



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO
AMBIENTE – PPGSHMA**

Sebastiana Lidiolda Albuquerque da Silva

**COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE
SAMAMBAIAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA
ATLÂNTICA NORDESTINA, PERNAMBUCO, BRASIL**

Vitória de Santo Antão

2016

Sebastiana Lidiêlda Albuquerque da Silva

**COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E DIVERSIDADE DE
SAMAMBAIAS EM FRAGMENTOS DE FLORESTA
ATLÂNTICA NORDESTINA, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de Mestre em **Saúde Humana e Meio Ambiente**.

Área de Concentração: Saúde e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Augusto César Pessôa Santiago

Co-Orientador: Prof. Dr. Ivo Abraão Araújo da Silva

Vitória de Santo Antão

2016

Catálogo na Fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Giane da Paz Ferreira Silva, CRB4/977

S586a Silva, Sebastiana Lidiêda Albuquerque da.
Composição, riqueza e diversidade de samambaias em fragmentos de floresta atlântica nordestina, Pernambuco, Brasil / Sebastiana Lidiêda Albuquerque da Silva. – Vitória de Santo Antão, 2016.
63 folhas.

Orientador: Augusto César Pêsoa Santiago.
Coorientador: Ivo Abraão Araújo da Silva

Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2017.

Inclui referências e Apêndice.

1. Pteridófitas, Nordeste -Brasil. 2. Fragmentação – Floresta atlântica. 3. Efeito de borda. I. Santiago, Augusto César Pêsoa (Orientador). II. Silva, Ivo Abraão da III. Título.

582.35 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-092/2017

SEBASTIANA LIDIELDA ALBUQUERQUE DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Saúde Humana e Meio Ambiente.

Aprovado em: 04/08/2016.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. André Mauricio Melo Santos
Núcleo de Biologia – CAV/UFPE

Profº. Dr. Sérgio Romero da Silva Xavier
Departamento de Botânica - UEPB

Profº. Dr. Luiz Augustinho Menezes da Silva
Núcleo de Biologia – CAV/UFPE

Ao meu noivo Danilo Augusto
ofereço.

Aos meus pais (Severino e Maria José), pelo carinho
e por toda confiança depositada em mim, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me guiar nos momentos mais difíceis, me dando força para superar todos os obstáculos e seguir em frente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente (PPGSHMA), da Universidade Federal de Pernambuco no Centro Acadêmico de Vitória, pela oportunidade de realização do mestrado e pelo suporte dado a realização de trabalhos de campo.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de estudos para o desenvolvimento e realização deste trabalho.

Ao Dr. Augusto César Pessoa Santiago, pela coragem de me aceitar como orientanda. Sou muito grata pela confiança e apoio durante esses dois anos, pela disponibilidade e paciência comigo durante esse tempo e nas viagens de campo.

Ao Dr. Ivo Abrão, meu Co-orientador, por todas as contribuições dadas, por toda paciência durante minha estadia em sua casa. Pela ajuda no desenvolvimento e análises estatísticas, bem como na discussão dos resultados.

Aos membros da Banca Examinadora da Qualificação, Dr. Luiz Augustinho Menezes por todas as sugestões dadas para melhoria desse trabalho e Dr. André Santos, não só pelas sugestões na banca mais por toda ajuda e colaboração durante todo o desenvolvimento desse trabalho.

Aos guias Mário e Vando do Engenho Jussará, seu Cícero da Fazenda Cruzeiro, seu Cícero do Engenho Jatobá, a Dez pela boa vontade e disponibilidade de nos ajudar nas coletas na mata da Geli, ao nosso amigo e “guia” Felipe, que se dispôs a nos acompanhar desbravando caminhos e matas, a Malin, seu Manoel, Arãozinho, seu Gerson e a todos que por falta de memória, esqueci de agradecer, mas que direta ou indiretamente nos ajudou nas idas a campo.

As colegas de mestrado, Bel, Cida, Fran, Lúcia e Simone por todos os momentos, por todo apoio e todas as conversas durante nossos encontros e a Lúcia pela ajuda durante a delimitação das áreas, muito obrigada por tudo meninas.

A todos do Laboratório de Biodiversidade do Centro Acadêmico de Vitória, por todos os momentos de convívio e conversas.

