

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
UNIFAL-MG

RENAN GONÇALVES DE CARVALHO

**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS LOCAIS E DA PAISAGEM SOBRE
A DIVERSIDADE DE EPÍFITAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DE
MATA ATLÂNTICA**

ALFENAS/MG

2017

RENAN GONÇALVES DE CARVALHO

**INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS LOCAIS E DA PAISAGEM SOBRE
A DIVERSIDADE DE EPÍFITAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS DE
MATA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Diversidade Biológica e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Nunes Ramos. Co-orientador: Prof. Dr. Walnir Gomes Ferreira Júnior

Alfenas/MG
2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-Graduação Ciências Ambientais
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714 - Alfenas - MG CEP 37130-001
Fone: (35) 3701-9685 (Coordenação) / (35) 3701-9262 (Secretaria)
<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/>



RENAN GONÇALVES DE CARVALHO

“Influência de características locais e da paisagens sobre a diversidade de epífitas em fragmentos florestais de mata atlântica”

A Banca julgadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Aprovada em: 22 de fevereiro de 2017.

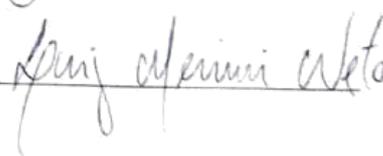
Prof. Dr. Flávio Nunes Ramos
Instituição: UNIFAL - MG

Assinatura: 

Prof. Dr. Leandro Freitas
Instituição: JBRJ

Assinatura: 

Prof. Dr. Luiz Menini Neto
Instituição: UFJF

Assinatura: 

*Ao Criador, pela presença
mesmo quando estive distante.*

*Aos meus pais, pela
credibilidade e apoio
incondicionais durante toda a
minha vida.*

*À minha filha, Alice, que se fez
minha inspiração, e meu maior
motivo para ser a cada dia uma
pessoa melhor.*

*Ao meu orientador, pela
paciência, incentivo e
compreensão.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Nathalia Monalisa, por ser a principal responsável pelo incentivo e ajuda durante esses dois anos, por se fazer companheira, psicóloga e sobre tudo, amiga.

Agradeço aos amigos Caroline Cambraia, Vinícius, João, Natália e Magda por tornarem o campo e a nossa sala ambientes agradáveis, e me fazerem sorrir mesmo em momentos difíceis.

Aos orientadores Flavio, Walnir e Maurício, pela paciência, incentivo, amizade e pela eficácia em conduzir o projeto, além de nos engrandecer como pesquisadores e como pessoas.

À professora Érica Hassui pela participação na parte metodológica da pesquisa e pela disponibilidade e ao professor Rogério Grasseto pelo apoio e pela ajuda nas relações burocráticas do curso.

Aos professores da banca, Leandro Freitas e Luiz Menini pela participação da qualificação e pela grande ajuda do melhoramento final do trabalho.

Aos colegas de campo Yan, Kátia, Matheus pela imensa ajuda. Aos “mateiros”, proprietários dos fragmentos, motoristas da UNIFAL, e a todos que participaram direta e indiretamente do projeto.

Ao ECOFRAG/ECOVEG, pelas reuniões e discussões científicas. Às secretárias Janaína, Martha e em especial, Denise, pela prontidão e eficiência nos processos formais.

Às pessoas que conheci na universidade (Nathália Resk, Gabriela, Caroline, Valquiria, Antônio, Kamilla, entre outros), e que das mais variadas formas, me fizeram crer através da amizade e respeito, que o crescimento pessoal vai além do âmbito acadêmico.

Aos amigos (Bruna, Taíssa, Thiêssa, Maykon, Maria, Ricardo, Vinícius, Ariane, José Alencar) que me deram forças, em desabafos, viagens, cantorias e reflexões. Que compartilharam comigo desde os problemas até o café quente e a cerveja gelada.

Aos meus pais, pois desde sempre exalto o apoio e importância em minha vida, e que com toda certeza, são os maiores responsáveis por ser quem sou. Aos tios, padrinhos e primos, que com apoios pontuais deixam minha vida sempre mais leve,

À Universidade Federal de Alfenas, pela bolsa concedida aos estudos, e pela qualidade de infraestrutura e professores disponíveis gratuitamente no ensino.

À cada pessoa, que independente do tempo e intensidade, ao cruzar meu caminho me fez sorrir. A vida se resume nesses encontros, e a alma evolui a cada contato. Gratidão!

*“Mas se Deus é as flores e as árvores
E os montes e sol e o luar,
Então acredito nele,
Então acredito nele a toda hora,
E minha vida é toda uma oração e uma missa,
E uma comunhão com os olhos e pelos ouvidos. ”*

(Alberto Caeiro – Fernando Pessoa)

RESUMO

Com cerca de 10% de toda flora vascular, as epífitas apresentam grande influência sobre a dinâmica de florestas tropicais, atuando como fonte de recursos para fauna de dossel. Em razão do seu modo de vida, estão mais susceptíveis às perturbações antrópicas. A fragmentação é um conjunto de modificações na paisagem, resultando em manchas de habitats isoladas em uma matriz de uso antrópico, que pode causar declínio populacional em diversas espécies. Diante do avanço da agricultura sobre remanescentes florestais e da importância biológica e ecológica de plantas com hábitos epifíticos, pouco se sabe sobre a influência de diferentes tipos de usos de solo sobre a comunidade epifítica. Assim, é essencial o entendimento dessas influências do entorno sobre epífitas que ocorrem no interior dos fragmentos florestais, visando o planejamento de estratégias de conservação e restauração mais eficazes. Neste contexto, nosso estudo avaliou o efeito de 22 variáveis ambientais na escala local do fragmento e na escala de paisagem (700 metros ao redor do fragmento), sobre a riqueza, abundância, biomassa de epífitas e o número de forófitos em cada fragmento. Nós amostramos todas as holopífitas vasculares presentes nas 40 árvores selecionadas com DAP ≥ 10 em cada um dos 15 fragmentos. Utilizamos modelos lineares generalizados (GLM's) para verificar o efeito das métricas de paisagem e locais sobre os atributos das comunidades. Avaliamos as respostas da comunidade como um todo, e de grupos funcionais classificados usando critérios de abundância, frequência de ocorrência, polinização e excludentes e generalistas quanto a paisagem encontrada. Registramos 21 espécies epifíticas distribuídas entre 296 indivíduos epifíticos. Parâmetros de paisagem (cobertura de corpos d'água, cobertura de mata, cobertura de cafeicultura, densidade de estradas, distância do fragmento mais próximo e altitude) apresentaram influências distintas em cada atributo da comunidade (riqueza, biomassa e abundância), e apenas duas métricas locais (infestação de liana e relação perímetro/área do fragmento) influenciaram a biomassa de epífitas e a porcentagem de forófitos. Nossos resultados ressaltam que a comunidade epifítica é afetada pela conectividade entre os fragmentos, pela altitude do fragmento e pelos tipos de matrizes que as circundam.

Palavras-chave: Fragmentação, epífitas vasculares. Grupos funcionais, Efeitos de paisagem, Ecologia.

ABSTRACT

With about 10% of all vascular flora, the epiphytes present great influence on the dynamics of tropical forests, acting as a source of canopy fauna resources. Due to their way of life, anthropic disturbances are more susceptible. Fragmentation is a set of landscape modifications, resulting in isolated habitat patches in an anthropic matrix that can cause population decline in several species. Given the advance of agriculture on forest remnants and the biological and ecological importance of plants with epiphytic habits, little is known about the influence of different types of land use on the epiphytic community. Thus, it is essential the understanding of these environmental influences on epiphytes occurring within the forest fragments, aiming at the planning of conservation and restoration strategies more effective. In this context, our study evaluated the effect of 22 environmental variables on the local scale of the fragment and on the landscape scale (700 meters around the fragment), on the abundance, abundance, epiphyte biomass and number of forophytes in each fragment. We sampled all vascular holoepiphytes present in the 40 selected trees with DBH ≥ 10 in each of the 15 fragments. We use generalized linear models (GLM's) to verify the effect of landscape and local metrics on community attributes. We evaluated the responses of the community as a whole, and functional groups classified using criteria of abundance, frequency of occurrence, pollination and exclusionary and generalist as the landscape found. We recorded 21 epiphytic species distributed among 296 epiphytic individuals. Landscape parameters (water cover, forest cover, coffee cover, road density, distance of the nearest fragment and altitude) had different influences on each attribute of the community (richness, biomass and abundance), and only two Local metrics (liana infestation and perimeter / area ratio of the fragment) influenced the epiphyte biomass and the percentage of phytophytes. Our results highlight that the epiphytic community is affected by the connectivity between the fragments, the altitude of the fragment and the types of matrices that surround them.

Keywords: Fragmentation, Vascular epiphytes. Functional groups, Landscape effects, Ecology.

SUMÁRIO

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. Epifitismo, epífitas e forófitos	10
1.2. Ecologia de plantas epífitas	11
1.3. Impactos da fragmentação sobre as epífitas	13
1.4. Influência da paisagem sobre as epífitas	14

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
-----------------------------------	----

2. ARTIGO: Altitude, conectividade entre os fragmentos e uso da terra determinam a estrutura de comunidades de holoepífitas (angiospermas) em paisagens fragmentadas	22
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

2.1. Introdução	24
------------------------	----

2.2. Materiais e Métodos	26
---------------------------------	----

2.2.1. Área de estudo	26
-----------------------	----

2.2.2. Desenho amostral e coleta de dados	27
-------------------------------------------	----

2.2.3. Cálculo das métricas locais e da paisagem	28
--------------------------------------------------	----

2.2.4. Análise estatística	29
----------------------------	----

2.3. Resultados	30
------------------------	----

2.4. Discussão	31
-----------------------	----

2.5. Conclusão	35
-----------------------	----

Referências Bibliográficas	36
-----------------------------------	----

Figuras e Tabelas	42
--------------------------	----

Apêndices	49
------------------	----

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Epifitismo, epífitas e forófitos

Em 1974, Mueller-Dombois e Ellenber adaptaram o sistema de classificação de formas de vida, proposto por Raunkiaer em 1934, e criaram uma classe própria para plantas conceituadas como autotróficas, vasculares, que germinam, enraízam e crescem utilizando-se de outras como suporte, as epífitas (JOANITTI, 2013). Em toda a flora do planeta, são conhecidas em torno de 262.000 espécies de plantas vasculares (LEWINSOHN, 2006), desse total, 10% apresentam o hábito epifítico (BENZING, 1990). Epífitas são definidas como um grupo de plantas que durante sua vida, ou em parte dela, fazem uso de outras plantas, denominadas forófitos, utilizando-as apenas como suporte mecânico (BANNETT, 1986; BENZING, 1990), sem apresentarem nenhum contato ou dependência do solo (MADISON, 1977). Inicialmente, o termo hospedeiro era utilizado para se referir a organismos relacionados à parasitas. Ochsner (1928) propôs a utilização do termo forófito para denominar as plantas portadoras de epífitas. Bennet (1986), de um ponto de vista mais ecológico, definiu epifitismo como uma relação comensal, onde uma espécie (epífitas) se beneficia apenas do substrato oferecido pela outra (forófito), sem emissão de estruturas haustoriais e fazendo uso de nutrientes diretamente da atmosfera. Plantas epífitas apresentam uma ampla distribuição geográfica, se mostrando mais representativas em Florestas Tropicais Úmidas com um número maior de famílias endêmicas, onde a abundância e a riqueza tendem a diminuir em Florestas Temperadas e quase inexistir em ambientes muito frios (BENZING, 1990).

Sobre a classificação quanto ao hábito epifítico, inicialmente Johanson (1974) as dividiu em três grupos: (1) epífitas típicas, que inclui as espécies que possuem todos os indivíduos usando o forófito como suporte durante todo o ciclo de vida; (2) epífitas ocasionais, são espécies que podem apresentar indivíduos com hábitos terrícolas ou rupícolas e (3) epífitas efêmeras, inclui espécies que se desenvolveram acidentalmente sobre acúmulo de matéria orgânica no forófito, mas morrem antes de atingir a fase adulta. Posteriormente, Benzing (1990) dividiu as epífitas em dois grandes grupos: hemiepífitas – que apresentam contato com o solo em algum momento de seu ciclo de vida, e holiepífitas – que completam todo seu ciclo de vida sem contato com o solo.

Epífitas se mostram taxonomicamente muito diversas, estando presentes em todas as divisões de traqueófitas, exceto em Ginkgophyta e Coniferophyta (KERSTEN, 2006). Orchidaceae é a família que obteve o maior sucesso em colonizar o dossel, onde cerca de duas em cada três espécies de epífitas são orquídeas. Duas outras famílias de monocotiledôneas são também pronunciadamente epifíticas: Araceae e Bromeliaceae, ambas com cerca de 50% de espécies vivendo acima do solo. Entre as eudicotiledôneas destacam-se Cactaceae e Gesneriaceae (KERSTEN, 2010). Neste contexto, diante do alto número de espécies epífitas existente, a grande maioria das espécies se concentram proporcionalmente em poucas famílias botânicas, onde se estima que apenas 10 famílias concentrem 91% de todas as espécies epifíticas (KERSTEN, 2010). Este grupo de plantas é mais abundante nas regiões tropicais, onde a grande maioria das espécies pertencem às famílias Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Cactaceae, Piperaceae e Polypodiaceae.

1.2. Ecologia de plantas epífitas

Com cerca de 10% de todas as plantas vasculares (KRESS, 1986), as epífitas chegam a compor 25% das espécies em alguns locais (NIEDER *et al.* 2001). Kersten (2006) ressalta a importância desse grupo na influência da dinâmica de florestas tropicais, onde sua biomassa e fotossíntese pode se igualar à dos próprios forófitos (BENZING, 1990). Epífitas são importantes fontes de recursos para a fauna de dossel, fornecendo alimento, água, abrigo e material para construção de ninhos, o que favorece a diversidade de animais (BENZING, 1986, 1990). Além disso, participam da ciclagem de água e nutrientes da floresta (NADKARNI, 1988). A diversidade genética e a redistribuição de recursos nos troncos das árvores são também influenciadas por agrupamentos epifíticos (KERSTEN, 2006), que podem também fornecer umidade e servir como fontes de água em períodos de estiagem, retendo água diretamente de neblinas (CLARK *et al.*, 1998).

As epífitas foram capazes de colonizar e sobreviver sobre outros vegetais devido às adaptações para a sustentação, obtenção de umidade e nutrientes (BENZING, 1990). Em ambientes com condições adversas, as adaptações morfológicas, fisiológicas e anatômicas foram as responsáveis por manterem vivas as espécies mesmo com uma baixa disponibilidade de nutrientes e umidade e altas concentrações de luminosidade. Johansson (1974) destaca as adaptações da família Orchidaceae, como o

diferenciamento de suas raízes em velame, estrutura responsável por potencializar a absorção de água e minerais, além do resistente e complexo sistema radicular, em muitas vezes maiores que a planta (SCHIMPER, 1888), permitindo uma melhor ocupação do substrato. A presença de tecidos aquíferos também é comum, como folhas coriáceas e suculentas, tricomas epidérmicos, folhas em rosetas formando tanques (BENZING, 1980). Sobre o metabolismo, apresentam duas vias fotossintéticas, C3 e CAM, sendo a CAM a mais comum (LUTTGE, 2004), e as C3 mais presentes em ambientes úmidos. De acordo com Zotz & Hietz (2001) não há indícios de epífitas com via fotossintética C4. É comum a adaptações de órgãos para maximizar a fotossíntese, como o caule espesso, rizomas fotossintetizantes, e em alguns casos, os órgãos reprodutivos também auxiliam na fotossíntese (BENZING, 1990). Apresentam polinização mais específica que as demais espécies (GENTRY & DODSON, 1987), fazendo uso de aromas e flores chamativas. Apresentam dispersão por propágulos pequenos dispersos pelo vento, frutos indeiscentes dispersos por aves e em alguns casos sementes aladas dispersas pelo vento (GENTRY & DODSON, 1987).

As epífitas apresentam mutualismo com diversos animais, como interações com formigas (DISLICH, 1996), artrópodes em geral, e vertebrados que utilizam algumas bromélias apenas como refúgio (DEJEAN *et al.*, 1995). Bromélias que possuem disposição foliar em forma de cisterna fornecem um armazenamento de água importante para o ciclo de vida de alguns artrópodes e principalmente anfíbios, e até mesmo um suprimento inicial para outras espécies de plantas como aráceas e orquídeas (REITZ, 1983). Kersten (2006) ressalta que a importância desse grupo de plantas para a fauna vai além do que se era esperado apenas pela sua biomassa ou pelo número de indivíduos.

