1999), sendo também o ponto inicial para sugerir medidas conservacionistas apropriadas (May 1994; Harper & Hawksworth 1994; Burgman 2002). Colwell & Coddington (1994) apresentaram uma revisão dos vários estimadores não paramétricos que estimam o número total de espécies de uma comunidade a partir de amostras. Este cálculo pode ser feito aleatorizando-se as amostras sem reposição (Manly 1997) ou com reposição das amostras (Manly 1997). Esta aleatorização resulta em uma curva com o número médio de espécies esperado por amostra ou por indivíduos e seus desvios padrão (Gotelli & Colwell 2001). Assim, estes estimadores podem ser úteis para calcular o número de bromélias epífitas em áreas contínuas, modificadas ou fragmentadas, como é o caso da Floresta Atlântica que atualmente possui de 8 a 10% de sua área que originalmente era de

aproximadamente 1 milhão de quilômetros quadrados (Saatchi *et al.* 2001; Galindo-Leal & Câmara 2003).

Tanto a utilização de estimadores de espécies quanto a comparação de áreas perturbadas e não perturbadas focalizando epífitas é relativamente recente (Hietz-Seifert *et al.* 1996; Neitlich & McCune 1997; Essen & Renhorn 1998; Barthlott *et al.* 2001; Flores-Palacios & Garcia-Franco 2001; Acebey *et al.* 2003; Merwin *et al.* 2003) mas o resultado geral que emerge destes trabalhos é que há redução no número de espécies epífitas em áreas modificadas ou fragmentadas (Hietz 1999; Dunn 2000; Barthlott *et al.* 2001; Krömer & Gradstein 2003; Padmawathe *et al.* 2004). Esta redução ocorre de diferentes maneiras entre os grupos de epífitas havendo famílias que não se alteram em áreas modificadas e outras que experimentam redução na riqueza de espécies nestas áreas (Padmawathe *et al.* 2004). Outro resultado decorrente da modificação de habitats é a modificação da composição de espécies epífitas. Em sistemas de plantio onde há árvores para o sombreamento de pés de café no México, pode haver a manutenção do número de espécies epífitas mas a composição sempre se modifica (Hietz 1999). Até onde se sabe, não há trabalhos focalizando efeitos, modificações ou diferenças de ocorrência de espécies de epífitas em áreas fragmentadas da Floresta Atlântica ou sujeitas a plantio, utilizando-se réplicas de diferentes habitats.

Além das espécies se distribuírem horizontalmente no terreno, espécies epífitas se distribuem verticalmente nos troncos das árvores, variando de locais extremamente expostos (copa das árvores) até locais mais sombreados (base dos troncos). Como diferentes espécies possuem diferentes adaptações estruturais (por exemplo, presença de indumento nas folhas), morfológicas (formação de tanques em Bromeliaceae) e fisiológicas (metabolismo ácido crassuláceo), zonações de espécies podem ocorrer desde a copa das árvores (Ingram & Nadkarni 1993; Pentecost 1998) até as regiões mais baixas dos troncos das árvores (ter Steege & Cornelissen 1989; Cornelissen & ter Steege 1989; McCune *et al.* 1997; Fontoura 2001; Zotz & Vollrath 2003). Estas zonas distintas de ocupação vertical são freqüentes nas árvores de maior porte (Johansson 1974) que possibilitam uma variedade de microhabitats. Este fato levou Hietz & Hietz-Seifert (1995) e Barthlott *et al.* (2001) a sugerirem que, na presença de perturbações como o corte seletivo, as espécies características da base do tronco seriam as primeiras a serem afetadas.

Visto que algumas áreas da Floresta Atlântica do sul da Bahia apresentam 47,4% da área convertida em pastagem e agricultura (Landau 2003), que o litoral sul desta região possui áreas com alta riqueza e diversidade de espécies vegetais (Thomas et al. 1998; Jardim & Landau 2003) e que 60% desta área possui remanescentes florestais em diferentes fases de sucessão, inclusive áreas associadas a plantações de cacau (Landau 2003), o presente trabalho visa investigar o número de espécies, a abundância e a diversidade de bromélias epífitas tentando responder às seguintes questões: i- existem diferenças na diversidade de bromélias entre interiores de floresta, borda de floresta e plantações de cacau? ii- qual a similaridade florística entre os habitats? iii- existe diferença na ocupação vertical de bromélias entre áreas perturbadas e não perturbadas?

#### Material e Métodos

Local de Estudos - A Reserva Biológica de Una (RBU) se localiza a aproximadamente 40 km ao sul de Ilhéus, Bahia (15°10'S, 39°12'W; figura 1, capítulo 1). Essa unidade de conservação está inserida num mosaico ambiental onde fragmentos florestais de diversos tamanhos (de 100 a mais de 800 ha) estão imersos numa matriz complexa onde podem ser encontradas pastagens de gado, fragmentos de floresta, seringais, piaçava e plantações de cacau. A vegetação dessa região é classificada como “mata higrófila sul-bahiana” (Thomas *et al.* 1998) ou floresta ombrófila densa de terras baixas (Velooso *et al.* 1991) e está incluída na região climática Af de Köppen (CEPLAC & IICA 1976; Ometto 1981). A pluviosidade anual é de 1800 mm sem estação seca (Mori *et al.* 1981; Thomas *et al.* 1998). As plantações de cacau, regionalmente chamadas de “cabruças”, são sistemas de plantio comuns na área de entorno da RBU. Neste sistema, toda a submata é cortada e as árvores de grande porte que permanecem, fornecem sombra aos pés de cacau (*Theobroma cacao* L.).

Amostragem - O presente trabalho faz parte do Projeto RestaUna (<http://restauna.org.br/>) e o levantamento dos dados se baseou, em parte, no desenho amostral utilizado em todo o projeto.

Para a comparação entre os diferentes habitats, foram definidos três blocos de vegetação, distantes entre si por 10 a 15 km de distância, e que continham manchas dos três habitats. Em cada bloco, foram escolhidas duas manchas de cada habitat. Em cada mancha foi instalada uma parcela de 2.200 m<sup>2</sup> (110 x 20), totalizando 18 parcelas em toda a área amostrada, sendo seis parcelas de cada tipo de habitat (figura 1, capítulo 1).

Em todas as parcelas, as bromélias adultas sobre árvores com perímetro  $\geq 20$ cm (6,4 cm de diâmetro) à altura do peito foram registradas.