Aos professores do PPGSHMA por todos os ensinamentos e orientações durante as disciplinas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV) da Universidade Federal de Pernambuco, pela oportunidade de cursar duas disciplinas importantes para minha formação.

A minha irmã (Leandra) e meu cunhado (Cícero), que sempre estão do meu lado me dando forças, obrigada por toda ajuda e por todo apoio durante esse tempo, amo vocês.

Ao meu irmãozinho Lucas, peço desculpas por todas as vezes que não pude dar atenção devido à correia do mestrado, por todas as vezes que não pude conversar e pedia pra se calar, pois estava estudando ou escrevendo, e você tão pequeno já entendia e me ajudava em casa, obrigada meu anjo, te amo muito.

Aos meus pais, Maria José e Severino José, maravilhosos pais, que jamais deixaram de me apoiar em todas as minhas decisões, que me ajudam em tudo e sempre estão do meu lado. A minha querida mãe, melhor amiga, que me compreende e me ensina com sua bondade e doçura, és a mulher mais incrível que já conheci. Deus não poderia ter me dado família mais maravilhosa. Amo vocês demais.

Ao meu noivo, Danilo, que me compreende desde o início da graduação, que está ali do meu lado, quando todas as luzes se apagam e eu me vejo só você me mostra que sempre há uma luz, sempre acreditando em mim, além da paciência para me aguentar durante meus estresses e ansiedade, me dando força e entendendo toda minha ausência durante esse trabalho. Obrigada por tudo meu amor. Eu te amo.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Número de espécies e gêneros de samambaias e licófitas distribuídas por família na área de estudo, no estado de Pernambuco, Brasil.37
Figura 2.2	Variação na abundância e diversidade das espécies de samambaias (nas parcelas de 10m x 20 m nos cinco fragmentos florestais) em relação à área dos fragmentos no nordeste pernambucano. A abundância ($f= 5,58$; $p= 0,02$) e a diversidade ($f= 5,33$; $p= 0,02$) aumentaram conforme o aumento da área dos fragmentos.39
Figura 2.3	Análise de ordenação do DCA, o eixo 1 mostra uma separação do fragmento menor (F4) em relação aos fragmentos maiores (F1, F2, F3 e F5); o eixo dois indica uma separação do tipo de ambiente (Δ borda ; $\blacktriangle$ interior); os pontos ($\bullet$ espécies) mais distantes do centro do gráfico indicam espécies menos abundantes e os mais centrais indicam espécies mais abundantes.42
Figura 2.4	Influência da forma na variação da composição das espécies, quanto mais irregular é o fragmento (mais distante do valor 1), maior a variação na composição.....43
Figura 2.5	Resultado do teste Anova um fator indicando a diferença entre os ambientes de interior e borda dos fragmentos florestais em relação à composição das espécies.....44

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Dados dos fragmentos analisados na área de estudo (Gravatá e Barra de Guabiraba), Pernambuco, Brasil.	31
Tabela 2.2	Samambaias e licófitas registradas na região de estudo, Pernambuco. Tipos Florestais: FS- Floresta Serrana; FTB- Floresta Atlântica de Terras Baixas. Distribuição Geográfica no Mundo: BR (espécies endêmicas do Brasil), AS (restritas a América do Sul), AM (espécies que ultrapassam o território Sulamericano), VN (espécies ocorrentes no Velho Mundo), IN (espécies introduzidas). Distribuição Geográfica no Brasil: N (espécies encontradas na região Amazônica), SS (região Sul-Sudeste), CO (região Centro-Oeste). * Espécies registradas em Herbário.	34

LISTA DE IMAGENS

Imagem 2.1	Área de estudo localizada entre os municípios de Gravatá e Barra de Guabiraba, mostrando os cinco fragmentos de Floresta Atlântica analisados.
	28