As epífitas podem também, ser consideradas como biomonitores e indicadoras do impacto da poluição atmosférica, devido a capacidade de retirada de compostos do ar e sua alta sensibilidade às variações da umidade atmosférica e mudanças climáticas (SODHI, 2008), somada a dependência de substrato fixo e das condições ambientais fornecidas pelos forófitos (TRIANA-MORENO *et al.*, 2003). Essas características também tornam esse grupo de plantas modelos adequados para estudos de fragmentação de hábitat (MAGRACH, 2012).

1.3. Impactos da fragmentação sobre as epífitas

Segundo Breier (2005), a dependência mecânica entre espécies de epífitas e a comunidade arbórea pode resultar em um decréscimo populacional quando a cobertura florestal passa por alterações. Alguns estudos (BARTHLOTT et al., 2001; BONNET & QUEIROZ, 2006) atestam que as transformações na floresta afetam imediatamente as epífitas pelas mudanças microclimáticas ocasionadas pela fragmentação, aumento da incidência solar, redução da umidade e elevação da temperatura, e segundo Primack & Rodrigues (2005) a formação de efeito de borda. A fragmentação é um processo ligado à exploração dos recursos naturais, resultando em degradação do *habitat*. Metzger (2000) descreve fragmentação como um conjunto de modificações da estrutura da paisagem ocorrendo perda de habitat nativo, formação de fragmentos isolados e aumento das áreas de contato, conhecidas como bordas dos fragmentos, entre ambientes nativos e áreas de uso antrópico. A redução da diversidade biológica local, alteração do regime hidrológico, degradação ambiental, alterações climáticas e declínio no tamanho populacional são impactos relevantes ocasionados pela fragmentação (VIANA, 1990), ocasionando alterações no clima e umidade, decréscimo na riqueza florística (principalmente de espécies epífitas), erosão do solo, assoreamento de corpos d'água, estabelecimento de espécies invasoras e mudanças nos fluxos químicos e físicos da paisagem. A fragmentação é um dos principais processos que pode afetar a diversidade de epífitas, por causar perda de hábitat e mudanças profundas na estrutura e composição da comunidade arbórea e nas condições microclimáticas locais (WERNER *et al.*, 2005).

Uma das principais consequências da fragmentação é o efeito de borda, caracterizado por um conjunto de alterações abióticas gerado pela formação do ecótono, que pode causar alterações na estrutura, composição e abundância de espécies da borda para o interior do fragmento, onde a intensidade dos fluxos biológicos entre as paisagens se modifica de forma abrupta (METZGER, 1999). Há ainda uma preocupação com o fato do tamanho das populações estarem abaixo do limite mínimo para a manutenção da diversidade genética em longo prazo (TERBORGH, 1992). A borda possui estrutura e composição de vegetação, microclima e fauna diferenciados do interior da floresta, sendo a principal zona que sofre com a eutrofização por fertilizantes e invasão por espécies daninhas, provindos das áreas exploradas. Portanto, as características das plantas epifíticas as tornam um grupo susceptível as interferências do efeito de borda (SANTOS; MELO; EISENLOHR, 2010), onde a dependência mecânica

das epífitas pelo componente arbóreo, resulta na exclusão das epífitas em áreas afetadas, tornando o estudo do grupo um reflexo do grau de preservação da área (MANIA, 2008). As epífitas se mostram particularmente sensíveis as mudanças ambientais provocadas por atividade antrópicas, podendo sofrer severas restrições em seu crescimento e manutenção de população em ambientes secundários (KÖSTER *et al.*, 2009).

Em relação a conservação, epífitas seriam particularmente mais propensas à perda de espécies quando comparadas a árvores e arbustos diante dos efeitos de fragmentação e modificação de habitats (TURNER *et al.*, 1994; CORLETT & TURNER, 1997). Vários estudos (DEBINSKI & HOLT, 2000; RIES *et al.*, 2004; SWANTJE *et al.*, 2006; FISHER & LINDERNMAYER, 2007) demonstram alterações no ambiente físico dos fragmentos, onde recebem maior incidência de ventos, maior radiação e maior depósito de poeira em reposta ao contraste entre paisagens antropizadas e a borda do fragmento, onde este contraste somado ao diferenciamento do interior e borda da floresta, se torna o principal fator que resulta na extinção local ou declínio de populações de espécies de epífitas (JORGESEN, 1978; SJOBERG & ERICSON, 1992; ARAGON *et al.*, 2015; RHEAULT *et al.*, 2003).

1.4. Influências da paisagem sobre as epífitas

O processo de fragmentação florestal, que altera significativamente a estrutura da paisagem, resulta na interrupção da continuidade do dossel florestal, restringindo as espécies em “ilhas” de vegetação (manchas de habitat) circundadas por uma paisagem antropizada por diferentes usos de terra não florestais, denominadas matrizes antropogênicas (PRIMACK, 2008). Do total mundial de terras convertidas para o uso agrícola, aproximadamente 80% é ocupado pela atividade pecuária, que utiliza cerca de 3,4 bilhões de hectares para pastagem, equivalente a 26% de toda a superfície terrestre sem gelo (FAO, 2009). Estima-se que a perda média de florestas no mundo ao longo dos últimos 30 anos seja de 10-13 milhões de hectares/ano, estando boa parte da extensão de floresta suprimida localizada nas regiões neotropicais (FAO, 2009). A fragmentação tem como principal consequência um contato maior da vegetação nativa com ambientes perturbados, que pelo aumento do perímetro da área de contato, apresentam alterações do fluxo de radiação, de água e de nutrientes dos solos pelo contato com áreas de uso agrícola no entorno (BATAGHIN *et al.*, 2008). O resultado da mudança no uso da terra por atividades humanas, principalmente devido à conversão de florestas em terras

agriculturáveis, forma mosaicos de fragmentos florestais circundados por pastagens e culturas agrícolas (AERTS & HONNAY, 2011). Neste contexto, levando em consideração a diversidade de usos de terra de origem antrópica que contrastam com os fragmentos, o tipo e a configuração da matriz pode interferir positivamente ou negativamente nos movimentos biológicos entre as manchas, principalmente na translocação de animais polinizadores e dispersores de semente, apresentando uma influência direta sobre a riqueza, composição e processos de dispersão e colonização das espécies, principalmente epífitas (KENNEDY & MARRA, 2010).

A estrutura da matriz pode influir diretamente na qualidade da borda dos fragmentos, onde tipos de uso do solo mais complexos e fisionomicamente mais semelhantes ao ambiente florestal, como cafezais, ou sistemas agroflorestais tendem a oferecer maior disponibilidade de recursos e condições microclimáticas mais amenas (KUPFER *et al.*, 2006; PREVEDELLO; VIEIRA, 2010). Culturas com estruturas semelhantes às florestais podem facilitar a translocação de espécies de um modo geral e proporcionar melhores condições microclimáticas. Contrariamente, paisagens mais abertas, culturas anuais com um tempo menor de permanência no solo, presença de construções e vias de acesso, e pastagens podem funcionar como um filtro, impossibilitando o fluxo biológico e resultando em um decréscimo populacional de algumas espécies e um impacto negativo sobre a riqueza de epífitas. Diversos estudos têm demonstrado que os diferentes tipos de uso do solo para produção agropecuária possuem potenciais diferentes para a conservação da biodiversidade (FAHRIG *et al.*, 2011; ZOTZ, 2011; NGO *et al.*, 2013; KOUMARIS & FAHRIG, 2016). Ainda não há um padrão que descreva como a influência da paisagem age sobre comunidades epífíticas, contudo estudos (WERNER & GRADSTEIN, 2008; WERNER & GRADSTEIN, 2009, PÖLTZ & ZOTZ, 2011; SÁNCHEZ *et al.*, 2016) apresentaram influência da distância espacial de corpos d'água, borda florestal e do fragmento mais próximo sobre a composição e a riqueza das epífitas, e respostas da riqueza de epífitas sobre a riqueza de matrizes circundantes.

Alguns autores (FAHRIG, 2001, 2003; HILL & CURRAN, 2003, OLIVEIRA *et al.*, 2003) ressaltam que a maioria dos remanescentes florestais da floresta tropical atlântica se encontram como fragmentos pequenos e isolados, estando sujeitos a alterações na estrutura arborea, fisionômica e composicional, o que acarretaria em perdas em área e qualidade disponíveis para as epífitas. Vários estudos (HIETZ-SIEFERT *et al.*, 1996; BARTALOTT *et al.*, 2001; KRUMMER & GRADSTEIN, 2004;

WOLF, 2005, GRADSTEIN, 2008), documentaram um decréscimo da riqueza, abundância e alterações na composição de comunidades epifíticas diante de perturbações antrópicas, sugerindo que o manejo e composição dos usos de solo exercem influência representativa na comunidade epifítica.

Em meio ao extenso cultivo agrícola e pecuário, as paisagens florestais se tornam um mosaico de diferentes culturas e usos de solo, onde estas matrizes antrópicas podem funcionar como um filtro em contato com as extremidades do fragmento, restringindo e alterando principalmente a borda florestal. Alguns autores (SILLETT *et al.*, 2000, GU *et al.*, 2001, DETTKI & ESSEEN, 2003) evidenciam a restrição relacionada a dispersão de epífitas em fragmentos circundados por matrizes densas, e ainda a influência negativa exercida pela silvicultura (GARDENFORS, 2000).

Deste modo, o conhecimento dos impactos sofridos pela comunidade epifítica pela ação antrópica, onde as espécies estão restritas a manchas florestais circundadas pela agricultura, se torna vital não só para a conservação das espécies como também para planos de manejo visando mitigar os impactos do uso de recursos naturais. Nosso trabalho tem como objetivo conhecer a influência da paisagem ao redor dos fragmentos florestais na estruturação da comunidade de epífitas. Esse conhecimento pode ajudar no planejamento e tomada de decisão sobre a configuração de matrizes antrópicas, visando a conservação da biodiversidade regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R.; HONNAY, O. Forest restoration, biodiversity and ecosystem functioning. **BMC Ecology**, v.11, n.29, p.1-10, 2011.

ARAGÓN, G. *et al.* Edge type determines the intensity of forest edge effect on epiphytic communities. **Eur J Forest Res**, 134:443–451, 2015.

BARTHLOTT, W. *et al.* Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant Ecology**, v.152, p.145–156, 2001.

BATAGHIN, F. A.; BARROS, F.; PIRES, J. S. R. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 501-512, jul./set. 2010.

BENNETT, B. C. Patchiness, diversity, and abundance relationships of vascular epiphytes, **Selbyana** v. 9, p. 70-75, 1986.

BENZING, D. H. **Biology of Bromeliads**. Mad River Press, California. 1980. 305 p.

BENZING, D. H. The vegetative basis of vascular epiphytism. **Selbyana**, v. 9, p. 23-43. 1986.

BENZING, D.H. **Vascular epiphytes**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

BONNET, A.; QUEIROZ, M. H. Estratificação vertical de bromélias epifíticas em diferentes estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa, Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, p. 217-228. 2006.

BRËIER, T. B. **O epifitismo vascular em florestas do Sudeste do Brasil**. 2005. 139P. Tese (Doutorado em 2005). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2005.

CLARK, K.L. *et al.* Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, p. 27-45, 1998.

CORLETT, R. T. AND I. M. TURNER. Long-term survival in tropical forest remnants in Singapore and Hong Kong. *In* W. F. Laurance and R. O. Bierregaard (Eds.) University of Chicago Press, Chicago, Illinois. **Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities**, pp. 333–345.. 1997

DEBINSKI DM, HOLT RD. **A survey and overview of habitat fragmentation experiments**. *Conserv Biol* 14:342–355, 2000

DEJEAN, A.; OLMSTED, I.; SNELLING R. R. Tree-epiphyte-ant relationships in the low inundated forest of Sian Ka'an biosphere reserve, Quintana Roo, Mexico. **Biotropica**, Vol. 27, No. 1, p. 57-70, 1995.

- DETTKI, H., P.-A. ESSEEN. Modelling long-term effects of forest management on epiphytic lichens in northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 175:223–238, 2003.
- DISLICH, R. **Florística e estrutura do componente epifítico vascular na mata da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira”, São Paulo, SP.** 1996. 175P. Dissertação (Mestrado em 1996). Universidade de São Paulo, SP. 1996.
- FAHRIG L. How much habitat is enough? *Biol. Conserv.* 100:65–74, 2001.
- FAHRIG L Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Systemat* 34:487–515, 2003
- FAHRIG, L. et al. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology Letters*, v.14, p.101-112, 2011.
- FAO.. Global forest resources assessment 2010 – main report. **FAO** Forestry Paper 163. Rome: FAO, 2010.
- FISHER, J.; LINDENMAYER, D.B. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis.** *Glob Ecol Biogeogr* 16:265–280, 2007.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology.** New York: John Wiley, 1986.
- Gårdenfors, U. Rödlistade arter i Sverige. The 2000 Red List of Swedish Species. **ArtDatabanken, SLU**, Upp-sala, Sweden, 2000.
- GRADSTEIN SR. Epiphytes of tropical montane forests—impact of deforestation and climate change. **The tropical mountain forest.** University Press, Göttingen, 2008.
- GU, W. D., M. KUUSINEN, T. KONTTINEN, AND I. HANSKI. 2001. Spatial pattern in the occurrence of the lichen *Lobaria pulmonaria* in managed and virgin forests. *Ecography* 24:139–150.
- HIETZ-SEIFERT, U., HIETZ, P., & S. GUEVARA. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz, Mexico. *Biol. Cons.* 75: 103–111, . 1996.
- HILL, J. L., CURRAN, P. J. 2003. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation, *Journal of Biogeography* 30, 1391 - 1403.
- JOANITTI, S. A. **Epifitismo vascular em três formações vegetais distintas: mata de brejo, floresta estacional semidecidual e cerrado, pertencentes ao município de Bauru, estado de São Paulo** / Sabrina Anselmo Joanitti – Botucatu, 2013 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.
- JOHANSSON, D. R. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytographica Suecia*, v.59, p.1-129, 1974.

JØRGENSEN, P.M. **The lichen family Pannariaceae in Europe.** *Oper Bot* 45:1–124, 1978.

KENNEDY, C.M.; MARRA, P.P. Matrix mediates avian movements in tropical forested landscapes: Inference from experimental translocations. **Biological Conservation**, v. 143, n. 9, p. 2136–2145, 2010.

KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v.54, p.935-942, 2006.

KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares – Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, p.37, p.9-38, 2010.

KRÖMER T, GRADSTEIN SR Species richness of epiphytes in montane rain forests and fallows in Bolivia. *Selbyana* 25:190–195, 2004.

KOUMARIS, A.; FAHRIG, L. Different anuran species show different relationships to agricultural intensity. **Wetlands**, v.36, p.731-744, 2016.

KÖSTER, N. et al. Conservation of epiphytes diversity in an 19rep.19 landscape transformed by human land use. **Conservation biology**, v.23, n.4, p.911-919, 2009.

KRESS, W. J. The systematic distribution of vascular epiphytes: na update. **Selbyana**, v. 9, p. 2-22. 1986.

KUPFER, J. A., MALANSON, G. P., FRANKLIN, S. B. Not seeing the ocean for islands: the mediating influence of matrix-based processes on forest fragmentation effects. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, p.8–20, 2006.

LEWINSOHN, T.M. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira.** Volume II. Ministério do Meio Ambiente/ Brasília. 2006.

LÜTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). **Annals of Botany**, v. 93, p. 629-652. 2004.

MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic 19rep.19ian19 and salient features. **Selbyana**, v. 2, p. 1-13. 1977.

MAGRACH, A.; LARRINAGA, A.R.; SANTAMARIA, L. Internal habitat quality determines the effect of fragmentation on Austral forest climbing and epiphytic angiosperms. **Plos One**, v.7, n.10, 2012.

MANIA, L. F. **Florística e distribuição de epífitas vasculares em floresta alta de restinga na planície litorânea da praia da fazenda, núcleo Picinguaba, Parque Estadual Serra do Mar, município de Ubatuba, SP. 2008.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2008.

METZGER, J. Estrutura da paisagem e da fragmentação: Análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 71:445-463, 1999.