As espécies foram coletadas com vara de alta poda ou com técnicas de escalada utilizando-se “single rope technique”. Foram feitas fotografias para se estabelecer uma coleção de referência. Todo o material coletado foi depositado no Herbário da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Após a formação da coleção de referência, todas as árvores com perímetro  $\geq 20$  cm (6,4 de diâmetro) à altura do peito foram amostradas, tendo sido convertido para diâmetro à altura do peito (DAP) em todas as análises. Tal metodologia foi baseada em observações de campo que indicaram um reduzido número de árvores com bromélias que tivessem diâmetro menor do que o adotado. Todas as bromélias adultas com uma roseta solitária ou formando grupos de várias rosetas, foram contadas como “grupos” tendo sido utilizados para estimar a abundância de grupos de bromélias.

Algumas espécies foram agrupadas representando complexos de espécies devido à impossibilidade de identificação quando em estado estéril no campo: i-) *Billbergia* spp. engloba indivíduos de *Billbergia morelii* Brongniart e *B. chlorosticta* Saunders, ambas ocorrentes na área de estudos; e ii-) *Aechmea* spp. engloba indivíduos de *Ae. leucolepis* L. B. Smith, *Ae. perforata* L. B. Smith, *Ae. depressa* L. B. Smith, *Ae. blanchetiana* (Baker) L. B. Smith e *Hohenbergia blanchettii* (Baker) E. Morren ex Mez também ocorrendo na área de estudos.

Análise de dados - A caracterização da comunidade epífita foi feita utilizando-se os dados de abundância, número de espécies e diversidade para cada uma das seis parcelas de cada hábitat analisado - interior de floresta (FI), borda de floresta (FE) e cabruca (CP) . A diversidade foi calculada utilizando-se o índice de Shannon (Magurran 1988) para cada parcela.

A comparação dos índices de diversidade entre os hábitats foi feita utilizando-se o teste t (Zar 1999) com correção de Bonferroni para testes sequenciais (Rice 1989). Os índices de diversidade para cada hábitat foram baseados na abundância (número de grupos) e no número de espécies de cada hábitat.

A estimativa do número de espécies para cada hábitat foi feita utilizando-se o estimador Chao 2 (Colwell & Codington 1994) através do programa EstimateS (Colwell 1997) a partir de uma matriz de dados para cada hábitat composta por forófitos (amostras) e por espécies de bromélias. As amostras foram aleatorizadas 100 vezes.

Diferenças na proporção de abundância de espécies entre os habitats, foram testadas utilizando-se o teste de qui-quadrado para as espécies que tivessem 10 ou mais grupos.

Uma matriz de abundância de 31 espécies e 18 parcelas foi utilizada para classificar as parcelas de acordo com a composição e abundância, utilizando-se uma análise de agrupamentos. O programa FITOPAC 1 (Shepherd 1995) foi utilizado para calcular o coeficiente de Distância Corda entre as unidades amostrais e para gerar um dendrograma através do método de agrupamento por médias aritméticas (UPGMA; Sneath & Sokal 1973). Este coeficiente é mais sensível a aspectos qualitativos (Jongan *et al.* 1997) dando maior importância às proporções relativas das espécies nas unidades amostrais e ao mesmo tempo menor importância nas quantidades absolutas (Ludwig & Reynolds 1988).

A mesma matriz de dados foi usada para a análise de ordenação. Análises de ordenação arranjam as unidades amostrais em um espaço multidimensional representado em vários eixos. Frequentemente os dois primeiros eixos são os mais importantes e as unidades amostrais mais próximas entre si correspondem a locais mais similares em relação à composição de espécies (Gauch 1986; Jongman *et al.* 1997). Para tanto, foi usada uma análise de correspondência não tendenciosa (DCA) no programa PCORD (McCune & Mefford 1997).

A ocupação vertical de bromélias foi baseada em observações de campo, utilizando-se um modelo simplificado de Johansson (1974): s - espécies ocupando a submata e não expostas a condições mais secas; c-s - presente em condições variáveis sobre as árvores (presente nas partes mais medianas do tronco até a base das ramificações principais); c - espécies presentes somente nas condições expostas das árvores (principalmente nas copas das árvores).

## Resultados

No total, foram amostradas 31 espécies sendo 25 nos interiores, 25 nas bordas e 18 nas plantações. As espécies ocorreram de diferentes maneiras entre os habitats (Tabela 1): 12 espécies (38,7%) ocorreram nos interiores ou nos interiores e bordas, sendo representadas por espécies da submata (nove espécies), das copas (uma espécie) e copa-submata (duas espécies). Das 12 espécies, quatro tiveram abundância menor nas bordas.

Quatro outras espécies ocorreram em CP (12,9%) e uma espécie (3,2%) em CP e FE, todas elas, das copas das árvores.

Outras 12 espécies (38,7%) ocorreram nos três habitats, ocupando as copas (sete espécies) ou copa-submata (cinco). Metade das espécies que ocorreram nos três habitats apresentou diferença na proporção de abundância entre os habitats, havendo uma espécie com menor abundância nas bordas e cinco espécies com menor abundância nas plantações, todas ocupantes das copas ou copa-submata.

Uma espécie (3,2%) só ocorreu nas bordas e uma (3,2%) espécie ocorreu em FI e CP, sendo habitantes da região copa-submata.

O espaço vertical foi ocupado por 13 espécies das copas das árvores (41,9%), nove (29%) na submata e as outras nove (29%) na copa-submata (Tabela 2). A percentagem de espécies dentro de cada um dos estratos verticais variou de 28 a 36% nas áreas florestais, não havendo espécies de submata nas plantações.

Em relação ao número de espécies, as parcelas dos interiores variaram de 10 a 19 espécies, das bordas variaram de sete a 22 espécies e das áreas dos plantios variaram de cinco a 14 espécies (Tabela 3). Em relação ao número de grupos, foi observada uma grande variação, inclusive entre parcelas de um mesmo habitat. Dessa forma, em algumas parcelas de interior de floresta foram observados números de grupos similares aos encontrados em parcelas de bordas e também em parcelas de cabruças, sendo que as parcelas de cabruça em geral, apresentaram os menores números de grupos. Não houve diferença na diversidade de espécies entre nenhum dos habitats (FI x FE  $t = 1,41$ ,  $gl = 2$ ,  $p = 0,63$ ; FI x CP  $t = 2,34$ ,  $gl = 2$ ,  $p = 0,20$ ; FE x CP  $t = 1,04$ ,  $gl = 2$ ,  $p > 0,99$ ).

O número total de espécies estimado para as amostras foi de  $33 \pm 3,74$  espécies (Figura 1). O número de espécies estimado para as plantações de cacau foi menor ( $19 \pm 1,87$  espécies) do que para as áreas de floresta, as quais tiveram o mesmo número estimado de espécies (FI =  $25 \pm 0,75$ ; FE =  $25 \pm 0,00$ ).