RESUMO

A Floresta Atlântica se destaca por ser um dos *Hotspots* mundiais, apresentando uma alta riqueza e endemismo de espécies, somado a um alto nível de devastação de suas áreas naturais. O processo de fragmentação das áreas naturais leva a extinção de espécies a nível local, acarretando em perda de patrimônio genético e muitas vezes a extinção da espécie na natureza. A área da Floresta Atlântica Nordestina (FAN) é uma das porções mais ameaçadas da Floresta Atlântica, com pequenos fragmentos remanescentes. Assim, faz-se necessário o conhecimento da biota local e também de como os diferentes grupos de organismos podem responder a esse processo de alteração do ambiente natural. As samambaias independem de agentes bióticos para sua reprodução e dispersão, sendo assim, podem responder diretamente aos fatores abióticos do meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da fragmentação sobre a assembléia de samambaias em fragmentos de Floresta Atlântica Nordestina no estado de Pernambuco, Brasil. Foram observados os atributos da assembléia de samambaias em relação ao tamanho e forma dos fragmentos, bem como nos ambientes de interior e borda destes remanescentes. Foram selecionados cinco fragmentos entre os municípios de Gravatá e Barra de Guabiraba no estado de Pernambuco e em cada um deles foram estabelecidas seis parcelas de 10X20m, sendo três para os ambientes de interior e três para os ambientes de borda de cada fragmento. Os dados obtidos nas seis parcelas, através da contagem das espécies e número de indivíduos, juntamente com os dados das variáveis do fragmento foram utilizados para observar como se estabelecem as comunidades na borda e no interior e também a riqueza geral de cada fragmento, bem como a influência das variáveis analisadas em relação aos atributos da assembléia de samambaias. Foram contabilizadas 83 espécies distribuídas em 19 famílias e 40 gêneros. Foi observada a influência negativa dos efeitos da fragmentação sobre a assembléia de samambaias da flora local. O tamanho do fragmento teve correlação positiva sobre a abundância e a diversidade das espécies. Os tipos de ambiente indicaram uma composição florística distinta com espécies de borda diferindo das encontradas no interior, além da forma influenciar na variação da composição florística.

Palavras-Chave: Efeito de borda. Fragmentação. Nordeste do Brasil. Pteridófitas.

ABSTRACT

The Atlantic Forest stands out for being one of the world Hotspots, with a high richness and endemism of species, plus a high level of devastation of their natural areas. The process of fragmentation of natural areas leads to extinction of species at local level, resulting in loss of genetic patrimony and often the extinction of the species in nature. The area of the Northeastern Atlantic Forest (FAN) is one of the most devastated portions of the Atlantic Forest, with very fragmented areas with small remaining fragments. Thus, it is necessary to know the local biota and also how the different groups of organisms can respond to this process of change of the natural environment. Ferns independent of biotic agents for their reproduction and dispersion, thus, can respond directly to the abiotic factors of the environment. The objective of this study was to analyze the effects of fragmentation including edge effects on the assembly of ferns in Northeastern Atlantic Forest fragments in the state of Pernambuco, Brazil. The attributes of the assembly of ferns were observed in relation to the size and shape of fragments, as well as in interior environments and edge of these remnants. Five fragments were selected between the towns of Gravatá and Barra de Guabiraba in the state of Pernambuco and in each of them were established six plots of 10x20m, three for the interior environments and three for the edge environments of each fragment. The data obtained in the plots, by counting the number of species and individuals, together with the data from fragment variables were used to observe how to establish the communities on the edge and interior and also the overall richness of each fragment, as well as the influence of the variables analyzed in relation to the attributes of the assembly of ferns. A total of 83 species were recorded, which were distributed among 19 families and 40 genera. The results showed a negative influence of the effects of fragmentation on the assembly of ferns of the local flora. The fragment size had a positive correlation on the abundance and diversity of species. The types of environment indicated a distinct floristic composition with edge species differing from those found in the interior, besides the form influence the variation of floristic composition.

Keywords: Edge effect. Fragmentation. Ferns. Northeastern Brazil.