METZGER, J. Tree functional group richness and landscape structure in a Brazilian tropical fragmented landscape. **Ecological Applications**, v. 10, p. 1147–1161, 2000.

NADKARNI, N.M. Biomass and nutrient dynamics of epiphytic litterfall in a Neotropical Montane forest, Costa Rica. **Biotropica**, v.24, p.24-30, 1992.

NGO, H.T. et al. Evaluating bee (Hymenoptera: Apoidea) diversity using Malaise traps in coffee landscapes of Costa Rica. **The Canadian Entomologist**, v.145, p.435-453, 2013.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; KLAUN, M. & BARTHLOTT, W. Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Neotropical rain forest (Surumoni Crane Plot) of southern Venezuela. **Biotropica** 32: 385-396, 2000.

OCHSNER, F. Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz. Jahrbuch der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, **St. Gallen**, v. 63, n. 2, p.1-108. 1928.

OLIVEIRA MA, GRILLO AS, TABARELLI M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in trees species assemblages. **Oryx** 38:389–394, 2003.

PREVEDELLO, J. A., VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodiversity and Conservation**, v.19, n.5, p.1205–1223, 2010.

PRIMACK, R. B. **A primer of conservation biology**. 4. Ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2008.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. E. Rodrigues, 2001.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 808p, 1983.

RHEAULT, H. et al. **Edge effects on epiphytic lichens in managed black spruce forests of eastern North America**. *Can J For Res* 33:23–32, 2003.

RIES, L. *et al.* **Ecological responses to habitat edge: mechanisms, models and variability explained**. *Ann Rev Ecol Evol Syst* 35:491–522, 2004.

SANTOS, A. C. L., et al. Trilhas podem influenciar a composição florística e a diversidade de epífitas na Floresta Atlântica?. **Hoehnea**, 2010.

SCHIMPER, A.F.W. **Die epiphytische Vegetation Amerikas**. Jena, Verlag von Gustav Fischer. 162 p. 1888.

SILLETT, S. C., B. MCCUNE, J. E. PECK, T. R. RAMBO, AND A. RUCHTY. Dispersal limitations of epiphytic lichens result in species dependent on old-growth forests. *Ecological Applications* 10:789–799, 2000.

SJOBERG, K.; ERICSON, L. **Forested and open wetland complexes**. In: Hansson L (ed) *Ecological principles of nature conservation*. Elsevier, London, pp 326–351, 1992.
SODHI, N.S. et al. **Measuring the Meltdown: Drivers of Global Amphibian Extinction and Decline**. *PloS ONE* 3(2): e1636. Doi: 10.1371/journal.pone.0001636, 2008.

SWANTJE, L.; TORD, S.; HÅKAN, R. **Metapopulation processes in epiphytes inferred from patterns of regional distribution and local abundance in fragmented forest landscapes**. *Journal of Ecology*, v. 94, p. 856–868, 2006.

TRIANA-MORENO, L.A et al. **Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la amazonía Colombiana**. *Acta Biológica Colombiana* 8: 31-42, 2003.

TURNER, I.M., TAN, H.T.W., WEE, Y.C., IBRAHIM, A.B., CHEW, P.T. & CORLETT, R.T.. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. *Conserv. Biol.* 8(3):705-712, 1994.

VIANA VM. *Biologia e manejo de fragmentos florestais*. In: **Anais do Congresso Florestal Brasileiro, Campos Do Jordão**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais; 1990. P. 113-8, 1990.

ZOTZ, G. & HIETZ, P. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. *Journal of experimental botany*, v. 52, p. 2067-2078. 2001.

ZOTZ, G.; BADER, M.Y. Sampling vascular epiphyte diversity – species richness and community structure. *Ecotropica*, v.17, p.103-112, 2011.

WERNER, F. A.; HOMEIER, J.; GRADSTEIN, S. Diversity of vascular epiphytes on isolated remnant trees in the montane forest belt of southern Ecuador. *Ecotropica*, v. 11, p. 21-40, 2005.

WOLF, J. H. D. The response of epiphytes to anthropogenic disturbance of pine-oak forest in the highlands of Chiapas, México. *For Ecol Manage*, v. 212, p.376–393, 2005.

2. ARTIGO: ALTITUDE, CONECTIVIDADE ENTRE OS FRAGMENTOS E USO DA TERRA DETERMINAM A ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE HOLOEPÍFITAS (ANGIOSPERMAS) EM PAISAGENS FRAGMENTADAS

Renan Gonçalves de Carvalho¹, Maurício Bonesso Sampaio¹, Flavio Nunes Ramos^{1*}
Walnir Gomes Ferreira Júnior²

¹Laboratório de Ecologia de Fragmentos Florestais (ECOFRAG), Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), Rua Gabriel Monteiro da Silva, n.700, MG, CEP 37130-000, Brasil. Tel +55353299-1447. * Author for correspondence: fnramos@gmail.com

² Laboratório de Botânica e Biologia, Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Machado, Rodovia Machado – Paraguaçu, Km 3, Bairro Santo Antônio, Machado, MG, CEP 37750-000, Brasil. Tel +553532959700

Resumo: Com cerca de 10% de toda flora vascular, as epífitas chegam a compor 25% das espécies em vários países, apresentando grande influência da dinâmica de florestas tropicais, e atuando como fonte de recursos para fauna de dossel. Em razão do seu modo de vida, estão mais susceptíveis as perturbações antrópicas. A fragmentação é um conjunto de modificações na paisagem, resultando em habitats isolados em maior contato com áreas de uso antrópico, sendo responsável por um declínio populacional em diversas espécies. Diante do avanço da agricultura sobre remanescentes florestais e da importância biológica e ecológica de plantas com hábitos epifíticos, pouco se sabe sobre a influência de diferentes usos de solo sobre a comunidade epifítica. Se torna essencial o entendimento dessas influências do entorno sobre epífitas no fragmento, visando estratégias de conservação e restauração mais eficazes. Neste contexto, nosso estudo avaliou o efeito de 22 variáveis ambientais na escala local do fragmento e na escala de paisagem, considerando uma escala de 700 metros, sobre a riqueza, abundância e biomassa de epífitas e o número de forófitos em cada fragmento. Nós amostramos todas as holoepífitas vasculares presentes nas 40 árvores selecionadas com um DAP ≥ 10 em cada um dos 15 fragmentos. Foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM's) para verificar o efeito das métricas de paisagem e locais sobre o atributo das comunidades. Foram avaliadas as respostas da comunidade total de espécies, e de grupos funcionais de abundância, frequência, polinização e paisagem encontrada. Registramos 21 espécies epifíticas distribuídas entre 296 indivíduos epifíticos.

Parâmetros de paisagem (% de água, % de mata, % de cafeicultura, densidade de estradas, distância do vizinho mais próximo e altitude) apresentaram influências distintas da comunidade (riqueza, biomassa e abundância), e apenas duas métricas locais (% de liana e relação perímetro/área do fragmento) influenciaram a comunidade (biomassa e % de forófito). Nossos resultados ressaltam que a comunidade epifítica é afetada pela conectividade entre os fragmentos, pela altitude do fragmento e pelos tipos de matrizes que as circundam.

Palavras-chave: Fragmentação, Epífitas vasculares. Grupos funcionais, Efeitos de paisagem, Ecologia .

2.1. Introdução

A vegetação natural tem sofrido uma crescente pressão resultante da expansão das atividades antrópicas (SAITO *et al.*, 2016), ocasionando uma perda acentuada de *habitat* e fragmentação, que são consideradas as principais ameaças à biodiversidade em todo o mundo (WILSON *et al.*, 2009). O processo de fragmentação resulta em *habitats* inóspitos para diversas espécies, e embora nem todas sejam afetadas na mesma intensidade, esta perda provoca um decréscimo no número e abundância das espécies da região, e até a extinção das mesmas, além da redução da migração e aumento da imigração de espécies exóticas para o fragmento. Mesmo que a taxa global de desmatamento tenha diminuído na última década, ainda é alta em muitas partes do mundo (FAO, 2014) com as maiores perdas verificadas nas regiões tropicais (FAO, 2010), onde as epífitas vasculares são um importante componente devido à sua riqueza e diversidade (NIEDER *et al.*, 1999; KROMER *et al.*, 2005).

Epífitas, segundo Madison (1977), são plantas que utilizam árvores, apenas como suporte e nas quais se desenvolvem, sem estarem ligadas ao solo em algum estágio de sua vida, constituindo um grupo botânico taxonomicamente muito diverso, representando cerca de 10% de toda a flora vascular conhecida, incluídas em pelo menos 876 gêneros (7%) e 84 famílias (19%) (ZOTZ, 2013). As principais famílias botânicas com sucesso na colonização de dossel são Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae e Polypodiaceae (ZOTZ, 2013). Epífitas dependem do substrato, da umidade e da sombra fornecidos pelas árvores que as suportam (forófitos), e são sensíveis ao estado de conservação do ecossistema (TRIANA-MORENO *et al.*, 2003), sendo consideradas indicadoras úteis dos efeitos de borda florestais (ESSEN & RENHORN, 1998). Segundo Sodhi (2008), o fato de dependerem de um forófito para a sua colonização e crescimento em conjunto com a sensibilidade às mudanças climáticas, tornam as epífitas suscetíveis às perturbações. Essa sensibilidade devido principalmente a necessidade da umidade atmosférica, somada a dependência de um substrato fixo tornam esse grupo de plantas propícias para estudos dos efeitos da fragmentação (MAGRACH, 2012).

O aparecimento de barreiras ao fluxo gênico e à movimentação dos organismos na paisagem modificada pode alterar de modo significativo a dinâmica populacional das espécies remanescentes nas manchas de hábitat remanescentes. A presença de tipos de uso do solo antrópicos (como pastagens, culturas agrícolas, solo exposto, etc) pode

limitar a colonização e a dispersão dos organismos entre manchas de habitats (PÉRICO *et al.*, 2005). Segundo Zotz & Bader (2009), as perturbações causadas pelo uso da terra, são as maiores ameaças em curso para as epífitas. A matriz que circunda o fragmento age como um filtro ambiental, influenciando os padrões espaciais, as condições microclimáticas, a riqueza e a diversidade de espécies (DIDHAN *et al.*, 2010). Neste contexto, a estrutura da paisagem tem uma importante influência sobre os processos ecológicos, e as métricas de paisagem são ferramentas úteis para avaliar as relações entre a matriz e o fragmento florestal (FORMAN, 1995; TURNER *et al.*, 2001). Segundo Gascon *et al.* (2001), os efeitos da fragmentação do *habitat* podem ser divididos em dois processos: os efeitos internos ao fragmento referentes à formação de borda e a influência externa da matriz sobre o fragmento, sendo este, um processo de interação da paisagem em uma escala mais ampla da configuração do *habitat*, levando em conta as porções, matrizes e a conectividade (FAHRIG & MERRIAM, 1994).

Com a crescente fragmentação de florestas devido à agricultura, os tamanhos dos fragmentos tendem a diminuir, afetando a ocorrência de espécies mais sensíveis às condições extremas das bordas florestais (ÁRAGON *et al.*, 2015). Vários estudos (DEBINSKI & HOLT, 2000; FISHER & LINDERNMAYER, 2007; SWANTJE *et al.*, 2006) demonstraram que as bordas da floresta, em conjunto com paisagens antropizadas, alteram o ambiente físico dos fragmentos, sujeitando-as a maior velocidade do vento, maior radiação e deposição maior de poeira em relação ao interior do fragmento influenciando diretamente a biodiversidade (HARPER, 2005; WUYTS *et al.*, 2009; ARAGÓN *et al.* 2015) e sugerem que o alto contraste entre a borda e o interior da floresta é a principal causa do desaparecimento de algumas espécies epífitas (JORGESEN, 1978; SJOBERG & ERICSON, 1992; ARAGON *et al.*, 2015), ou o declínio de suas populações (RHEAULT *et al.*, 2003). Estudos mostram que áreas mais altas podem apresentar menores temperaturas e maiores níveis de umidade (GRADSTEIN, 1995), influenciando positivamente a riqueza e a abundância de espécies (REIS, 2012). A altitude somada as demais características locais como a latitude, o clima e o solo (BARBOSA & THOMAS, 2002), resulta em uma elevada heterogeneidade ambiental, o que influencia a composição florística das diferentes comunidades vegetais (TILMAN, 1994).

A grande maioria dos estudos realizados sobre fragmentação e efeitos de paisagem concentraram-se em espécies arbóreas (MARTINS, 2003), e poucos estudos avaliaram o efeito de borda (BIANCHI & KERSTEN, 2014) ou de matrizes

(EINZMAMMA *et al.*, 2016) sobre a composição e riqueza de epífitas vasculares. Os poucos estudos que investigaram o efeito das paisagens sobre a comunidade epifítica, encontraram que a distância de fontes d'água (BONNET *et al.*, 2010; SCHINDLER *et al.*, 2013), o efeito de borda (FLORES-PALACIOS & FRANCO, 2006; SANCHEZ *et al.* 2012; TAYLOR & BURNS, 2015; ARAGON *et al.*, 2015) e a distância entre os fragmentos (LOBEL *et al.*, 2006; HERNANDEZ-PERES & SOLANO, 2015) foram os parâmetros que mais influenciaram a riqueza das epífitas nos fragmentos. Contudo, outros parâmetros podem influenciar a composição e abundância de espécies, como a riqueza e a diversidade de matrizes exercendo distintas perturbações ao fragmento devido a alteração do microclima da borda e manejo agrícola constante, e a proximidade de estradas e casas ao fragmento, facilitando a coleta de espécies comerciais para fins de cultivo e comércio, principalmente de espécies da família Orchidaceae. O efeito da estrutura de paisagem pode depender fortemente de uma escala espacial, onde o comportamento da comunidade epifítica pode ser influenciado pela matriz circundante até uma certa distância (SCHINDLER *et al.* 2013), sendo necessário estudos em maior escala para se ter ciência de tais influências.

Neste cenário, o presente estudo objetivou entender como as características de paisagens alteradas antropicamente e as características internas dos fragmentos influenciam em escalas distintas a assembleia epifítica. Hipotetizamos que fragmentos que apresentem maior umidade e cobertura florestal, altitudes intermediárias, riqueza e diversidade de matrizes, assim como os com menos estradas e casas em seu entorno, apresentariam maior riqueza e abundância de epífitas. Dessa forma, o objetivo do nosso trabalho foi responder as seguintes questões: (1) a riqueza, abundância e biomassa de comunidades de epífitas em fragmentos são influenciadas por parâmetros locais e de paisagem? (2) a influência dos parâmetros de paisagem varia conforme a divisão em grupos funcionais?

2.2. Materiais e Métodos

2.2.1. Área de estudo:

Realizamos a pesquisa em 15 fragmentos florestais no interior de propriedades privadas distribuídos em uma área de 254.800 ha, pertencentes à nove municípios no sul de Minas Gerais, Brasil. As áreas dos fragmentos variaram entre 8,3 ha e 449 ha e a

distância entre fragmentos mais próximos variou entre 5,4 km e 38,2 km (Figura 01). A vegetação natural da região é classificada como Floresta Atlântica Estacional Semidecidual Montana, caracterizada pela mistura de espécies decíduas e perenes estabelecidas acima de 500 m de altitude (VELOSO *et al.*, 1991), e a temperatura como Cwa e Cwb de acordo com Köppen (KÖPPEN, 1948), com verões quentes e invernos secos (ALVARES *et al.* 2013). A temperatura média local varia de 17,5°C no inverno e 21,1°C no verão, com precipitação de 300 mm para o inverno e 1330 mm no verão. Os fragmentos estudados possuem relevo predominantemente suave ondulado, e altitude entre 794 e 1139 m (ALVARES *et al.* 2013). A paisagem local é predominantemente agrícola e severamente fragmentada (9% de cobertura florestal original), sendo mais comuns as pastagens (51%), plantações de café (17%) e culturas anuais, como a cana de açúcar e o milho, 7% (OLIVETTI, 2014). Os 15 fragmentos utilizados foram escolhidos a partir de uma seleção inicial de 25 paisagens com cobertura vegetal entre 20 e 40% dentro de um buffer de 2 km em torno do fragmento que foram mapeados remotamente utilizando-se um sistema de informações geográficas. Os 15 fragmentos amostrados foram selecionados em campo, a partir dos fragmentos selecionados inicialmente, levando-se em consideração a facilidade de acesso, a permissão dos proprietários e a presença de pastagens adjacentes.