Foram identificados três grupos na análise de agrupamentos (Figura 2) interpretados em função da abundância de *V. platynema* nas parcelas. O primeiro grupo foi formado por 11 parcelas de interiores e por bordas que tiveram a maior proporção de *V. platynema* variando de 57,1% a 81,8% do número total de grupos de bromélias. As parcelas deste primeiro grupo tiveram ainda os maiores números de espécies (parcelas 2-12 e 1-12 com 20 e 22 espécies respectivamente) e maior abundância de grupos de bromélias (parcelas 3-11 e 2-21 com 276 e

263 grupos respectivamente). As três parcelas posicionados mais à esquerda (3-21, 3-22, 3-12) tiveram em comum a ausência de *V. drepanocarpa* e *Vriesea* sp.2.

O segundo grupo foi formado por três parcelas, sendo duas de plantações e uma de borda com as menores abundâncias de *V. platynema* (zero a dois grupos), baixa abundância de *Vriesea* sp.1 (zero a um grupo) e baixa abundância de *A. lingulata*. A única parcela de borda incluída neste grupo (2-22) teve a menor abundância de árvores, forófitos, grupos de bromélias e número de espécies (Tabela 1).

O terceiro grupo foi composto pelas demais quatro parcelas das plantações. Não ocorreram indivíduos de *V. platynema* ou representaram uma pequena proporção do total de grupos de bromélias (13,6%). Neste terceiro grupo ocorreram as maiores abundâncias de *A. lingulata* var.1 (5-32 grupos) e *Vriesea* sp.1 (4-15 grupos).

O autovalor do primeiro eixo do DCA foi de 0,684 e do segundo eixo foi de 0,252 (Figura 3). A percentagem de variação do primeiro eixo foi de 0,051 e do segundo eixo de 0,019. Os transectos se agruparam ao longo do primeiro eixo de maneira semelhante ao resultado da análise de agrupamentos.

O primeiro eixo dividiu áreas florestais das áreas de plantações com um grupo intermediário de parcelas correspondendo ao segundo grupo da análise de agrupamento. O segundo eixo foi um gradiente das parcelas do bloco três (menores valores do eixo dois) até as parcelas do bloco um (maiores valores do eixo dois) sem divisão clara entre interiores e bordas. A maioria das espécies de interiores e bordas ocorreram em todas as parcelas destes habitats mas as espécies posicionadas nos menores valores do eixo dois tiveram maior abundância no bloco três e as espécies no extremo oposto, tiveram maior abundância no bloco um.

## Discussão

Diversidade - Bordas se assemelharam a interiores em vários aspectos: apresentaram o mesmo número de espécies amostradas, de espécies estimadas e o número de grupos foi tão alto quanto interiores. Bordas também foram os locais mais variáveis para o número de espécies e para o número de árvores (capítulo 2). Tanto as semelhanças com interiores quanto a variabilidade indicam que as diferentes bordas - mesmo sendo todas limítrofes a áreas de pasto - possuem diferentes características. Os efeitos de borda podem variar em relação a orientação da borda, a fisionomia da floresta original e de acordo com a idade em que foram formadas (Williams-Linera

1990; Turton & Freiburger 1997). Resultados obtidos em florestas da Amazônia indicam que, de acordo com o uso da terra adjacente às bordas, há alteração na regeneração de espécies (Mesquita *et al.* 1999; Williamson & Mesquita 2001) que se localizam nas bordas dos fragmentos. Para as bordas de Una, além dos fatores citados acima, a frequência do pisoteio de gado e o desbaste para manutenção destes locais podem influenciar na maior variabilidade observada nas áreas de borda.

Por fim, a alta conectividade entre as áreas de mata, plantações de cacau e vegetação secundária (Paciência 2001) devem tamponar as diferenças que seriam esperadas na vegetação arbórea (capítulo 2) e também nas diferenças que seriam esperadas no número de espécies (Bierregard *et al.* 1992). A multiplicidade de características que podem ocorrer na matriz em ambientes fragmentados (Erik & Priya 2003) e a grande variação dos efeitos de borda, tem levado alguns autores a sugerir que generalizações sobre estudos de fragmentação devem ser tomadas com cuidado pois existem diferentes ambientes e diferentes espécies que são dependentes do sistema e do contexto (Hobbs & Yates 2003).

Nas plantações, onde a modificação na estrutura da vegetação pode ser representada pela menor densidade de árvores, maiores diâmetros e maiores alturas das árvores (capítulo 2), ocorreu uma significativa diminuição do número de espécies de bromélias e a ocorrência de quatro espécies exclusivas para este sistema. Na região de Una, perturbações severas na estrutura original da vegetação possibilitaram a entrada moderada de espécies e manutenção parcial das bromélias. *A. lingulata* var. 1 e *V. procera* foram as únicas espécies de ampla distribuição, que ocorrem em outros biomas além da floresta costeira e que só foram encontradas nas áreas de plantio. Baseando-se no fato de que as plantações de cacau analisadas foram estabelecidas há pelo menos 50 anos na região sul da Bahia, é provável que nestes locais, a comunidade de bromélias epífitas nunca atinja a mesma composição que originalmente havia devido às práticas de manejo ocorrentes nestas áreas (poda e retirada de epífitas dos ramos e troncos dos pés de cacau). Estudos complementares serão necessários para verificar se áreas abandonadas de plantio podem recuperar o número e a composição de epífitas como ocorrente nas áreas de mata.

A variabilidade das bordas em relação à abundância e ao número de espécies de bromélias e a presença de áreas de plantio com tantas espécies e abundância semelhante às áreas de borda, contribuíram para altos índices de Shannon (índice de diversidade) nas áreas modificadas. A alta abundância de grupos de bromélia por forófito nas cabruças (capítulo 2) e os resultados de

diversidade similares às áreas de interior e borda indicam que as árvores remanescentes funcionam como ilhas de grupos de diferentes espécies de bromélias.

Os resultados de menor número de espécies nas áreas de plantio também foram encontrados em plantações de café ocorrentes no México (Hietz 1999) que possuem um sistema de plantio similar ao ocorrente no sul da Bahia, onde parte da vegetação arbórea é mantida e conseqüentemente, parte das espécies epífitas. Parte das espécies epífitas pode ocorrer não só em árvores remanescentes de mata nas áreas de plantio como também em árvores dispersas no terreno, sejam elas plantadas ou não. Isto ocorre em diferentes áreas neotropicais: sul do Brasil (Gonçalves & Waechter 2002, Gonçalves 2003), Equador (Dunn 2000), Costa Rica (Sillet 1992) e México (Hietz-Seifert *et al.* 1996; Flores-Palacios & García-Franco 2004). Visto que as diferentes características da matriz afetam as populações vegetais de maneira variada (Erik & Priya 2003; Hobbs & Yates 2003) seria interessante verificar se as características do ambiente modificam mais ou menos severamente as populações de epífitas que se instalam sobre as árvores nestes locais .