SUMÁRIO

1.1 Introdução	13
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo Geral	16
1.2.2. Objetivos Específicos	16
1.3 Revisão da Literatura	17
Influência da fragmentação e perda de habitat sobre a assembléia de samambaias em fragmentos de Floresta Atlântica Nordeste, Pernambuco, Brasil	22
2.1. Resumo	23
2.2 Abstract	24
2.3 Introdução	25
2.4 Material e Métodos	28
2.5 Resultados e Discussão	33
2.6 Considerações finais	46
2.7 Referências	47
CONSIDERAÇÕES GERAIS	52
REFERÊNCIAS	54
APENDICE	61

1.1 Introdução

A Floresta Atlântica cobria 15% do território brasileiro (TABARELLI; SIQUEIRA FILHO; SANTOS, 2006; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006), e atualmente ocupa apenas 1,19% deste território (BRASIL, 2010), restando apenas 8,5% dos remanescentes florestais acima de 100 hectares do que existia originalmente (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014a).

Sendo um dos *Hotspots* mundiais da biodiversidade (TABARELLI et al., 2005; MITTERMEIER et al., 2005) a Floresta Atlântica é de grande importância para muitos grupos de organismos. Uma área é considerada *Hotspot* por ter uma alta biodiversidade e por ser altamente ameaçada de extinção, tendo esta área que abrigar pelo menos 1.500 espécies de plantas vasculares endêmicas e ter 30% ou menos de sua vegetação original mantida (MITTERMEIER et al., 2005). Com um cenário trágico de fragmentação florestal, muitas espécies deste ecossistema estão sendo ameaçadas (METZGER, 2009), e um grande número de espécies endêmicas está sob sérios riscos de extinção (MITTERMEIER et al., 2005).

A fragmentação e a perda de habitat são os principais fatores que ameaçam a biodiversidade (MURCIA, 1995; BROOKS; BALMFORD, 1996; PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A fragmentação de habitat é o processo que ocorre quando uma grande e contínua área de habitat é tanto reduzida em sua área, quanto dividida em dois ou mais fragmentos (WILCOVE; MCLELLAN; DOBSON, 1986). Quando um habitat é destruído, fragmentos de habitat são deixados para trás e normalmente esses fragmentos são frequentemente isolados uns dos outros, por uma paisagem altamente modificada ou degradada (MURCIA, 1995; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Os fragmentos de habitat diferem do habitat original de duas maneiras importantes, primeiramente porque os fragmentos têm uma quantia maior de borda por área de habitat e segundo porque o centro de cada fragmento de habitat está mais próximo da borda (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A fragmentação de habitat também ameaça a existência de espécies de modos mais sutis: primeiro, limitando o potencial de uma espécie para dispersão e colonização, e segundo, reduzindo a capacidade de alimentação dos animais nativos (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Além disso, diminui o número de espécies vegetais e altera a composição da comunidade como consequências da redução da área de floresta e mudança na forma das florestas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; CARMO, 2006).

Uma das consequências da fragmentação é o efeito de borda (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Quando as florestas são fragmentadas a quantidade de borda

aumenta drasticamente, os efeitos de borda sobre as florestas fragmentadas são diversos, e a distancia na qual esses efeitos penetram no interior dos fragmentos também é bastante variável (MURCIA, 1995; LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

A borda geralmente possui estrutura e composição da vegetação, microclima e fauna diferenciada do interior da floresta, devido ao aumento da temperatura, luminosidade e da incidência de ventos, que diminui a umidade relativa do ar (MURCIA, 1995; SILVA et al., 2013). Essas particularidades micro-climáticas determinam as comunidades vegetais e animais que poderão se instalar nestas bordas (METZGER, 1999), o que pode afetar negativamente a regeneração dos indivíduos, dificultando o estabelecimento da vegetação na borda dos fragmentos florestais (PORTELA, 2002).

A porção da Floresta Atlântica localizada ao norte do rio São Francisco, ou Floresta Atlântica Nordestina (FAN) é uma das áreas mais ameaçadas (TABARELLI; SANTOS, 2004) da Floresta Atlântica. Com uma paisagem altamente fragmentada a FAN possui menos de 2% de sua área original com poucos fragmentos acima de 100 ha (SILVA; TABARELLI, 2000; TABARELLI; MARTINS; SILVA, 2002; KIMMEL; PIECHOWSKI; GOTTSBERGER, 2008). Esta floresta pode ser dividida em duas áreas, os Brejos Nordestinos e o Centro de Endemismo Pernambuco (SILVA; CASTELETTI, 2003).