2.2.2. Desenho amostral e coleta de dados:

Em cada fragmento amostrado foram alocadas aleatoriamente 4 transeções de 100 m de comprimento, respeitando a distância mínima de 50 m da borda e entre transeções (Figura 03). Cada transecto teve 10 pontos amostrais distantes entre si cerca de 10 m, onde em cada ponto foi amostrada e georreferenciada a árvore mais próxima com DAP \geq 10 cm. A amostragem de holoepífitas foi realizada em cada uma destas árvores, utilizando técnicas de observação através de binóculos, e registros fotográficos para posterior identificação, e posteriormente consulta à especialistas quando necessário. Para espécies clonais foram considerados todos os rametos de uma mesma moita como um único indivíduo (SANDFORD, 1968). Além da abundância de indivíduos de cada espécie nós contabilizamos a riqueza de espécies e a biomassa de epífitas. Para estimar a biomassa, utilizamos a metodologia de notas proposta por Kersten (2006), onde se relativiza a biomassa da espécie no forófito com uma escala adimensional de notas. Neste método, uma nota máxima pode ser atribuída tanto a um

único indivíduo de porte grande, quanto a um grande número de indivíduos de médio porte. A biomassa foi classificada em até 5 notas relativas à abundância e biomassa de cada espécie: (1) quando havia um indivíduo pequeno e isolado; (3) quando havia alguns indivíduos pequenos, ou um médio isolado; (5) quando havia vários indivíduos pequenos, ou alguns médios isolados; (7) quando havia muitos indivíduos médios, ou alguns grandes; e (10) quando havia muitos indivíduos grandes, ou alguns indivíduos muito grandes (Figura 02) em cada forófito, a biomassa de cada espécie por fragmento foi calculada através da soma total das notas em cada forófito. As espécies de epífitas foram identificadas em campo ou fotografadas/coletadas/cultivadas para identificação por especialistas. As espécies estão sendo cultivadas, esperando a fase fértil, as exsiccatas serão depositadas no herbário da Universidade Federal de Alfenas quando fértil (UALF).

2.2.3. Cálculo das métricas locais e da paisagem

Utilizando o complemento OpenLayers do software Qgis (versão 2.14.0) na escala 1:4000, nós mapeamos manualmente as diferentes classes de uso do solo de cada paisagem dentro de buffers circulares de 700 e 1000 m de raio a partir do centro de cada fragmento (figura 01) As classes mapeadas foram: Floresta Atlântica Estacional Semidecidual (manchas de vegetação > 0.2 ha), outros tipos de uso do solo (pastagem, água, café, eucalipto, solo exposto, estradas, edificações e culturas anuais) e fragmentos de cerrado *strictu sensu*. Nós adotamos uma abordagem multiescalar (0,7 e 1 km) para o cálculo das métricas da paisagem a serem utilizadas como variáveis explicativas nos nossos modelos conforme propostos por Fahrig et al. (2003) e Jackson & Fahrig (2015). A escala mais restrita avaliada da paisagem foi a de 700 m que incluiu a área total de amostragem (4 transectos) em cada fragmento. As 35 métricas iniciais utilizadas, foram calculadas com o auxílio dos softwares Qgis (versão 2.14.0) e ArcGis 9.0. Para o cálculo das métricas de topografia e NDVI foram utilizadas 13 imagens de satélite Landsat 5.0 entre os anos de 1975 a 2011, e calculada uma média entre as imagens obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o modelo digital do terreno do Estado de Minas Gerais (WEBER *et al.*, 2004). Além das métricas de paisagem, foram mensuradas nas árvores selecionadas nos transectos, a cobertura de briófitas e a cobertura de lianas, estimadas visualmente e divididas em classes de cobertura: 1 (0-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76 a 100%).

2.2.4. Análise estatística

Analizamos a representatividade do esforço amostral através de curvas de rarefação e estimação (CHAO *et al*, 2014), calculadas com base no número de espécies e abundância de epífitas utilizando os pacotes “ggplot2 (WICKHAM, 2009) e “iNEXT” (HSIEH *et al*, 2016) no software R (R CORE TEAM, 2016). O esforço amostral de cada paisagem foi considerado. Para avaliar diferenças na composição de espécies de epífitas entre os fragmentos nós calculamos a similaridade (índice de Bray-Curtis) entre paisagens utilizando-se os dados de abundância, biomassa e presença/ausência. Além disso, usamos a análise de escalonamento multidimensional não-métrica (NMDS) com duas dimensões para calcular o índice de dissimilaridade dos grupos de dados, onde apenas um fragmento ficou consideravelmente distante dos demais (T3) devido a presença de uma espécie que ocorreu apenas nela, e apenas um indivíduo (Apêndice H).

Nós analisamos os efeitos das características locais e de paisagem (variáveis independentes) (Tabela 01) sobre a abundância, biomassa e riqueza de epífitas (variáveis resposta) (Tabela 03) utilizando modelos lineares generalizados (GLM's) simples com distribuição de erro de Poisson, uma vez que as variáveis dependentes são medidas de contagem. Somente foram considerados válidos os modelos que tiveram resultado significativo e resíduo com distribuição normal. Para reduzir a multicolinearidade entre variáveis independentes, nós excluimos aquelas que eram fortemente correlacionadas entre si na matriz de correlação de Pearson ($r > 0,7$) e através de Análise de Componentes Principais (PCA). Assim, o conjunto final reduzido compreendeu 22 variáveis independentes (Tabela 01). Os modelos gerados foram comparados pelo Critério de Informação de Akaike corrigido (AICc) e todos os modelos com $AIC < 2.0$ foram considerados com um bom suporte, sendo igualmente válidos. As análises foram conduzidas no programa R (R Core Team, 2016).

Foram utilizadas duas abordagens para avaliar a resposta da comunidade: modelos gerais e modelo de grupos funcionais. As variáveis dependentes utilizadas no modelo geral foram a abundância/forófito, biomassa/forófito, riqueza total e porcentagem de forófitos. Nos modelos de grupos funcionais, a abundância/forófito, biomassa/forófito e riqueza total para quatro grupos de espécies classificadas pela frequência (frequência menor ou igual a 3 e superior a três fragmentos), abundância (abundância menor ou igual a 20 e superior a 20), síndrome de polinização (artrópodes e

vertebrados) e preferência por habitat (espécies que ocorreram apenas no fragmento – excludentes - e espécies comuns entre o fragmento e pastos adjacentes - generalistas). A divisão funcional foi realizada em função de informações ecológicas disponíveis na literatura ou por características do gênero.

2.3. Resultados

Amostramos um total de 600 árvores, das quais 56 (9,3%) possuíam pelo menos um indivíduo epifítico, variando de 0 a 23% por fragmento. Foram registradas 21 espécies de epífitas distribuídas nas famílias Orchidaceae (11), Bromeliaceae (8), Cactaceae (1) e Piperaceae (1), com abundância variando de 0 a 139 indivíduos, biomassa de 0 a 52 pontos e riqueza de 0 a 9 espécies por fragmento. Não foi encontrado nenhum padrão de agrupamento das paisagens em relação à composição florística (NMDS). Não houve correlação entre a distância espacial com abundância (Mantel; $r = 0,01$; $p = 0,45$).

Sobre a divisão em grupos funcionais, 16 espécies (76%) ocorreram em até três fragmentos e 5 espécies (24%) em mais de três fragmentos. Um total de 15 espécies (71%) apresentaram menos de 20 indivíduos e 6 espécies (29%) mais de 20 ind. Quanto a síndrome de polinização, 12 espécies (52%) são polinizadas por artrópodes e 9 (48%) por vertebrados, as espécies não identificadas em campo foram classificadas levando-se em consideração o padrão de polinização do gênero. Das espécies encontradas no estudo, dez (47,6%) espécies tiveram ocorrência também em um estudo realizado nas pastagens adjacentes (FRANCISCO et al. In 30rep.), e onze (52,4%) espécies foram encontradas apenas nas amostragens dentro dos fragmentos.

De acordo com os resultados dos modelos de regressão (Tabela 02), a comunidade epifítica sofreu grande influência das características de paisagem e apenas dois modelos tiveram correlações significativas para variáveis relacionadas às características do fragmento. Para os modelos gerais, a porcentagem de forófito foi negativamente influenciada pela relação área/perímetro dos fragmentos e nenhuma variável explicativa foi correlacionada à abundância, biomassa e riqueza de espécies. Para os grupos funcionais, a altitude influenciou negativamente todas as variáveis dependentes (abundância, biomassa e riqueza) do grupo de espécies pouco abundantes. A distância do fragmento mais próximo foi positivamente correlacionada com a abundância e biomassa as espécies polinizadas por artrópodes. A abundância das

espécies polinizadas por vertebrados foi negativamente relacionada à porcentagem de mata no entorno do fragmento. A densidade de estradas apresentou influência positiva sobre a abundância e biomassa de espécies encontradas apenas nos fragmentos, enquanto a cobertura dos corpos d'água na paisagem teve influência positiva sobre a riqueza tanto de espécies pouco frequentes, quanto de espécies encontradas no fragmento e nos pastos adjacentes. A porcentagem de lianas teve efeito negativo sobre a biomassa de espécies frequentes e a quantidade de plantios de café influenciou positivamente a biomassa de espécies pouco frequentes.

2.4. Discussão

Nossos resultados reforçam a hipótese de que a configuração da paisagem circundante aos fragmentos florestais, principalmente áreas agrícolas, assim como as características da própria mancha florestal têm forte influência na estruturação das comunidades de epífitas e na colonização das árvores em fragmentos florestais (KÖSTER *et al.* 2009; CONCEPCIÓN *et al.*, 2012; BAUTISTA *et al.*, 2014; HÄGER *et al.*, 2014). Nossos resultados também mostraram que o uso de mais de um método de quantificação das epífitas é importante, pois cada um revela um tipo de influência diferente do ambiente na comunidade de epífita. A classificação da assembleia em grupos funcionais foi importante para avaliar como cada grupo de espécies, que possuem características diferentes, é influenciado pelo ambiente.

Não foi encontrada relação da composição florística com a distância entre os fragmentos, possivelmente em resposta à restrita dispersão das epífitas. Epífitas são dispersas principalmente por ventos e pássaros, onde sua dispersão é localizada e restrita onde se encontra a fonte de propágulo, dentro árvore (CASCANTE-MARIN *et al.*, 2006, LAUBE & ZOTZ, 2006). Encontramos também uma relação negativa entre a porcentagem de forófitos e a relação perímetro/ área, sugerindo que o maior efeito de borda impulsionado pela maior irregularidade dos formatos destes fragmentos acaba por influenciar negativamente na colonização destas árvores.

A classificação das espécies em grupos funcionais mostrou influências distintas do uso da terra e de características da paisagem sobre a comunidade epifítica. A biomassa das espécies pouco frequentes (que ocorreram no máximo em três fragmentos) foi positivamente influenciada pela cobertura de café na paisagem, o que nos leva a crer que a estrutura arbustivo-arbórea do cafezal e o carácter perene favoreçam um

microclima favorável e amenize o efeito de borda dentro do fragmento. A cafeicultura também pode favorecer a movimentação de polinizadores na paisagem, pois são criados corredores ecológicos e o manejo do cafezal é menos agressivo aos dispersores, devido ao uso relativamente menor de defensivos que outras culturas agrícolas.

A presença de corpos d'água perto dos fragmentos se mostrou uma variável importante para a riqueza das epífitas pouco frequentes e das espécies que ocorreram também em pastos adjacentes (FRANCISCO *et al.* In prep.) reforçando a influência encontrada em outros estudos (BONNET *et al.*, 2010; SCHINDLER *et al.*, 2013; ZOTZ & HIETZ, 2001) Epífitas são plantas que vivem distantes do solo, o que as torna fortemente dependentes da umidade atmosférica para a retirada de água (KERSTEN, 2010), sendo este o principal fator limitante para seu estabelecimento e desenvolvimento no dossel. A proximidade a corpos d'água, sejam eles rios, açudes, represas ou córregos, proporcionam aos fragmentos um gradiente microclimático com umidade mais constante (FLORES-PALACIOS, 2008), sendo o gradiente mais forte durante o dia e com menor temperatura durante a noite (SANCHES *et al.*, 2003), favorecendo um número maior de espécies exigentes as condições microclimáticas (KERSTEN, 2010). Nossos resultados podem inclusive ter subestimado esta relação uma vez que não foi possível quantificar os corpos d'água pequenos no interior dos fragmentos que não são visíveis nas imagens de satélite utilizadas.

Na classificação das espécies por síndromes de polinização, a biomassa e a abundância de epífitas polinizadas por artrópodes foram positivamente correlacionadas com a distância ao fragmento mais próximo, onde a proximidade entre fragmentos facilita a movimentação dos polinizadores na paisagem, principalmente daqueles da ordem das Lepidopteras e da subfamília Apoidea, que possuem seus voos restritos a locais cobertos com vegetação. A abundância de epífitas polinizadas por vertebrados sofreu influência negativa do percentual de vegetação em torno do fragmento. O fato das espécies estarem inseridas em um ambiente fragmentado, com ausência de polinizadores específicos, a polinização pode estar sendo realizada por polinizadores vertebrados generalistas como beija-flores e pequenos pássaros que se adaptaram melhor aos ambientes perturbados e que não estão limitados à floresta. Assim, a presença de mata pode até diminuir a abundância destes polinizadores vertebrados generalistas, limitando a polinização das epífitas. A densidade de estradas apresentou influência positiva sobre a abundância e a biomassa de epífitas exclusivas do fragmento. Este resultado é contrário a nossa expectativa de que a maior quantidade de estradas

favoreceria a coleta de epífitas com valor comercial, principalmente de Orchidaceae, e aumentaria a perturbação no fragmento. Uma possível explicação para esse resultado contrastante é que as estradas ocasionam uma maior entrada de luminosidade no interior do fragmento, o que pode favorecer o crescimento e a colonização das epífitas mais generalistas em torno das estradas, aumentando assim a sua abundância e biomassa. Alternativamente, pode haver alguma outra variável não avaliada que seja correlacionada à densidade de estradas e que esteja influenciando positivamente a comunidade de epífitas.

Além da influência dos fatores da paisagem, encontramos também influência de características internas do fragmento sobre as epífitas. No grupo de espécies mais frequentes, a biomassa foi negativamente influenciada pela cobertura de lianas no fragmento. Pelo fato das lianas serem mais robustas que as epífitas, sua colonização é mais eficiente, limitando as epífitas a pequenas áreas dos forófitos não colonizadas pelas epífitas, ou mesmo causando a exclusão competitiva da epífita na árvore colonizada pelas lianas. A altitude limitou a abundância, riqueza e biomassa das epífitas que ocorrem em baixa abundância (<20 indivíduos amostrados). O aumento da altitude está relacionado ao distanciamento de fontes de umidade, além da diminuição de temperatura, o que pode impactar negativamente a colonização de algumas espécies de epífita, e pode ser até um fator excludente para algumas espécies. As variáveis climáticas como a precipitação e a temperatura tendem a variar de acordo com a altitude, dessa mesma maneira o número de espécies pode decrescer na direção de ambientes mais frios localizados em maiores altitudes (BROWN & LAMOLINO, 2006).

Uma das medidas mais utilizadas de diversidade funcional é dada pelo número de grupos funcionais diferentes (ou tipos funcionais) presentes em uma comunidade (DÍAZ & CABIDO, 2001), onde se divide em grupos indivíduos com características comportamentais, fisiológicas, morfológicas e outras, em resposta às variações ambientais estudadas, desconsiderando completamente a taxonomia dos indivíduos. Essa metodologia, apesar de se fundar em decisões arbitrárias a respeito do nível em que as diferenças entre os indivíduos são funcionalmente significativas, se mostra uma ferramenta extremamente útil para avaliarmos como o ambiente interfere em grupos de indivíduos com funções semelhantes nas comunidades. No nosso estudo, os grupos funcionais permitiram uma melhor interpretação das respostas, proporcionando relações mais apuradas em analogia a comunidade em geral. A maioria dos estudos relacionados

a influência de matrizes antrópicas e grupos de plantas utilizam apenas o conceito de espécie como resposta, e poucos agrupam os indivíduos por categorias de comportamento (holo e hemi- epífitas), características morfológicas e fisiológicas, e distribuição espacial, sendo necessário um aprofundamento e um contínuo estudo sobre os grupos funcionais, para não negligenciar as funções ecológicas das plantas no ecossistema. A dispersão de sementes das epífitas ocorre de forma limitada, sendo a maioria anemocórica (salvo algumas espécies de bromeliaceae e cactaceae, que são dispersas por animais), o que restringe seu alcance em áreas distantes da fonte de propágulo.