A estimativa do número total de bromélias epífitas em Una foi de 33 espécies, as quais compreendem também sete diferentes espécies, difíceis de serem diferenciadas no campo que foram agrupadas em *Billbergia* spp. (2 espécies) e *Aechmea* spp. (5 espécies). Visto que o levantamento das bromélias epífitas da região de Una (capítulo 1) listou 39 espécies e o de Amorim *et al.* (2004) listou 40 espécies de bromélias incluindo terrestres e saxícolas com duas espécies exclusivas para cada levantamento, a maioria das espécies da região foi amostrada nas parcelas utilizadas.

Foi observada alta similaridade florística entre interiores e bordas e a maioria das espécies desses habitats também estava presente nos diferentes blocos amostrais, distantes entre si por pelo menos 10 km de distância. Assim, não foram verificados conjuntos de espécies ou modificações na composição de espécies que caracterizassem as bordas ou modificações em maior escala que caracterizassem os blocos da região analisada. A região de Una parece relativamente homogênea em relação à composição de espécies porém variável na abundância dessas espécies. Nieder *et al.* (1999, 2001) sugeriram que um aumento gradual do número de espécies epífitas ocorreria em áreas de planície da floresta Amazônica mas os dados aqui apresentados indicam que este mesmo padrão também ocorre para as bromélias epífitas da região

de Una, ou seja, existe um baixo “turnover” de espécies ao longo das áreas analisadas, resultando em alta similaridade florística para a maioria das parcelas de interior e borda.

Devido a esta similaridade, seria interessante avaliar possíveis mecanismos de compensação agindo em algumas parcelas da borda e de interior. Em um contexto de fragmentação, estes mecanismos de compensação ocorrem quando as populações remanescentes crescem de tal maneira que a comunidade presente em fragmentos apresenta o mesmo número total de indivíduos que antes do evento de fragmentação, porém distribuídos em um menor número de espécies (Souza *et al.* 2001). Esta compensação ocorreu em algumas bordas e interiores onde a abundância de bromélias foi fortemente concentrada em uma espécie (p.ex. as três parcelas de interior e borda posicionadas na extrema esquerda da análise de agrupamentos).

Mesmo que as árvores remanescentes da Floresta Atlântica tenham permanecido nas áreas de plantio e que potencialmente possam abrigar várias espécies de epífitas devido ao grande tamanho, presença de fuste, ramificações primárias, secundárias e terciárias, o menor número de indivíduos arbóreos das áreas de plantio (capítulo 2) parece ter sido importante para a diminuição no número de espécies de bromélias.

Ocupação vertical e abundância de bromélias - Das nove espécies de submata, todas estão presentes somente em áreas de floresta. Esta limitação das espécies às áreas florestais indica uma condição desvantajosa em relação à sua conservação, pois grande parte da região de Una é composta por plantações de cacau em sistema de cabruca, que não abrigam a maioria das espécies de submata. Esta condição desvantajosa parece ocorrer não só na região restrita ao município de Una, pois a distribuição geográfica destas espécies é limitada à região sul da Bahia (Smith & Downs 1979, Leme 1997), que possui 60% de sua área composta por remanescentes florestais em diferentes estados de sucessão, associados a plantações de cacau (Landau 2003).

A presença de áreas de mata não significa que todas as bromélias de submata tenham sua abundância inalterada pois quase metade destas espécies (*Ae. mollis*, *Ar. parviflorus*, *L. smithii*, *V. drepanocarpa*) teve menor número de grupos nas áreas de borda. Como um dos fatores que limita a ocorrência de várias espécies de bromélias é a umidade (Smith *et al.* 1986; Benzing 1990) é possível que estas espécies sejam particularmente sensíveis a diminuições de umidade como ocorre em várias áreas de borda as quais podem estar sujeitas a maiores déficits na pressão de vapor (Camargo & Kapos 1995), sendo portanto áreas mais secas que os interiores.

Os dados aqui apresentados confirmam as expectativas de Hietz & Hietz-Seifert (1995) de maiores efeitos do corte seletivo em espécies epífitas restritas à base do tronco. Considerando que diferentes grupos taxonômicos (por exemplo Hymenophyllaceae) apresentam certa dependência de ambientes úmidos em diferentes regiões tropicais, é possível que resultados semelhantes aos aqui apresentados ocorram em outras áreas de floresta tropical que possuam suas epífitas com distribuição vertical definida.

As nove espécies que possuem distribuição vertical desde as copas até a submata tiveram uma variada distribuição entre as áreas investigadas. Elas foram representadas por espécies de baixa abundância que ocuparam os três habitats (total de 13 grupos de *Billbergia* spp. e 10 grupos de *Neoregelia* sp.1), que ocorreram preferencialmente em áreas de borda (*G. lingulata*, *V. platynema*), que ocorreram em habitats contrastantes de interior e borda (*Racinaea spiculosa*), que só ocorreram no interior de floresta (*V. flammea*), que não apresentaram diferença na abundância entre interiores e borda (*V. ensiformis*) ou finalmente, por espécies que apresentaram maior proporção de abundância nos interiores (*Vriesea* sp.2). A característica que une este grupo é que a maioria das espécies pertence à subfamília Tillandsioideae (gêneros *Guzmania*, *Racinaea* e *Vriesea*). Várias espécies destes gêneros possuem metabolismo C3-CAM (Griffiths *et al.* 1986) que provavelmente possibilita tal ocupação tanto do espaço vertical quanto horizontal.

Das 13 espécies de copas de árvores, somente três apresentaram menor abundância ou não ocorreram nas áreas de plantio (*Ae. conifera*, *Ae. leonard-kentiana*, *Aechmea* spp.). Tais espécies podem ser identificadas como preferenciais às áreas de floresta. As demais espécies só ocorreram nos plantios (quatro espécies) ou não diminuíram sua abundância em nenhum dos habitats (seis espécies). Comparando com as espécies da região de submata, as copas das árvores são locais onde ocorrem mudanças menores. Assim, as espécies de bromélia das copas das árvores pouco se alteram, não havendo diminuição na abundância para a metade das espécies das copas das árvores em nenhum dos habitats investigados.

Baseada na estratificação vertical das bromélias, a afirmação de que epífitas sejam particularmente sensíveis à fragmentação de habitat (Turner *et al.* 1996; Corlet & Turner 1997; Laurance 1997, 2001; Laurance *et al.* 1998) pode ser aplicada às espécies de submata de Una, as quais ou diminuem sua abundância nas bordas ou não ocorrem quando a área é extremamente modificada como nas áreas de plantio. As características da região de Una e os resultados das espécies das copas ou que ocorrem em variadas condições do estrato vertical indicam que

conseqüências mais graves para a comunidade de epífitas (desaparecimento de espécies, diminuição na abundância) podem ser amenizadas com a presença de um mosaico de vegetação que permita a movimentação de sementes e de animais dispersores de epífitas.

#### Agradecimentos

Este trabalho foi parte da tese de T. Fontoura desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas/Programa de Pós-Graduação em Ecologia, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e financiado por: Projeto Remanescentes de Floresta da Região de Una - Sul da Bahia (projeto RestaUna); Univ. Estadual de Santa Cruz; Fundação Pau-Brasil; CNPq, Projeto de Conservação e Utilização da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO); Programa Nacional de Biodiversidade (PRONABIO)/MMA. No campo, este trabalho somente foi possível com a assistência de Domingos, Damião, Ronaldo, “Seu” Zeca, Gustavo, Sandrine Isnard e Patrícia Chaffe.

Tabela 1 - Espécies e morfo-espécies ocorrentes nas parcelas da região de Una, NE do Brasil. VERT - ocupação vertical; FI - interior de floresta; FE - borda de floresta; CP - plantação de cacau;  $\chi^2$  - qui-quadrado; p - probabilidade; c - copa; c-s - copa e submata; s - submata.

ESPECIES	VERT	FI	FE	CP	$\chi^2$	p
<i>Aechmea aquilega</i> (Salisbury) Grisebach	c	18	13	9	3,050	0,218
<i>A. conifera</i> L.B. Smith	c	27	25	10	8,355	0,015
<i>A. leonard-kentiana</i> H. Luther and Leme	c	4	3		0,143	0,705
<i>A. lingulata</i> var.1 (Linnaeus) Baker	c			73	---	---
<i>A. mollis</i> L.B. Smith	s	29	8		11,919	0,001
<i>Aechmea</i> sp. 2	c-s	49	29	1	44,152	0,000
<i>Aechmea</i> spp.	c	18	13	5	7,167	0,028
<i>A. turbinocalyx</i> Mez	s	45	38		0,590	0,442
<i>Areococcus parviflorus</i> (Martius ex Schultes filius) Lidman	s	45	25		4,500	0,034
<i>Billbergia</i> sp.	c-s	4	7	2	0,923	0,232
<i>Guzmania lingulata</i> (Linnaeus) Mez	c-s		11		---	---
<i>Honhenbergia brachycephala</i> L.B. Smith	c			5	---	---
<i>H. hatschbachii</i> Leme	c	41	44	34	1,328	0,515
<i>Lymania globosa</i> Leme	s	5	5		1,000	1,000
<i>L. azurea</i> Leme	s	17	13		0,533	0,515
<i>L. smithii</i> R.W. Read	s	50	16		17,515	0,000
<i>Neoregelia longisepala</i> E. Pereira and Penna	c	8	17	17	3,857	0,145
<i>Neoregelia</i> sp1	c-s	5	4	1	2,600	0,273
<i>Nidularium amorimii</i> Leme	s	2	6		2,000	0,157
<i>Racinaea spiculosa</i> (Grisebach)M.A. Spencer and L.B Smith	c-s	3		10	3,769	0,052
<i>Tillandsia bulbosa</i> Hooker	c	5	2	12	8,316	0,016
<i>T. kautskyi</i> E. Pereira	c	15	12	6	3,818	0,148
<i>T. stricta</i> Solander	c		3	6	1,000	0,317
<i>Vriesea flammea</i> L.B. Smith	c-s	1				

<i>V. drepanocarpa</i> (Baker) Mez	s	219	57		95,087	0,000
<i>V. duvaliana</i> E. Morren	s	5	2		1,286	0,257
<i>V. ensiformis</i> (Vellozo) Beer	c-s	18	15		0,273	0,602
<i>V. platynema</i> Gaudichaud	c-s	10	241	13	197,746	0,000
<i>V. procera</i> (Martius ex Schultes filius) Wittmack	c			2	---	--
<i>Vriesea</i> sp.1	c			36	---	--
<i>Vriesea</i> sp.2	c-s	68	46	22	23,353	0,000

---

Tabela 2 - Número de espécies em diferentes estratos verticais nos habitats de Una, NE do Brasil.  
 Percentagens em relação ao total de cada habitat entre parênteses.

Ocupação vertical	Interiores	Bordas	Plantios	TOTAL
Copa	8 (32,0)	9 (36,0)	12 (66,7)	13 (41,9)
Copa-submata	8 (32,0)	7 (28,0)	6 (33,3)	9 (29,0)
Submata	9 (36,0)	9 (36,0)	---	9 (29,0)
TOTAL	25(100%)	25(100%)	18(100%)	31(100%)

Tabela 3 - Abundância dos grupos de bromélias , número de espécies e índice de Shannon nos habitats da região de Una, NE do Brasil. O primeiro número nos códigos das parcelas se refere ao bloco amostral.

HÁBITAT		PARCELA	ESPÉCIES	GRUPOS	H'
INTERIOR DE FLORESTA		1-11	17	96	2,60
		1-21	14	51	2,40
		2-11	17	102	2,57
		2-21	19	285	2,41
		3-11	14	279	1,21
		3-21	10	126	1,36
BORDA DE FLORESTA		1-12	22	181	2,70
		1-22	15	106	2,19
		2-12	20	228	2,22
		2-22	9	24	1,99
		3-12	9	50	1,52
		3-22	7	111	0,76
PLANTACÃO DE CACAU		1CB1	8	76	1,56
		1CB2	9	33	2,02
		2CB1	14	80	2,16
		2CB2	11	56	2,06
		3CB1	5	12	1,47
		3CB2	5	34	0,90

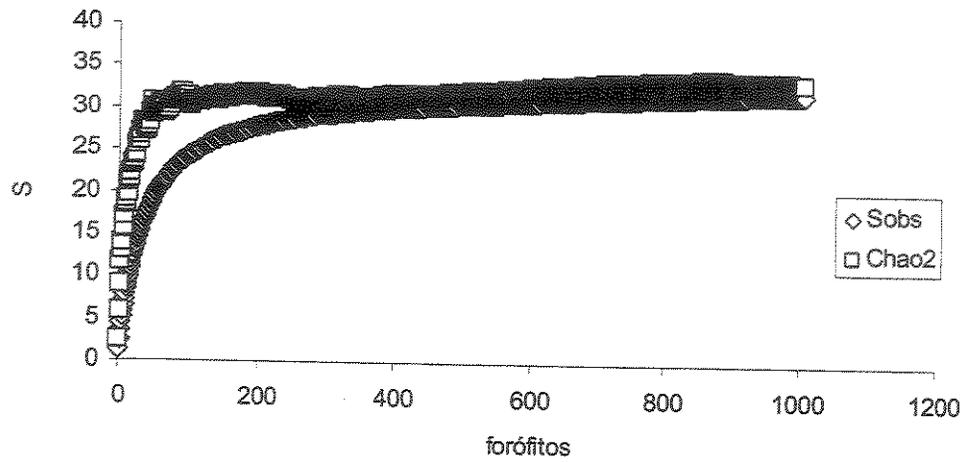


Figura 1 - Curva média de acumulação de espécies (Sobs) e curva do número estimado de espécies (Chao2) em função do número de forófitos de bromélias epífitas para a região de Una, NE do Brasil. Sobs - número de espécies observada nas amostras de interiores, bordas e plantios de cacau.