Nossa pesquisa ressalta ainda a importância em se considerar mais de um método de quantificação de epífitas (abundância, biomassa e riqueza), visto que podem apresentar resultados distintos e descrever de forma mais completa o comportamento da comunidade epifítica. Estudos como (MENDIETA-LEIVA & ZOTZ, 2015) ressaltam essa importância e incentivam mais estudo. Duas das metodologias utilizadas no trabalho (abundância e biomassa) sofreram a mesma influência em alguns grupos funcionais, porém a abundância de epífitas polinizadas por vertebrados foi influenciada pela quantidade de vegetação em torno do fragmento, enquanto que a biomassa não foi influenciada por nenhuma variável amostrada. Diferenças de resposta entre biomassa e abundância também ocorreram para os grupos de epífitas pouco frequentes e muito frequentes. A dificuldade de se trabalhar com epífitas em ambientes florestais pode ser um fator de restrição para o uso de diferentes metodologias (WOLF *et al.*, 2009), sendo comum a quantificação apenas da riqueza (presença/ausência) para se descrever a comunidade epifítica, apesar das estimativas de biomassa e abundância descreverem aspectos diferentes das comunidades.

Os resultados encontrados em nossa pesquisa enaltecem a importância de se analisar a paisagem antrópica que circunda os remanescentes florestais, visando ações de manejo mais eficientes para a conservação não só de espécies epífitas, mas de toda comunidade florística. Devido ao avanço constante da agricultura predominante na região, a fragmentação se torna um processo quase inevitável, e a influência da atividade antrópica nem sempre afeta negativamente as comunidades epifíticas. Poucos estudos foram realizados sobre a comunidade epifítica, onde a maioria se restringiu em avaliar apenas a riqueza dentro dos fragmentos (MAGRACH *et al.*, 2012; ACEVES-TOLEDO *et al.*, 2014; SÁNCHEZ *et al.*, 2016), sendo que eles geralmente evidenciam a importância do efeito de borda e da distância de remanescentes florestais. Outros

parâmetros negligenciados nestes estudos como a altitude, a proximidade com corpos d'água, a qualidade de fragmentos na paisagem e o tipo de matriz circundante também se mostraram importantes em nosso estudo. Apesar dessas inovações, a nossa pesquisa apresenta algumas limitações que devem ser levadas em consideração em projetos futuros. A comunidade epifítica foi examinada sob a influência de variáveis ambientais, tanto do ambiente em torno quanto das características do fragmento, porém, tanto a colonização, a dispersão e a estruturação da comunidade podem ser influenciadas por fatores como as características dos forófitos colonizados, microclima, limitação na polinização e dispersão, frugivoria entre outros. Portanto, a realização de novos estudos se torna importante para a confirmação das hipóteses apresentadas aqui.

2.5. Conclusão

Com o contínuo avanço do uso de terras para a agricultura, a fragmentação e as influências das matrizes antrópicas, o conhecimento sobre o comportamento das plantas em fragmentos remanescentes em resposta às perturbações, diante da ameaça à biodiversidade, se torna essencial na tomada de decisões para a conservação. Nossos resultados sugerem que a comunidade epifítica é afetada pela conectividade entre os fragmentos, pelas características geográficas como a altitude em que o fragmento está inserido e pelo uso da terra que as circundam. Pensando na escolha de áreas para conservação dentro de propriedades rurais, onde os fragmentos se mostram adequados para a manutenção de diversas espécies de epífitas, a escolha da área pode ser vital para se evitar o decréscimo ou mesmo a extinção destas espécies. Poucos estudos quantificaram as epífitas, e conseguimos encontrar resultados interessantes através deste método, reforçando estudos anteriores (WAGNER, 2015), que sugerem que medidas distintas podem ser complementares, e que a distribuição da abundância de espécies pode variar de acordo com a medida de abundância (MAGURRAN E HENDERSON, 2010). Nossos resultados ressaltam a importância de se utilizar, em estudos com comunidades de epífitas, mais de um método de quantificação de indivíduos, assim como analisar os dados utilizando agrupamentos de espécies diferentes.

Referências Bibliográficas

- ACEVES-TOLEDO, T. et al. Significance of remnant cloud forest fragments as reservoirs of tree and epiphytic bromeliad diversity. **Tropical Conservation Science**, v.7, n.2, p.230-243, 2014.
- ALVARES, Roberto et al. Evaluating factors that predict the structure of a commensalistic epiphyte–phorophyte network. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1756, p. 2012-2821, 2013.
- ARAGÓN, Gregorio et al. Edge type determines the intensity of forest edge effect on epiphytic communities. **European Journal of Forest Research**, v. 134, n. 3, p. 443-451, 2015.
- BARBOSA, M.R.V.; THOMAS, W.W. **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica**. In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. UFRPE, Recife, p. 19-22, 2002.
- BAUTISTA, L.J. et al. Impact of silvicultural methods on vascular epiphytes (ferns, bromeliads and orchids) in a temperate forest in Oaxaca, Mexico. **Forest Ecology and Management**, v.329, p.10-20, 2014
- BONNET, A.; CURCIO, G.R.; GALVÃO, F., KOZERA, C. Diversidade e distribuição espacial de bromeliáceas epifíticas do altíssimo rio Tibagi – Paraná – Brasil. **Floresta** 40(1): 71-80, 2010.
- BIANCHI, J. S.; KERSTEN, R. de A. Edge effect on vascular epiphytes in a subtropical Atlantic Forest. **Acta Botanica Brasilica**, v. 28, n. 1, p. 120-126, 2014.
- BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V., Biogeografia. In: **Biogeografia**. Funpec, 2006.
- CABRAL, P. R. M.; PANSARIN, E. R. Biologia reprodutiva de *Campylocentrum micranthum* (Orchidaceae, Angraecinae). **Rodriguésia**, vol.67 no.2 Rio de Janeiro Apr./June 2016.
- CARDOSO JC. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Botucatu: potencial ornamental e cultivo. **Horticultura Brasileira** 32: 7-13, 2014.
- CASCANTE-MARÍN, A. et al. Dispersal limitation in epiphytic bromeliad communities in a Costa Rican fragmented montane landscape. **Journal of Tropical Ecology**, v.25, p.63-73, 2009.
- CHAO, A. et al. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. **Ecological Monographs**, v.84, p.45-67, 2014.
- CONCEPCIÓN, E.D.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; DÍAZ, M. Plant diversity partitioning in Mediterranean croplands: effects of farming intensity, field edge, and landscape context. **Ecological Application**, v.22, n.3, p.972-981, 2012.

- DEBINSKI, D. M. & HOLT, R. D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation Biology**, 14:342-355, 2000.
- DIAZ, CABIDO, 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes *Trends Ecol. Evol.*, 16, pp. 646–655, 2001.
- DIDHAM, R. K. Ecological consequences of habitat fragmentation. **eLS**, 2010.
- EINZMANN, H.J.R.; DÖCKE, L.; ZOTZ, G. Epiphytes in human settlements in rural Panama. **Plant Ecology and Diversity**, v.9, n.3, p.277-287, 2016.
- ESSEN, P., RENHORN, K. Edge effects on epiphytic lichen in fragmented forests. **Conservation Biology** 12: 1307-1317, 1998.
- HERNÁNDEZ-PÉREZ, E., SOLANO, E. Effects of habitat fragmentation on the diversity of epiphytic orchids from a montane forest of southern Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 31, pp 103-115, 2015.
- FAHRIG, L.; MERRIAM, G. Conservation of fragmented populations. **Conservation biology**, v. 8, n. 1, p. 50-59, 1994.
- FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. MEETING; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Evaluation of Certain Food Additives: Seventy-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives**. World Health Organization, 2010.
- FAO, Ifad. WFP (2014). **The state of food insecurity in the world**, p. 12, 2014.
- FERREIRA, A. W. C. **Fenologia de *Catasetum fimbriatum* (Morren) Lindl. (Catasetinae, Orchidaceae) e sua polinização por abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) na região de São Carlos-SP, Brasil**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global ecology and biogeography**, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007.
- FLORES-PALACIOS, A.; GARCÍA-FRANCO, J. G. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 1, p. 191-207, 2008.
- FORMAN, R.TT. Some general principles of landscape and regional ecology. **Landscape ecology**, v. 10, n. 3, p. 133-142, 1995.
- GASCON, C., LAURANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia Central. **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais: Avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, p. 112-127, 2001.

GERALDINO, H. C. L.; CAXAMBÚ, M. G.; SOUZA, D. C. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares em uma área de ecótono em Campo Mourão, PR, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v. 24, n. 2, p. 469-482, 2010.

GONÇALVES, C.N.; WAECHTER, J.L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitas vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasílica**, v.17, n.1, p.89-100, 2003.

GRADSTEIN, S.R. Bryophyte diversity of the tropical rainforest. Archives des Sciences [**Société de physique et d'histoire naturelle de Genève**] 48: 91-96, 1995.

HÄGER, A. et al. Effects of management and landscape composition on the diversity and structure of tree species assemblages in coffee agroforest. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.199, p.43-51, 2014.

HARPER, K.A et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes **Conservation Biology**, 19 (2005), pp. 768–782, 2005.

HERNÁNDEZ-PÉREZ, E. SOLANO, E. Effects of habitat fragmentation on the diversity of epiphytic orchids from a montane forest of southern Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 31, n. 02, p. 103-115, 2015.

HSIEH, T.C.; MA, K.H.; CHAO, A. **iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity**. R package version 2.0.8. 2016. Disponível em: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download>.

JØRGENSEN, P. M. The lichen family Pannariaceae in Europe. **Opera Bot**, 45:1– 124,1978.

KERSTEN, R.A; KUNIYOSHI, Y.S.; RODERJAN, C.V. Epífitas vasculares em duas formações ribeirinhas adjacentes na bacia do rio Iguaçu – Terceiro Planalto Paranaense. **Iheringia**, v.64, n.1, p.33-43, 2009.

KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares – histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, v.37, n.1, p.9-38, 2010.

KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. The floristic compositions of vascular epiphytes of a seasonally inundated forest on the coastal plain of Ilha do Mel Island, Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v.54, p.935-942, 2006.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Mexico City: Fondo Cultura Economica, 1948.

KÖSTER, N. et al. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human use. **Conservation Biology**, v.23, n.4, p.911-919, 2009.

KRÖMER, T. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. **Journal of Biogeography**, v.32, p.1799-1809, 2005.

LAUBE, S.; ZOTZ, G. Long-term changes of the vascular epiphyte assemblage on the palm *Socratea exorrhiza* in a lowland forest in Panama. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, n. 3, p. 307-314, 2006.

MACHADO, C.G. et al. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.15, n.2, 267-279, 2007.

MACHADO, C.G.; SEMIR, J. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área de Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.1, p.163-174, 2006.

MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 1977.

MAGRACH, A.; LARRINAGA, A.R.; SANTAMARIA, L. Internal habitat quality determines the effect of fragmentation on Austral forest climbing and epiphytic angiosperms. **Plos One**, v.7, n.10, 2012.

MAGURRAN, A. E.; HENDERSON, P.A. **Commonness and rarity A.E. Magurran, B.J. McGill (Eds.)**, Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment, Oxford University Press, Oxford, pp. 97–103, 2010.

MANCINELLI, W. S.; SMIDT, E. C. O gênero *Bulbophyllum* (Orchidaceae) na região Sul do Brasil. **Rodriguesia**, c.63, n. 4, 2012.

MARCUSSO, G.M.; MONTEIRO, R. Composição florística de epífitas vasculares em duas fisionomias vegetais o município de Botucatu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguesia**, v.67, n.3, 2016.

MARTINS, S. V. et al. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia forestalis**, v. 64, p. 172-181, 2003.

NIEDER, J.; ENGWALD, S.; BARTHLOTT, W. 1999. Patterns of neotropical epiphyte diversity. **Selbyana** 20(1): 66-75, 1999.

OLIVEIRA, L.C. et al. Componente epifítico vascular de um fragmento florestal urbano, município de Criciúma, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v.26, n.2, p.33-44, 2013.

OLIVETTI, D. et al. Modelagem espacial e temporal da erosão hídrica em Latossolo vermelho distrófico com uso agropecuário numa sub-bacia hidrográfica do sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, p.58–67, 2015.

PANSARIN, M. P.; PANSARIN, E. R.; dos SANTOS, I. A. Diversidade de elaióforos em *Baptistonia* (Orchidaceae: Oncidiinae) brasileiras. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte, 10-15 de novembro 2013.

PÉRICO, E. et al. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**. p. 2339-2346, 2005.

SÁNCHEZ, E.P.; ARMENTERAS, D.; RETANA, J. Edge influence on diversity of orchids in Andean cloud forest. **Forests**, v.7, n.63, p.1-13, 2016.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. URL: <https://www.R-project.org/>.

REIS, L. C. dos. **Limiares de extinção em comunidades de hepáticas (Marchantiophyta) epífitas na Mata Atlântica da Bahia, Brasil** / Luciana Carvalho dos Reis. – 2012. 44 f. : il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, Salvador, 2012.

RHEAULT, H. et al. Edge effects on epiphytic lichens in managed black spruce forests of eastern North America. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 33, n. 1, p. 23-32, 2003.

SÁNCHEZ, E.P.; ARMENTERAS, D.; RETANA, J. Edge influence on diversity of orchids in Andean cloud forest. **Forests**, v.7, n.63, p.1-13, 2016.

SANDFORD, W. Distribution of epiphytic orchids in semi-deciduous tropical forest in southern Nigeria. **Journal of Ecology**, v.56, p.697–705, 1968.

SAITO, S. et al. Host trait preferences and distribution of vascular epiphytes in a warm-temperate forest. **Plant Ecology**, v. 201, n. 1, p. 247, 2009.

SCHINDLER, S. et al. Multiscale performance of landscape metrics as indicators of species richness of plants, insects and vertebrates. **Ecological Indicators**, v.31, p.41-48, 2013.

SJÖBERG, K., AND L. ERICSON. Forested and open wetland complexes. Pages 326–351 in L. Hansson, editor. **Ecological principles of nature conservation**. Elsevier Applied Science, London, 1992.

SODHI, N.S., C.J.A. Correlates of extinction proneness in tropical angiosperms. **Diversity and Distributions**, 14, 1–10, 2008.

TAYLOR, A.; BURNS, K.. Epiphyte community development throughout tree ontogeny: an island ontogeny framework. **Journal of Vegetation Science**, v. 26, n. 5, p. 902-910, 2015.

TILMAN, D. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. **Ecology**, v. 75, p. 2-16, 1994.

TOMAZI, E. F.; FIGUEIREDO, R. A. Efeito da ingestão por aves na germinação de sementes de *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae) em Jundiá-SP, Brasil. **Revista das**

Faculdades de Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta, n.7, p.11-15, 2002.

TRIANA-MORENO, Luz Amparo et al. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la amazonía Colombiana. **Acta Biológica Colombiana**, v. 8, n. 2, p. 31-42, 2003.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

ZAPPI, D.C.; TAYLOR, N.P. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Cactaceae. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v.21, n.1, p.147-154, 2003.

ZOTZ, G.; HIETZ, P. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. **Journal of experimental botany**, v. 52, n. 364, p. 2067-2078, 2001.

ZOTZ, G.; BADER, M. Y. Epiphytic plants in a changing world-global: change effects on vascular and non-vascular epiphytes. In: **Progress in botany**. Springer Berlin Heidelberg. p. 147-170, 2009.

ZOTZ, G. The systematic distribution of vascular epiphytes—a critical update. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 171, n. 3, p. 453-481, 2013.

WAGNER, K.; MENDIETA-LEIVA, G.; ZOTZ, G. Host specificity in vascular epiphytes: a review of methodology, empirical evidence and potential mechanisms. **AoB Plants**, v. 7, p. plu092, 2015.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS - Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. 2009. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**; Springer: New York, NY, USA, 2009.

WILSON, T. L.; JOHNSON, E. J.; BISSONETTE, J. A. Relative importance of habitat area and isolation for Bird occurrence patterns in a naturally patchy landscape. **Landscape Ecology**, Amsterdam, v. 24, p. 351–360, 2009.

WOLF, J.H.D.; GRADSTEIN, S.R.; NADKARNI, N.M. A protocol for sampling vascular epiphyte richness and abundance. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, n.2, 2009.

WUYTS, K.; SCHRIJVER, A.; VERMEIREN, F., VERHEYEN, K. Gradual forest edges can mitigate edge effects on through fall deposition if their size and shape are well considered. **For Ecol Manage**, 257:679–687, 2009.

FIGURAS E TABELAS

TABELA 1 – Descrição das variáveis explicativas medidas em diferentes escalas, Escala local (EL): medidas dentro do fragmento, escala de paisagem (EP): medidas dentro de dois buffers concêntricos (0,7 e 1,0km) em torno do fragmento.

Escala	Acrônimo	Métrica	Descrição
EL	Liana %	Presença de lianas	Porcentagem média de cobertura das árvores, Considerada como medida indireta de qualidade do fragmento
	Brio %	Presença de briófitas	Porcentagem média de cobertura das árvores, Aqui considerada com uma medida indireta de umidade.
	Ndvi amp	Quantidade de biomassa vegetal total calculada através do NDVI	Média da amplitude dos pixels, Varia de -1 (ausência de vegetação) a 1 (Máxima cobertura vegetal)
	Ndvi blinear	Quantidade de biomassa vegetal total calculada através do NDVI	Média beta linear dos pixels, Varia de -1 (ausência de vegetação) a 1 (Máxima cobertura vegetal)
	Slope	Inclinação do relevo	Média dos pixels, Varia de 0° (terreno plano) a 90° (inclinação máxima)
	Alt	Altitude	Média dos pixels em metros
	Aspecto	Face de exposição do relevo	Média angular dos pixels, Varia de 0° (voltada para o norte) a 270° (voltada para oeste)
	Nndist	Distância euclidiana do vizinho mais próximo	Distância da borda do fragmento à borda do fragmento mais próximo
	NN_id	Identificação do polígono	Número referente ao polígono onde se encontra o vizinho mais próximo
	NN_area	Área do vizinho mais próximo	Área do fragmento de mesmo tipo mais próximo ao estudado
	Pxgf500	Número de fragmentos dentro de um buffer de 500 m	Número de pixels referente aos fragmentos próximos dentro da escala de 500m
	Paratio	Relação perímetro/área	Medida de complexidade da forma do

			fragmento
	Shape_idx	Índice de forma	O valor é igual a 1 quando todas as correções são circulares, aumentando com a complexidade da forma, independente do tamanho do fragmento
EP	Mata	Floresta Atlântica Semidecidual (vegetação predominante)	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Cerrado	Cerrado	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Pasto	Pasto	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Café	Culturas de café	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Eucalipto	Culturas de eucalipto	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Cult	Outras culturas	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Agua	Corpos d'água	Porcentagem de área total ocupada pela classe
	Solo	Solo exposto	Porcentagem de área total ocupada pela classe
RM		Riqueza de matrizes	Nº de classes de uso dentro de cada escala
DM		Índice de diversidade de matrizes	$H = -\sum(pi)(\ln*pi)$, onde pi = proporção da área total ocupada por cada classe de uso
Casas *		Densidade de casas/outras edificações	Nº elementos/m ² , Índice utilizado: Point Density com raio de busca de 500m
Estr*		Densidade de estradas (terra+asfalto)	Nº estradas/km ² , Índice utilizado: Kernel Density com raio de busca de 100m

*Calculadas apenas na escala de 1000m

TABELA 2 – Modelos lineares generalizados para a ocorrência de epífitas em função de características da paisagem. Ordenados de acordo com o Critério de Informação de Akaike corrigido para pequenas amostras (AICc), apenas modelos considerados válidos ($AICc < 2$) e o modelo nulo são mostrados, $\Delta AICc$ = diferença entre os valores de AICc de um modelo específico e aquele modelo com o menor valor, $wAICc$ = peso do modelo (model weight).

Variável	Modelo	$\Delta AICc$	$wAICc$	Relação
%Forófitos total	Paratio	0	1	(-)
	Nulo	131	0,001	
Espécies Generalistas (Riqueza)	Água	0	0,8	(+)
	Nulo	2,8	0,2	
Espécies Floresta (Abundância)	Dens_estrada	0	0,959	(+)
	Nulo	6,3	0,041	
Espécies Floresta (Biomassa)	Dens_estrada	0	0,7	(+)
	Nulo	1,8	0,29	
Polinização Vertebrados (Abundância)	Mata_7	0	0,72	(-)
	Nulo	1,9	0,28	
Polinização Artrópodes (Abundância)	Nn_dist	0	0,79	(+)
	Nulo	2,7	0,21	
Polinização Artrópodes (Biomassa)	Nn_dist	0	0,81	(+)
	Nulo	2,9	0,19	
Pouco Abundantes (Abundância)	Altitude	0	0,99	(-)
	Nulo	9,8	0,007	
Pouco Abundantes (Biomassa)	Altitude	0	0,71	(-)
	Nulo	1,8	0,29	
Pouco Abundantes (Riqueza)	Altitude	0	0,997	(-)
	Nulo	12	0,002	
Frequentes (Biomassa)	P_liana	0	0,914	(-)
	Nulo	4,7	0,086	
Pouco frequentes (Biomassa)	Cafezin_7	0	0,8	(+)
	Nulo	2,7	0,2	
Pouco Frequentes (Riqueza)	Água	0	0,99	(+)
	Nulo	11,6	0,003	

TABELA 3 – Descrição das variáveis resposta medidas nos fragmentos. Não foram colocadas na tabela paisagens que não apresentaram epífitas.

Paisagem	Código	Biomassa	Abundância	Riqueza Estimada	% de Forófitos
2	P21	27	25	11	0,2
3	P9	23	19	3	0,15
4	MT	30	52	9	0,18
6	PZV	28	25	9	0,18
7	P4	52	139	15	0,23
8	P2	3	3	3	0,08
9	P23	6	6	2	0,1
11	P19	6	0	7	0,1
12	P27	9	19	2	0,15
14	T3	1	1	1	0,03
15	T4	1	1	1	0,03

FIGURA 1. Mapa das 15 paisagens estudadas distribuídas ao longo de nove municípios no sul de MG.

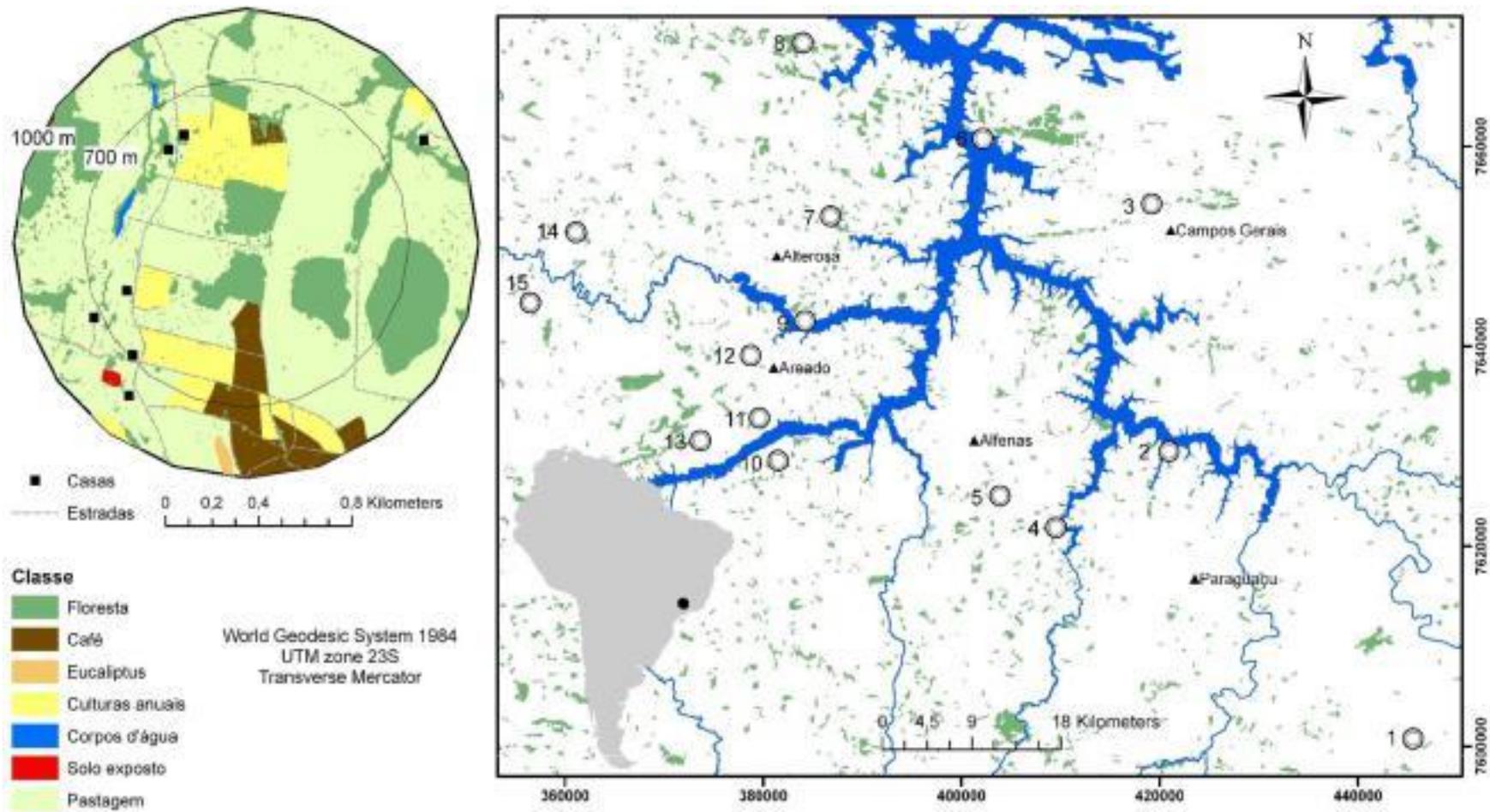


FIGURA 2 - Representação da escala de notas de biomassa atribuídas a duas diferentes espécies de epífita (cores diferentes). Os círculos representam os indivíduos, A nota atribuída a cada espécie é influenciada tanto pela quantidade quanto pelo tamanho dos indivíduos. Adaptado de Kersten *et al*, (2009).

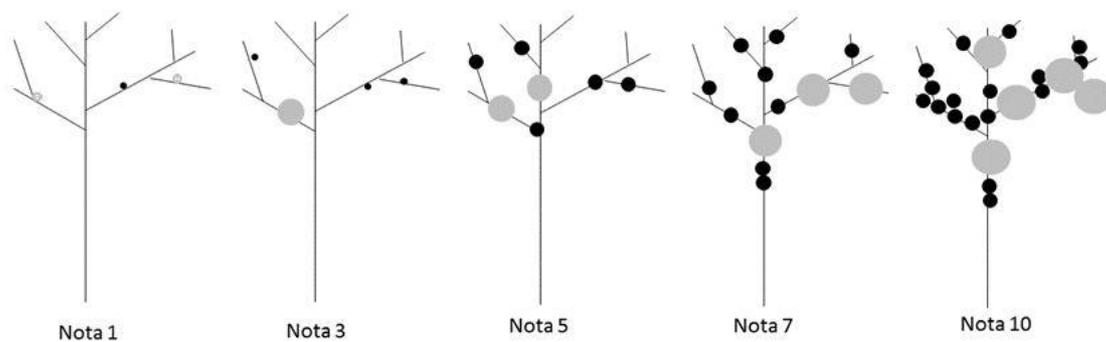
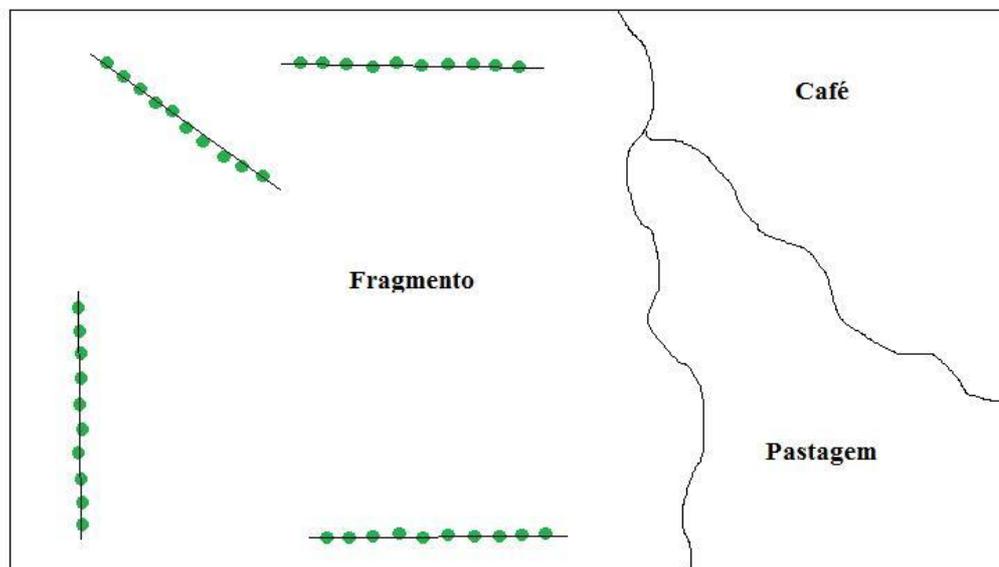
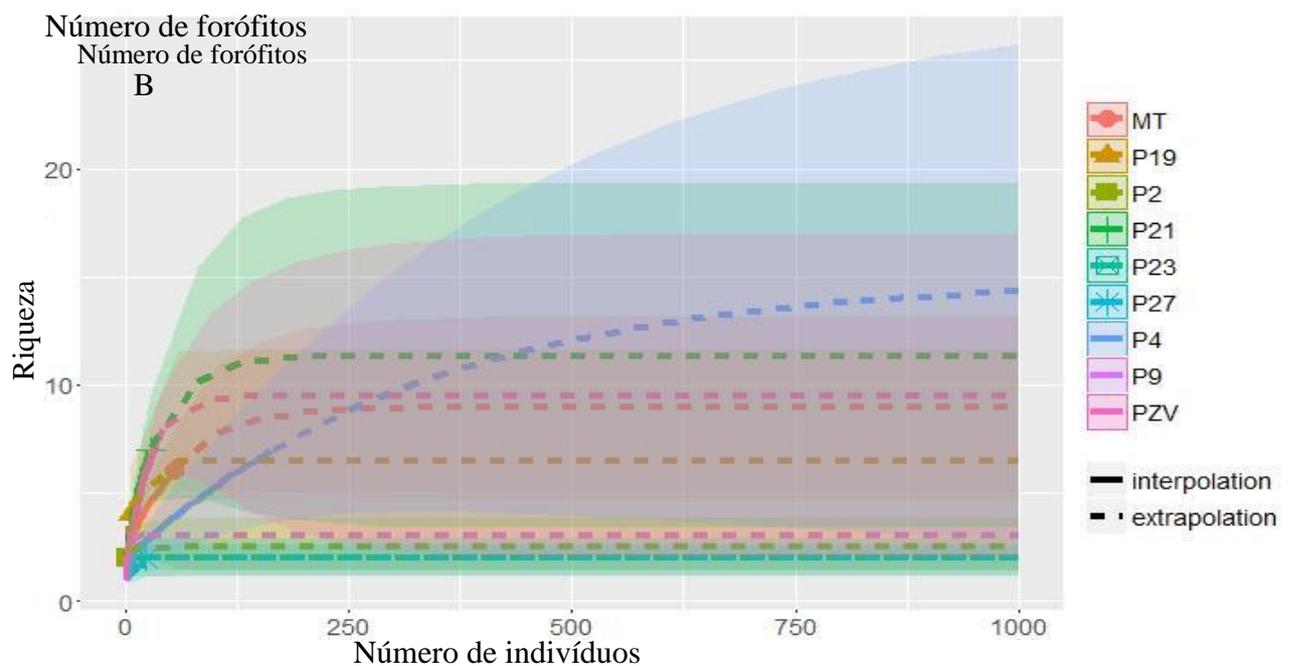
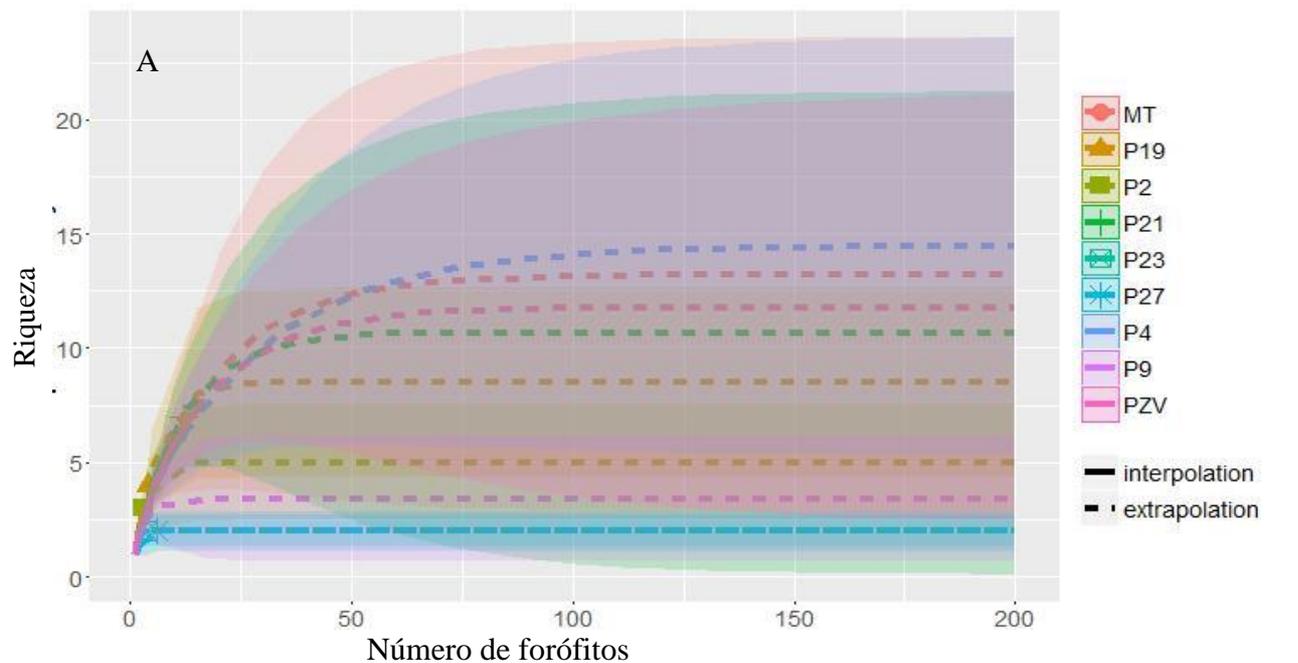