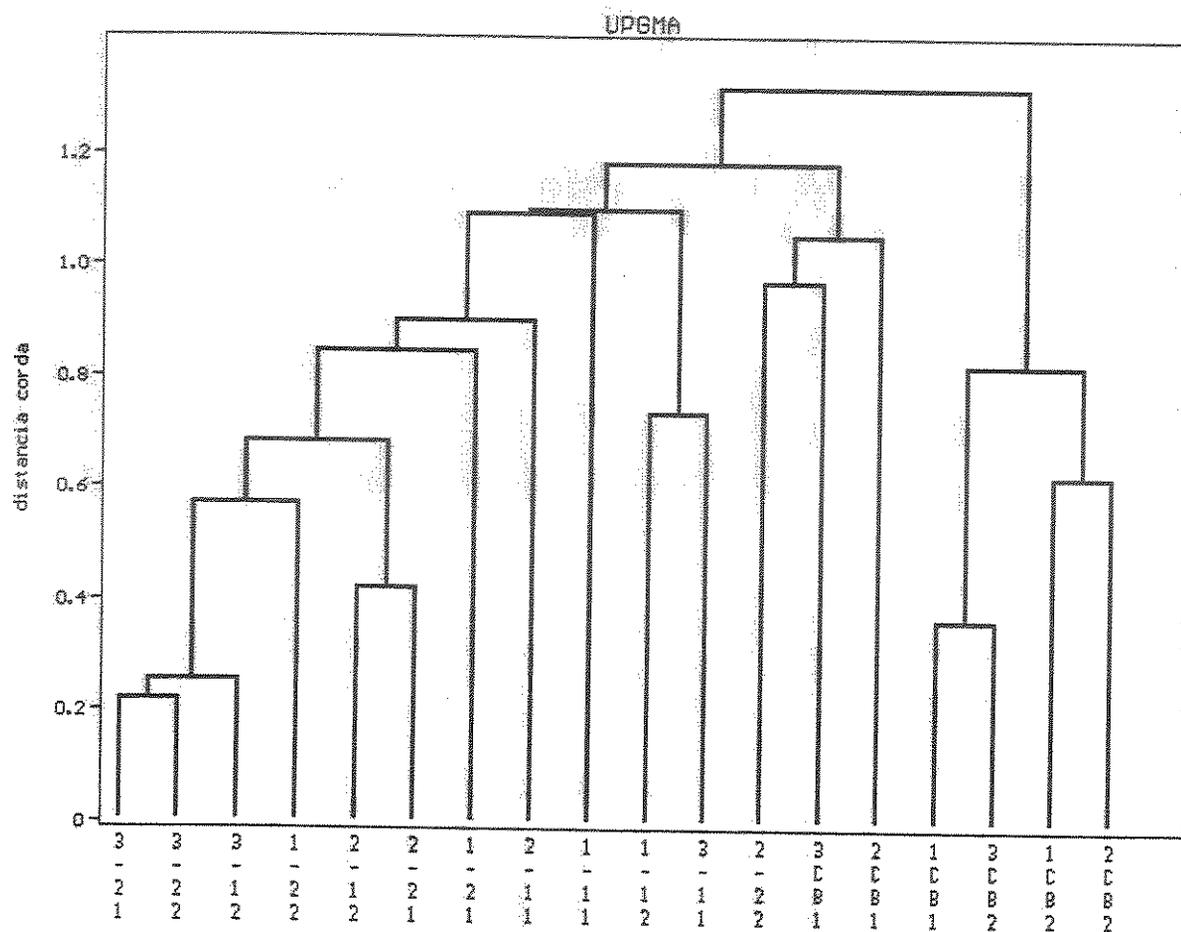


Figura 2 - Análise de agrupamentos nas parcelas da região de Una, NE do Brasil. Primeiro número corresponde ao bloco de amostragem; traços representam parcelas das áreas florestais; CB representam parcelas das áreas de plantio. Parcelas das áreas florestais com final "1" são interiores; parcelas das áreas florestais com final "2" são bordas.



## REFERÊNCIAS

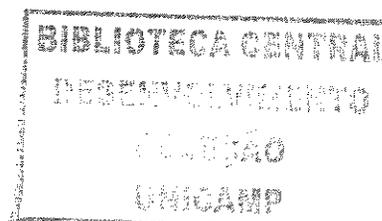
- Acebey A, Gradstein SR & Krömer T (2003) Species richness and hábitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19: 9-18.
- Amorim AM, Thomas WW, Carvalho AM & Jardim JG (2004) Una Biological Reserve, Bahia, Brazil: a floristic approach In: Prado PI, Landau EC, Moura RT, Pinto LPS, Fonseca GAB & Alger K (orgs). *Corredor da Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia*. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.
- Barthlott W, Schmit-Neuerburg V, Nieder J & Engwald S (2001) Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Benzing DH (1990) *Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bierregaard Jr., RO, Lovejoy TE, Kapos V, Santos AA & Hutchings RW (1992) The biological dynamics of tropical rainforest fragments. A prespective comparison of fragments and continuous forest. *BioScience* 42: 859-866.
- Breier TB (1999). *Florística e ecologia de epífitos vasculares em uma floresta costeira do sul do Brasil*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Burgman MA (2002) Are listed threatened plant species actually at risk? *Australian Journal of Botany* 50: 1-13.
- Camargo, JLC & Kapos V (1995) Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology* 11: 205-221.
- CEPLAC & IICA (1976) *Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira*. Recursos Florestais. vol 7. Comissão Executiva do Plano da Lapaoura Cacaueira and Instituto Interamericano da Ciências Agrícolas, Ilhéus.
- Colwell RK (1997) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Colwell RK & Coddington JA (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 345: 101-118.