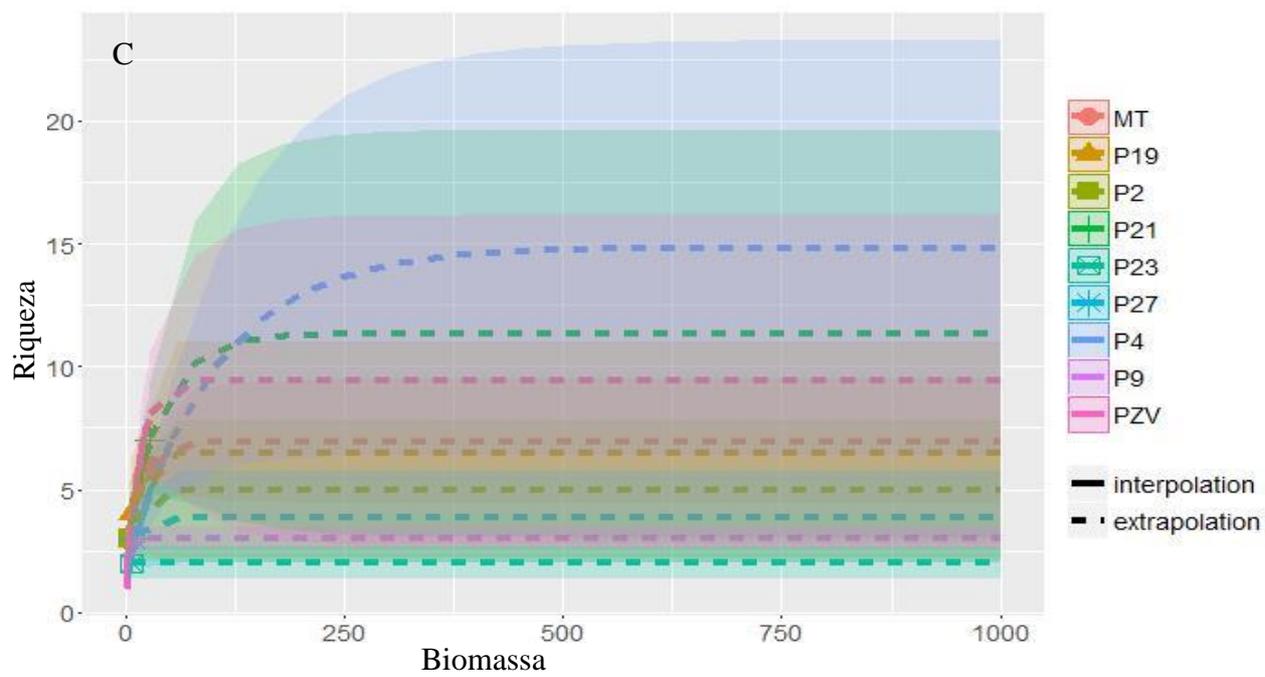
FIGURA 3 - Desenho experimental da amostragem de epífitas nos fragmentos. As retas pretas representam os transectos com cerca de 100 metros, e os círculos verdes representam as árvores amostradas de 10 em 10 metros dentro do transecto.



APÊNDICES

APÊNDICE A – Estimadores de riqueza (CHAO *et al*, 2014) calculados para diferentes tipos de esforço amostral: (A) Número de forófitos, (B) Abundância e (C) Biomassa. A linha pontilhada representa a riqueza estimada e a linha contínua representa a riqueza observada em cada paisagem (cores diferentes).





APÊNDICE B. Conjunto final de 22 métricas calculadas para as 15 pastagens estudadas. Métricas autocorrelacionadas foram previamente excluídas. A explicação das métricas se encontra na tabela 1. Métricas com o numeral 7 significam que foram analisadas na escala de 700m. (Continua)

Paisagem	Código	Coordenadas	Briófita %	Liana %	Mata 7	Café 7	Cult 7	Agua 7	Pasto 7	Estr 7	Casa 7	Alt
1	H47	S21°41'77" W45°31'58"	15,3	62,7	20,1	12,1	9,05	0,031	58,6	0,001093	0,0000020	0,001093
2	P21	S21°26'08" W45°45'78"	41,9	40,8	11,4	0,0	3,93	28,584	56,1	0,000009	0,0000010	0,000009
3	P9	S21°12'69" W45°46'75"	24,5	15,3	16,4	22,9	0,00	0,000	58,9	0,001985	0,0000006	0,001985
4	MT	S21°30'18" W45°52'37"	28,9	32,8	21,7	0,0	0,00	3,932	74,4	0,003003	0,0000060	0,003003
5	P7	S21°28'49" W45°55'66"	47,7	43,3	23,3	0,1	0,03	0,184	76,3	0,000036	0,0000003	0,000036
6	PZV	S21°09'11" W45°56'58"	19,2	13,8	17,2	4,8	0,00	28,135	46,7	0,001311	0,0000010	0,001311
7	P4	S21°13'26" W46°05'48"	46,9	46,9	31,6	5,2	0,31	0,017	60,6	0,000563	0,0000001	0,000563
8	P2	S21°03'82" W46°06'96"	40,5	32,8	32,5	0,0	0,00	0,050	67,5	0,000015	0,0000000	0,000015
9	P23	S21°18'91" W46°07'00"	18,0	21,4	12,7	4,1	3,65	10,145	69,4	0,001217	0,0000140	0,001217
10	PD	S21°26'48" W46°08'64"	37,8	37,3	22,3	0,6	17,49	0,000	58,9	0,001091	0,0000009	0,001091
11	P19	S21°24'17" W46°09'75"	30,9	41,1	27,6	3,9	1,14	0,000	67,1	0,000181	0,0000010	0,000181
12	P27	S21°20'78" W46°10'13"	29,4	41,7	17,9	4,7	0,41	0,008	77,0	0,000045	0,0000001	0,000045
13	P13	S21°25'34" W46°13'12"	50,9	38,0	30,4	7,7	0,00	0,000	61,9	0,000108	0,0000000	0,000108
14	T3	S21°13'99" W46°20'31"	19,4	37,7	20,9	7,0	2,49	0,000	69,6	0,000452	0,0000070	0,000452
15	T4	S21°17'81" W46°22'96"	14,4	16,7	12,0	2,7	8,61	0,184	76,5	0,000826	0,0000010	0,000826

APÊNDICE B. Conjunto final de 22 métricas calculadas para as 15 pastagens estudadas. Métricas autocorrelacionadas foram previamente excluídas. A explicação das métricas se encontra na tabela 1, Métricas com o numeral 7 significam que foram analisadas na escala de 700m.

(Conclusão)

Paisagem	Código	Slope	Aspecto	RM 7	DM 7	NNdist	Nnid	Nn_area	Pxgf500	paratio	Shape idx	Ndvi amp	Ndvi bilienar
1	H47	21,102	113	5	1,341	0,083	270	25643,08	3740382,99	0,01	1,792	0,370	0,0099
2	P21	8,523	273	4	1,201	1,989	300	7946,50	2113,14	0,013	1,853	0,296	-0,0033
3	P9	26,497	200	5	1,201	0,061	192	8116,14	2171208,79	0,014	2,289	0,439	0,0094
4	MT	12,532	176	3	0,863	6,203	160	3355,99	143,01	0,014	2,781	0,309	0,0065
5	P7	11,459	210	6	0,707	3,847	174	2293,29	828,75	0,017	2,123	0,302	0,0061
6	PZV	28,733	224	5	1,323	14,741	123	2540,69	13,17	0,019	3,433	0,497	0,0068
7	P4	29,199	188	6	1,072	17,189	56	357366,65	1576,82	0,012	3,627	0,394	0,0085
8	P2	22,214	332	3	0,697	9,301	91	210824,52	2446,83	0,007	2,075	0,474	0,0083
9	P23	34,313	212	6	1,330	2,301	150	2686,45	818,36	0,02	1,659	0,448	0,0086
10	PD	15,487	291	6	1,192	1,602	206	10819,73	2181,74	0,015	2,714	0,377	0,0084
11	P19	13,797	76	5	0,989	8,838	103	7466,77	178,04	0,012	2,632	0,374	0,0081
12	P27	32,305	94	5	0,890	10,052	229	31084,53	339,44	0,019	2,743	0,391	0,0079
13	P13	42,086	127	3	0,975	7,602	89	20759,39	1001,50	0,011	3,140	0,351	0,007
14	T3	29,014	111	4	1,095	13,181	75	207679,88	1209,61	0,031	3,226	0,487	0,0102
15	T4	6,693	340	5	1,057	61,178	36	51591,91	19,22	0,0255	1,590	0,363	0,0039

APÊNDICE C. Conjunto de 14 métricas não utilizadas nas análises de GLM's por apresentarem autocorrelações com as métricas utilizadas. As métricas com o numeral 10 a frente foram calculadas na escala de 1km. (continua)

Paisagem	Código	Area_frag	Per_frag	Area/Per	Mata_10	Cafezin_10	Culturas_10	Agua_10
1	H47	401035	4023	99.686	25.52	19.58	17.87	0.05
2	P21	264372	3378	78.263	10.66	0.77	12.16	46.61
3	P9	584352	11284	51.786	19.99	45.33	0.00	0.00
4	Mt	530655	7708	68.845	21.54	0.00	0.68	8.68
5	P7	548724	7169	76.541	25.97	9.60	10.29	0.16
6	PZV	425682	7650	55.645	16.03	9.49	0.42	53.48
7	P4	2638813	40582	65.024	53.41	6.84	0.27	0.11
8	P2	4472107	33281	134.374	49.98	0.55	0.00	0.05
9	P23	83622	1701	49.160	18.90	3.47	5.06	27.63
10	PD	1248951	20914	59.718	35.27	5.81	31.09	0.00
11	P19	588468	7390	79.630	38.46	8.23	1.90	0.01
12	P27	256924	4929	52.125	27.61	7.39	2.64	0.13
13	P13	2000900	26265	76.181	39.37	18.03	0.00	0.04
14	T3	131942	4154	31.763	32.96	12.07	2.01	0.02
15	T4	99111	2508	39.518	20.17	5.31	9.05	0.22

APÊNDICE C. Conjunto de 14 métricas não utilizadas nas análise de GLM's por apresentarem autocorrelações com as métricas utilizadas. As métricas com o numeral 10 a frente foram calculadas na escala de 1km. (conclusão)

Paisagem	Código	Pasto_10	Dens_ estr 10	Dens casa 10	Rmatriz_10	PXfg_100DIVmatriz_10	Frac_Dim
1	H47	36.98	0.0041	0.0000007	5	3740379.855	1.287
2	P21	29.80	0.0039	0.0000054	5	2113.016601	1.249
3	P9	33.22	0.0027	0.0000019	5	2171202.508	1.113
4	Mt	69.11	0.0012	0.0000011	4	141.799492	0.832
5	P7	53.96	0.0028	0.0000037	6	827.3271791	1.154
6	PZV	17.88	0.0087	0.0000032	6	11.69149784	1.280
7	P4	35.17	0.0031	0.0000022	7	1576.671168	1.044
8	P2	46.43	0.0020	0.0000085	5	2444.367254	0.840
9	P23	44.91	0.0038	0.0000030	6	815.1767757	1.300
10	PD	26.08	0.0048	0.0000022	6	2171.687611	1.322
11	P19	51.18	0.0035	0.0000012	6	163.2625895	1.006
12	P27	62.18	0.0073	0.0000018	6	322.1557007	0.952
13	P13	42.55	0.0040	0.0000032	4	999.9583143	1.043
14	T3	52.89	0.0028	0.0000067	6	1199.026839	1.041
15	T4	64.84	0.0013	0.0000015	7	13.24048382	1.016

APÊNDICE D – Lista e classificação funcional de espécies de epífitas. Freq=Freqüência, Foro=N°forófitos, Abund=Abundância, Bio=Biomassa, Amb=plantas presente no fragmento e pastos adjacentes, Frag= plantas presentes apenas no fragmento, Pol=Polinização, Vert= Vertebrados, Art=Artópodes, Ane=Anemofilia, Ref=referência bibliográfica utilizada na classificação dos grupos.