- Corlett RT & Turner IM (1997) Long-term survival in tropical forest remnants in Singapore and Hong Kong In: Laurance WF & Bierregaard Jr. RO (eds) *Tropical Forest Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press pp 333-345.
- Cornelissen JHC & ter Steege H (1989) Distribution and ecology of epiphytic bryophytes and lichens in dry evergreen forest of Guyana. *Journal of Tropical Ecology* 5: 131-150.
- Dunn RR (2000) Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* 21: 137-143.
- Erik J & Priya S (2003) A broader ecological context to habitat fragmentation: why matrix habitat is more important than we thought. *Journal of Vegetation Science* 14: 459-464.
- Essen PA & Renhorn KE (1998) Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. *Conservation Biology* 12: 1307-1317.
- Fischer EA (1994) Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade de Mata Atlântica, litoral sul de São Paulo. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo
- & Araújo AC (1995) Spatial organization of a bromeliad community in the Atlantic rainforest, southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11:559-567.
- Flores-Palacios A & García-Franco JG (2001) Sampling methods for vascular epiphytes: their effectiveness in recording species richness and frequency. *Selbyana* 22: 181-191.
- Flores-Palacios A & García-Franco JG (2004) Effects of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 173: 259-269.
- Fontoura T (1997) Estrutura da Comunidade Epífita nas Matas Seca e Periodicamente Inundada da Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá (Saquarema, Rio de Janeiro). Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Fontoura T, Sylvestre LS, Vaz AMSF & Vieira CM (1997) Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: de Lima HC & Guedes-Bruni RR (eds) *Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Fontoura T (2001) Bromeliaceae e outras epífitas - estratificação e recursos disponíveis para animais na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. *Revista Bromélia* 6: 33-39.

- Galindo-Leal C & Câmara IG (2003) Atlantic Forest hotspots status: an overview. In: Galindo-Leal C & Câmara IG (eds) The Atlantic Forest of South America. Biodiversity status, threats, and outlook. Island Press, Washington DC.
- Gauch HG (1986) Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gentry AH & Dodson CH (1987) Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gonçalves CN (2003) Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Acta Botanica Brasilica* 17: 89-100.
- Gonçalves CN & Waechter JL (2002) Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. *Acta Botanica Brasilica* 16: 429-441.
- Gotelli NJ & Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Griffiths H, Lüttge U, Stimmel KH, Crook CE, Griffiths NM, Smith JAC (1986) Comparative ecophysiology of CAM and C<sub>3</sub> bromeliads. III. Environmental influences on CO<sub>2</sub> assimilation and transpiration. *Plant, Cell and Environment* 9: 385-393.
- Harper JL & Hawksworth DL (1994) Biodiversity: measurement and estimation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. B 345: 5-12.
- Hietz P (1999) Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment. *Proceedings of the International Conference on Biodiversity and Bioresources: Conservation and Utilization (IUPAC)* 1:23-27.
- Hietz P & Hietz-Seifert U (1995) Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6: 719-728.
- Hietz-Seifert U, Hietz P & Guevara S (1996) Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 75: 103-111. <http://www.restauna.org.br/>. Consulted in January 2003.
- Hobbs RJ & Yates CJ (2003) Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the idiosyncratic. *Australian Journal of Botany* 51: 471-488.

- Ingram S & Nadkarni NM (1993) Composition and distribution of epiphytic organic matter in a Neotropical cloud forest, Costa Rica. *Biotropica* 25: 370-383.
- Jardim JG & Landau EC (2003). Distribuição geográfica potencial da riqueza de espécies vegetais na Mata Atlântica do Sul da Bahia (mapa em formato digital). In: Prado PI, Landau EC, Moura RT, Pinto LPS, Fonseca GAB & Alger A (orgs.) Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP
- Johansson DR (1974) Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59: 1-136.
- Jongman RHG, ter Braak CJF & Van Tongeren OFR (1997) *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kersten RA & Silva SM (2001) Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24: 213-226.
- Kessler M (2000) Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149: 181-193.
- Kessler M (2001) Patterns of diversity and range size of selected plant groups along elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10: 1897-1921.
- Kessler M (2002a). Environmental patterns and ecological correlates of range size among bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Botanical Review* 68: 100-127.
- Kessler M (2002b) Species richness and ecophysiological types among bromeliad communities. *Biodiversity and Conservation* 11: 987-1010.
- Krömer T & Gradstein, SR (2003) Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 24: 190-195.
- Landau EC (2003) Padrões de ocupação espacial da paisagem na Mata Atlântica da Bahia, Brasil. In: Prado PI, Landau EC, Moura RT, Pinto LPS, Fonseca GAB & Alger K (orgs.). Corredor da Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP.
- Laurence WF (1997) Hyper-disturbed parks: edge effects and the ecology of isolated rainforest reserves in tropical Australia In: Laurance WF & Bierregaard Jr. RO (eds) *Tropical Forest*

- Remnants. Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities. The University of Chicago Press pp 71-84.
- Laurence WF (2001) Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management In: Bierregaard Jr. RO, Gascon C, Lovejoy TE & Mesquita RCG (eds) Lesson from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest. Yale University Press pp 158-168.
- Laurence WF, Ferreira LV, Rankin-de Mérona JM, Laurance SG, Hutchings RW & Lovejoy TE (1998) Effects of forest fragmentation in Amazonian tree communities. *Conservation Biology* 12: 460-464.
- Leme EM (1997) *Canistrum*. Bromélias da Mata Atlântica. Salamandra, Rio de Janeiro.
- Ludwig JA & Reynolds JF (1988) *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons, New York.
- Magurran TM (1988) *Ecological Diversity and its Measurement*. University Press, Cambridge.
- Manly BFJ (1997) *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology*. 2nd ed. Chapman and Hall, London.
- Martins FR & Santos FAM (1999) Técnicas usuais da estimativa da biodiversidade. *Revista Holos* 1:236-267.
- May RM (1994) Conceptual aspects of the quantification of the extent of biological diversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)* 345: 13-20.
- McCune B and Mefford MJ (1997) *Multivariate Analysis of Ecological Data*, ver. 3.11. MjM Software, Oregon.
- McCune B, Amsberry KA, Camasho FJ, Clery S, Cole C, Emerson C, Felder G, French P, Greene D, Harris R, Hutten M, Larson B, Lesko M, Majors S, Markwell T, Parker GG, Pendergrass K, Peterson EB, Peterson ET, Platt J, Proctor J, Rambo T, Rosso A, Shaw D, Turner R & Widmer M (1997) Vertical profile of epiphytes in a Pacific Northwest old-growth forest. *Northwest Science* 71: 145-152.
- Merwin MC, Rentmeester SA & Nadkarni NM (2003) The influence of host tree species on the distribution of epiphytic bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 35: 37-47.
- Mesquita, RCG, Delamônica P & Laurance WF (1999) Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation* 91: 129-134.



- Migenis, L. E. and Ackerman, J. D. 1993. Orchid-photosynthetic relationships in a forest watershed in Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology* 9: 231-240.
- Moran RC, Klimas S & Carlsen M (2003) Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35: 48-56.
- Mori, S. A., Boom, B. M. and Prance, G. T. 1981. Distribution patterns and conservation of eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33: 233-245.
- Neitlich PN & McCune B (1997) Hotspots of epiphytic lichen diversity in two young managed forests. *Conservation Biology* 11: 172-182.
- Nieder J, Engwald S & Barthlott W (1999) Patterns of Neotropical diversity. *Selbyana* 20: 66-75.
- Nieder J, Prosperí J and Michaloud G (2001) Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* 153: 51-63
- Ometo JC (1981) *Bioclimatologia Vegetal*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- Paciência, MB (2001) Efeitos da fragmentação florestal sobre a comunidade de pteridófitas da Mata Atlântica sul baiana. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Padmawathe R, Qureshi Q & Rawat GS (2004) Effects of selective logging on vascular epiphyte diversity in a moist lowland forest of Eastern Himalaya, India. *Biological Conservation* 119: 81-92.
- Pentecost A (1998) Some observations on the biomass and distribution of cryptogamic epiphytes in the upper montane forest of the Rwenzori Mountains, Uganda. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 273-284.
- Reitz R (1983). Bromeliáceas e a bromélia-malária endêmica. *Flora Ilustrada Catarinense (Bromeliaceae)*: 1-559.
- Rice, WR (1989) Analyzing tables of statistical tests. *Evolution* 43: 223-225.
- Saatchi S, Agosti D, Alger K, Delabie J & Musinsky J. 2001. Examining fragmentations and loss of primary forest in southern Bahian Atlantic Forest of Brazil with radar imagery. *Conservation Biology* 15: 867-875
- Santos CGM (2000) Distribuição espacial, fenologia e polinização de Bromeliaceae na Mata Atlântica do alto da Serra de Paranapiacaba. SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Shepherd J (1995) *Fitopac. Manual do Usuário*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
-

- Sillet SC (1992) Canopy bryophytes communities in a lower montane wet forest, Costa Rica: quantitative sampling in intact forest and isolated trees. *Selbyana* 13: 143-167.
- Smith LB & Downs RJ (1979) Bromeliaceae (Bromelioideae). *Flora Neotropica* 14: 1493-2142.
- Smith JAC, Griffiths H & Lüttge U (1986) Comparative ecophysiology of CAM and C<sub>3</sub> bromeliads. I. The ecology of the Bromeliaceae in Trinidad. *Plant, Cell and Environment* 9: 259-376.
- Sneath PHA & Sokal RR (1973) *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Souza O, Schroederer JH, Brown V & Bierregard Jr. RO (2001) A Theoretical Overview of the Process Determining species richness in Forest Fragments. In: Bierregard Jr. RO, Gascon C, Lovejoy TE & Mesquita R (eds) *Lessons from Amazonia. The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*. Yale University Press, pp 13-21.
- ter Steege H & Cornelissen JHC (1989) Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rainforest of Guyana. *Biotropica* 21: 331-339.
- Thomas WM, Carvalho AM, Amorim AA, Garrison J & Arbeláez AL (1998) Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 7: 311-322.
- Tuner IMK, Chua KS, Ong J, Soong B & Tan H (1996) A century of plant species loss from an isolated fragment of lowland tropical rain forest. *Conservation Biology* 10:1229-1244.
- Turton, SM & Freiburger HJ (1997) Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: Laurance WF, Bierregard RO (eds) *Tropical forest remnants. Ecology, management and conservation of fragmented communities*. Chicago Press, Chicago, pp. 45-54.
- Varassin IG (2002) *Estrutura Espacial e temporal de uma comunidade de Bromeliaceae e seus polinizadores em floresta Atlântica no sudeste do Brasil*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Veloso HP, Rangel-Filho ALR & Lima JCA (1991) *Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Waechter JL (1998) Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. *Revista Ciência e Natura* 20:43-66.
- Williams-Linera G (1990) Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. *Journal of Ecology*. 78:356-373.
-

- Williamson GB & Mesquita RCG (2001) Effects of fire on regeneration in the Amazon basin In Bierregard Jr. RO, Gascon C, Lovejoy TE & Mesquita R (eds). Lessons from Amazonia. The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest. Yale University Press, pp 325-334.
- Zar JH (1999) Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey.
- Zotz G & Vollrath B (2003) The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* - correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. Journal of Tropical Ecology 19: 81-90.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O elevado número de espécies de bromélias epífitas de Una em relação ao total de espécies existente no estado da Bahia e o alto número de espécies endêmicas, ressalta a alta biodiversidade da região sul da Bahia, já assinalada para diversos grupos de organismos. Mesmo que áreas de mata tenham sofrido modificações com a formação de bordas e de áreas de plantio, ocorreram poucas diferenças na composição e no número de espécies entre interiores de mata e áreas de borda. No caso de Una é possível que a conectividade entre áreas de mata tenha tido grande importância nestes resultados. Frente ao deflorestamento de várias áreas tropicais, este é um resultado importante, sugerindo que a perda de espécies e modificações na composição florística de áreas antropizadas podem ser amenizadas caso haja áreas de mata interligadas e um mosaico de diferentes tipos de vegetação, assim como ocorre na região de Una.

A distribuição vertical de bromélias epífitas confere a estas plantas uma segurança relativa frente à modificação de habitat, pois espécies das copas das árvores continuam a ter seus locais de estabelecimento e crescimento enquanto que as espécies de sub-mata perdem grande parte dos troncos que originariamente as suportava. Este desaparecimento das espécies de sub-mata em áreas modificadas significou um aumento na proporção de espécies com ampla distribuição. Tais resultados devem ocorrer onde quer que haja epífitas endêmicas habitantes da sub-mata incapazes de sobreviver no alto das árvores, assim como ocorre na região do sul da Bahia. Em regiões onde haja menor número de espécies endêmicas ou que estas espécies consigam colonizar as copas das árvores, haverá menor probabilidade de modificações na proporção da distribuição geográfica das espécies desta região. Uma vez que a maior ou menor distribuição geográfica de organismos pode indicar maior ou menor propensão a riscos de extinção em áreas que sofrem desmatamentos, estudos que enfoquem não só o número de espécies mas como também a distribuição geográfica de epífitas poderão auxiliar na conservação de diferentes áreas que estejam sob pressão antrópica.

A abordagem aqui adotada não permitiu análises da estrutura populacional das espécies de borda ou das áreas de plantio, o que refinaria ainda mais inferências sobre processos de polinização e dispersão de sementes. Espera-se que não haja modificações fortes nestes processos os quais são fundamentais na perpetuação das espécies, caso contrário, bromélias epífitas serão

um exemplo de “mortos vivos”: indivíduos presentes mas incapazes de se reproduzir ou dispersar em sua área de ocorrência.

Apesar da possibilidade de modificações moderadas é importante lembrar que ações antrópicas inevitavelmente geram várias modificações nos organismos que originariamente ocupavam ambientes inalterados.