Família	Espécie	Freq	Foro	Abund	Bio	Abund/ foro	Bio/ foro	Hábitat	Pol	Ref
Bromeliaceae	<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	1	2	13	4	6,5	2	Amb	Vert	1,2
	<i>Billbergia porteana</i> Brong, Ex Beer	1	3	6	2	2	0,66	Amb	Vert	2,5
	<i>Bilbergia sp, 1</i>	1	3	3	1	1	0,33	Frag	Vert	9
	<i>Bilbergia sp, 2</i>	1	2	1	1	0,5	0,5	Frag	Vert	9
	Bromélia (Não identificada)	2	6	8	9	1,33	1,5	Frag	Vert	S,I,
	<i>Tillandsia pohliana</i> Mez,	4	9	7	12	0,78	1,33	Amb	Vert	3,5
	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	5	10	16	28	1,6	2,8	Amb	Vert	5
	<i>Tillandsia sp,</i>	1	2	1	1	0,5	0,5	Frag	Vert	9
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw,	3	4	12	9	3	2,25	Amb	Vert	6,7
Orchidaceae	<i>Baptistonia pubes</i> (Lindl.) Chiron & V,P, Castro	1	3	11	9	3,67	3	Frag	Art	10
	<i>Brassavola tuberculata</i> Hook	1	6	26	63	4,33	10,5	Amb	Art	5
	<i>Bulbophyllum chloroglossum</i> Rchb,f, & Warm,	4	9	13	28	1,44	3,11	Frag	Art	11
	<i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl,)	3	4	3	3	0,75	0,75	Frag	Art	12
	<i>Catasetum fimbriatum</i> (C,Morren) Lindl,	2	4	2	2	0,5	0,5	Frag	Art	13
	<i>Coppensia varicosa</i> (Lindl,) Campacci.	1	2	1	1	0,5	0,5	Amb	Art	10
	<i>Encyclia patens</i> Hook.	1	2	3	2	1,5	1	Frag	Art	14
	<i>Epidendrum pseudodiforme</i> Hoehne & Schltr.	1	2	1	1	0,5	0,5	Amb	Art	5
	<i>Lophiaris pumila</i> (Lindl,) Braem	4	12	15	23	1,25	1,91	Amb	Art	4
	<i>Polystachya concreta</i> (Jacq,) Garay & Sweet	6	16	34	124	2,13	7,75	Amb	Art	5
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb,f.	1	2	1	1	0,5	0,5	Frag	Art	5	
Piperaceae	<i>Peperomia tetraphylla</i> (G,Forst,) Hook.	1	2	8	35	4	17,5	Frag	Ane	8

1.Machado *et al.*,2007

2.Gonçalves & Waechter 2003

3. Machado & Semir 2006
4. Marcusso & Monteiro, 2016
5. Oliveira *et al*, 2013
6. Zappi & Taylor 2003
7. Tomazi & Figueiredo 2002
8. Geraldino *et al*. 2010
9. Moreira *et al*. 2006
10. Pansarin *et al* 2013
11. Mancinelli & Smidt, 2012
12. Cabral & Pansarin, 2016
13. Ferreira, 2005
14. Cardoso, 2014

APÊNDICE E - Distribuição de espécies de epífitas ao longo de 15 fragmentos, Abundância/forófito (Biomassa/forófito). (conclusão)

Espécie	P4	P7	P9	PD	PZV	T3	T4	Total
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	13,0 (4,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	13,0 (4,0)
<i>Baptistonia pubes</i> (Lindl.) Chiron & V.P. Castro	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	5,5(4,5)
<i>Bilbergia sp. 1</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	3,0(1,0)
<i>Bilbergia sp. 2</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)
<i>Billbergia porteana</i> Brong, Ex Beer	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	3,0(1,0)
<i>Brassavola tuberculata</i> Hook	5,2 (12,6)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	5,2 (12,6)
Bromélia (Não identificada)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,6 (1,8)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,6(1,8)
<i>Bulbophyllum chloroglossum</i> Rchb,f, & Warm.	1,0(1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,0 (5,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	5,0(8,0)
<i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl.)	1,0(1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	3,0(3,0)
<i>Catasetum fimbriatum</i> (C,Morren) Lindl.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	2,0(2,0)
<i>Coppensia varicosa</i> (Lindl.) Campacci.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)
<i>Encyclia patens</i> Hook.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	3,0 (2,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	3,0(2,0)
<i>Epidendrum pseudodifforme</i> Hoehne & Schltr.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)
<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	12,0 (9,0)
<i>Lophiaris pumila</i> (Lindl.) Braem	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	5,0(7,0)
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G,Forst.) Hook.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	8,0 (35,0)
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet	5,0 (24,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	12,6(32,9)
<i>Polystachya estrellensis</i> Rchb,f.	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)
<i>Tillandsia pohliana</i> Mez.	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0 (2,5)	0,0 (0,0)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	4,0(7,5)
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	2,6 (4,7)	0,0 (0,0)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)	7,6 (12,7)
<i>Tillandsia sp.</i>	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	1,0 (1,0)	0,0 (0,0)	1,0(1,0)

APÊNDICE F - Distribuição de grupos funcionais de epífitas ao longo de 15 fragmentos.

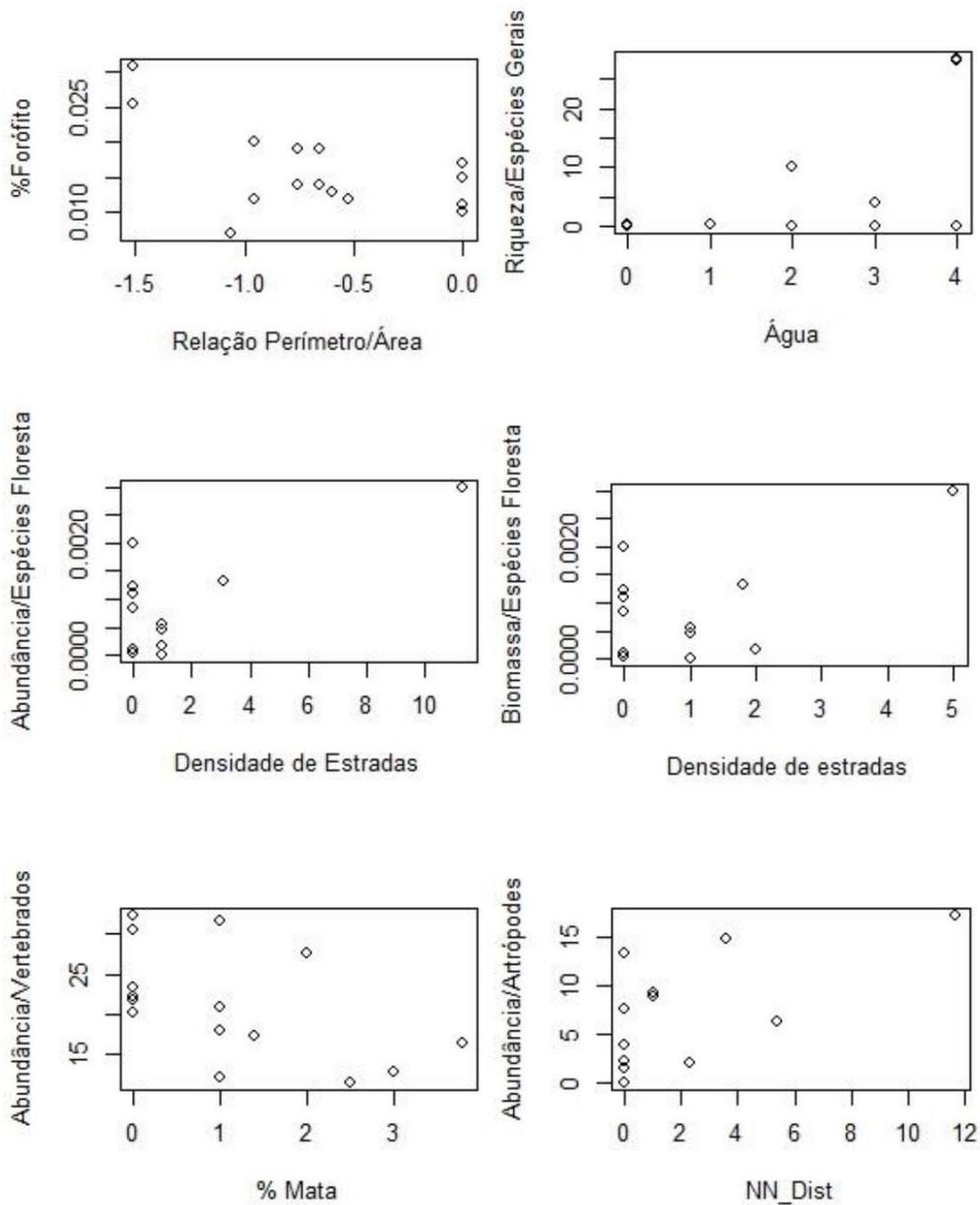
		H27	MT	P13	P19	P2	P21	P23	P27	P4	P7	P9	PD	PZV	T3	T4	Total
Geral	Abundância/forófito	0	1,06	0	0,37	0,33	0,39	0,37	0,52	1,71	0	0,52	0	0,51	1	1	0,74
	Biomassa/forófito	0	0,61	0	0,37	0,33	0,42	0,37	0,25	0,64	0	0,63	0	0,57	1	1	0,51
	Riqueza	0	9	0	7	3	11	2	2	15	0	3	0	9	1	1	21
	%Forófito	0	0,18	0	0,1	0,08	0,2	0,1	0,15	0,23	0	0,15	0	0,18	0,03	0,03	9,33
Grupos Funcionais																	
Abundância/forófito	Espécies frequentes	0	0,22	0	1	0,33	0,2	0,75	0,61	1,23	0	0,76	0	0,29	0	1	0,57
	Espécies não frequentes	0	2,9	0	0,5	0	1,2	0	1	1,8	0	4	0	0,2	1	0	1,33
	Espécies abundantes	0	1,19	0	1	0,33	0,34	2,5	0,88	0,96	0	1,55	0	0,55	0	1	0,89
	Espécies não abundantes	0	0,68	0	0,55	0	0,44	0,5	1	0,5	0	1	0	0,13	1	0	0,46
	Polinizadas por artrópodes	0	0,54	0	0,5	0,33	0,28	0	0,88	0,83	0	0	0	0,45	0	0	0,58
	Polinizadas por vertebradas	0	0	0	1	0	0,62	0,75	1	1	0	0,63	0	0,14	1	1	0,56
	Espécies florestais	0	2,81	0	0,5	1	0,33	0	0	0,33	0	0	0	0,25	1	0	0,74
	Espécies generalistas	0	0,25	0	1	0,5	0,3	0,75	0,63	1,12	0	0,63	0	0,16	0	1	0,61
Biomassa/forófito	Espécies frequentes	0	0,25	0	0,5	0,33	0,11	0,37	0,22	0,29	0	0,4	0	0,14	0	1	0,26
	Espécies não frequentes	0	1,31	0	1	0	2	0	1	0,77	0	13	0	0,21	1	0	1,33
	Espécies abundantes	0	0,47	0	1	0,33	0,18	1	0,32	0,29	0	0,88	0	0,24	0	1	0,39
	Espécies não abundantes	0	0,81	0	0,55	0	0,72	0,5	1	0,5	0	1,66	0	0,13	1	0	0,59
	Polinizadas por artrópodes	0	0,54	0	0,5	0,33	0,28	0	0,88	0,83	0	0	0	0,45	0	0	0,26
	Polinizadas por vertebradas	0	0	0	1	0	1,06	0,37	1	1	0	0,63	0	0,13	1	1	0,56
	Espécies florestais	0	1,25	0	1	1	0,33	0	0	0,33	0	0	0	0,15	1	0	0,49
	Espécies generalistas	0	0,27	0	0,5	0,5	0,29	0,37	0,25	0,34	0	0,63	0	0,16	0	1	0,35
Riqueza	Espécies frequentes	0	2	0	2	3	3	2	1	4	0	2	0	3	0	1	7
	Espécies não frequentes	0	4	0	2	0	4	0	1	3	0	1	0	5	1	0	14
	Espécies abundantes	0	3	0	1	3	3	1	1	5	0	1	2	0	0	1	6
	Espécies não abundantes	0	3	0	3	0	4	1	1	2	0	2	0	6	1	0	15

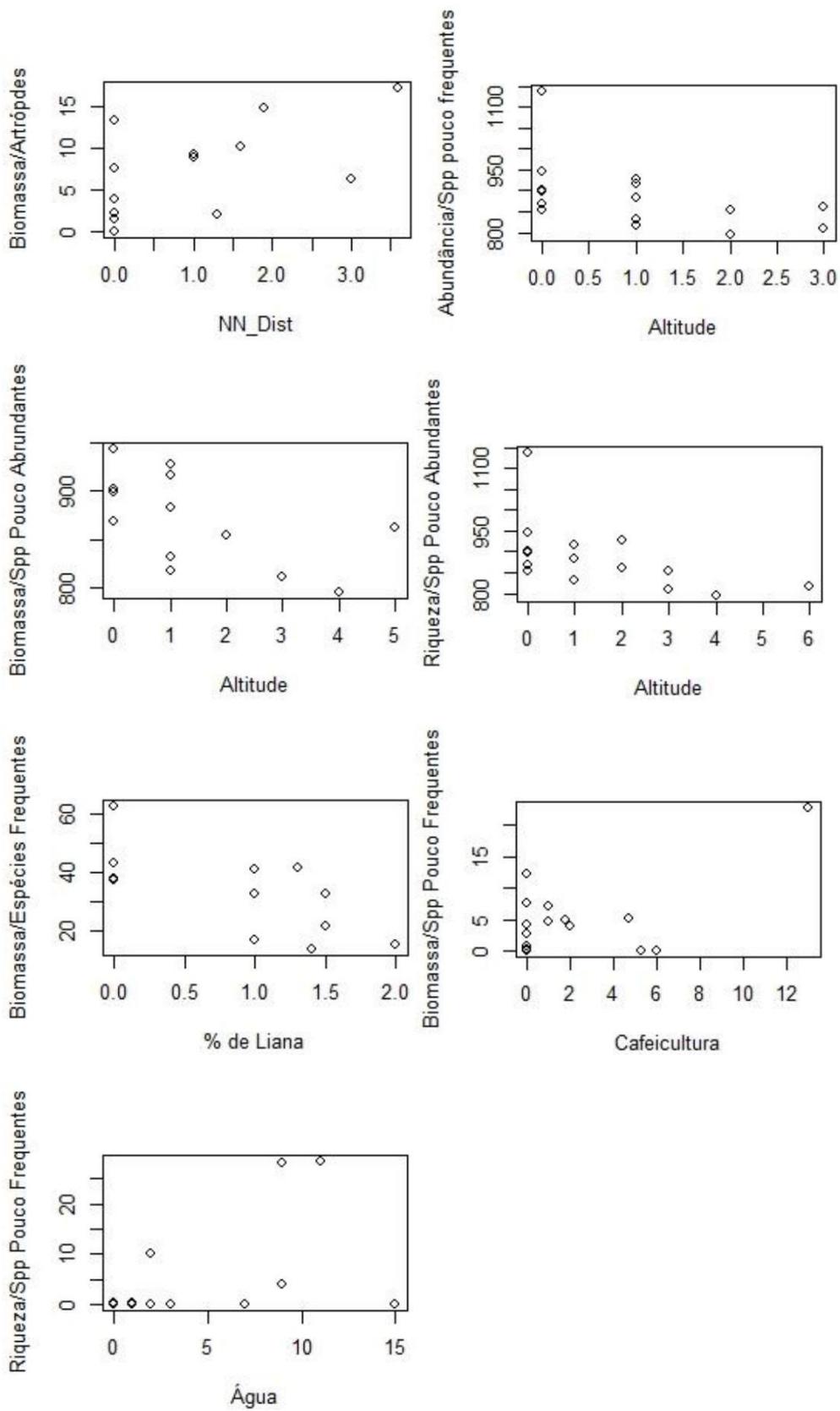
Polinizadas por artrópodes	0	6	0	2	3	4	0	1	6	0	0	0	4	0	0
Polinizadas por vertebradas	0	0	0	2	0	3	2	1	1	0	3	0	4	1	1
Espécies florestais	0	3	0	2	1	3	0	0	3	0	0	0	4	1	0
Espécies generalistas	0	3	0	2	2	4	2	2	4	0	3	0	4	0	1

APÊNDICE G- Porcentagem de riqueza observada em função da riqueza estimada (CHAO *et al.*,2014) para diferentes esforços amostrais nas paisagens estudadas. Foram excluídas paisagens que não apresentaram nenhuma espécie (H47, P7, PD e P13). Não entraram na análise da riqueza estimada paisagens com apenas uma espécie observada (T3 e T4).

Paisagem	Código	Abundância	Biomassa	Nº de forófitos	Abundância %	Biomassa %	Nº Forófitos/espécie %
2	P21	25	27	8	61,73	61,77	61,73
3	P9	19	19	6	100	100	87,80
4	MT	52	30	7	67,08	86,12	67,08
6	PZV	25	28	7	84,52	78,66	67,92
7	P4	139	52	9	46,82	47,15	48,39
8	P2	3	3	3	60	60	60
9	P23	6	6	4	100	100	100
11	P19	6	6	4	61,54	61,54	61,54
12	P27	19	9	6	100	100	100
14	T3	1	1	1	-	-	-
15	T4	1	1	1	-	-	-

APÊNDICE H - Gráficos mostrando o efeito de métricas de paisagem e as escalas sobre a resposta das comunidades de epífitas vasculares. Apenas relações validadas por modelos lineares generalizados (GLM's). Os círculos representam as 15 diferentes pastagens estudadas.





APÊNDICE I - Similaridade florística entre comunidades de epífitas vasculares em 11 fragmentos estudados (4 não apresentaram epífitas). Baseada na análise de escalonamento não métrico (NMDS) utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis para (A) presença/ausência, (B) abundância, (C) abundância sem o fragmento T3, (D) biomassa e (E) biomassa sem o fragmento T3. O Fragmento T3 foi retirado de algumas análises por apresentar apenas uma espécie e a mesma não ter sido observada nos demais, deixando-o distantes dos demais fragmentos no gráfico.