O Centro de Endemismo Pernambuco acomoda toda a Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco (IBGE, 1985). Essa região é caracterizada por abrigar várias espécies endêmicas, especificada como um importante centro de endemismo na America do Sul (PRANCE, 1982; 1987).

Inseridos na Floresta Atlântica, os Brejos Nordestinos (ou Brejos de Altitude do Nordeste) formam ilhas isoladas de floresta úmida em plena região semi-árida circundada por vegetação de caatinga (TABARELLI; SANTOS, 2004), possui condições climáticas diferenciadas com relação à umidade do solo e do ar, temperatura e cobertura vegetal (ANDRADE-LIMA, 1966; TABARELLI; SANTOS, 2004).

Nas regiões serranas observa-se uma maior possibilidade de ambientes para o desenvolvimento das samambaias e licófitas (MORAN, 1995; SALINO, 1996).

As samambaias são plantas amplamente distribuídas ocorrendo preferencialmente em locais com alta umidade e sombreamento (BARROS et al., 2002). Essa característica configura ao grupo uma susceptibilidade às variações climáticas proporcionadas pelos efeitos de borda. Samambaias são bem representadas nas florestas úmidas (SMITH et al., 2006) e a Floresta Atlântica propõe bem este ambiente (TABARELLI; MARTINS; SILVA, 2002), configurando condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento da assembléia de samambaias.

Alguns trabalhos em áreas de altitude na Região Nordeste destacam a importância das áreas de altitude na riqueza e diversidade de samambaias e licófitas (BARROS et al., 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; SANTIAGO; BARROS; SYLVESTRE, 2004; BARROS et al., 2006). O estado de fragmentação dos brejos de altitude ameaça a biodiversidade desses ambientes e, o processo de degradação futuramente poderá ocasionar um completo desaparecimento dos brejos (BARROS et al., 2006; RODRIGUES et al., 2008), e comprometer as assembléias de samambaias presentes nesta porção da Floresta Atlântica, visto que muitas espécies na região só ocorrem nestes ambientes.

É de extrema importância entender como os diversos grupos respondem as questões da fragmentação, para que estes possam ser utilizados em estudos futuros de avaliação e monitoramento ambiental. Um dos grupos pouco estudados em relação a este assunto é o das samambaias (PEREIRA, 2012), mas resultados interessantes têm sido relatados e mostram que o grupo pode responder negativamente aos impactos causados pela antropização e pela fragmentação florestal, apresentando perda na composição, riqueza e diversidade nestas condições (PACIENCIA; PRADO, 2004, 2005b; BARROS et al., 2006; PEREIRA, 2007; SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011; PEREIRA, 2012; PEREIRA et al., 2014).

Os trabalhos que abordam os efeitos da fragmentação florestal e suas consequências para com a assembléia de samambaias ainda não conseguiram obter um resultado congruente.

Diante da elevada representatividade das samambaias nos ecossistemas de Floresta Atlântica, especialmente nos brejos de altitude, e tendo em vista o grau de ameaça que essas formações vêm sofrendo, verifica-se que estudos abordando essa temática fazem-se necessário para entender melhor como a assembléia de samambaias responde a essas interferências antrópicas.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Estudar efeitos da fragmentação sobre a assembléia de samambaias em fragmentos de Floresta Atlântica

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar o inventário florístico das samambaias para avaliação da riqueza geral;
- Verificar riqueza, abundância e diversidade nos fragmentos;
- Avaliar a influência do tipo de ambiente (borda e interior) para riqueza, abundância, diversidade e composição das espécies;
- Avaliar a influência do tamanho e forma do fragmento sobre as variáveis biológicas (riqueza, abundância, diversidade e composição);

1.3 Revisão da Literatura

No Brasil existem duas florestas úmidas reconhecidas: A Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica (TABARELLI; MARTINS; SILVA, 2002; LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL, 2014), as quais contribuem significativamente para a diversidade biológica do país.

A maior riqueza específica de samambaias e licófitas, no Brasil, é observada na Floresta Atlântica (PRADO et al, 2015). Segundo Santiago (2006) as condições ambientais encontradas na porção da Floresta Atlântica localizada ao Norte do Rio São Francisco, sua variação altitudinal e latitudinal, proporciona um ambiente adequado ao estabelecimento de samambaias e licófitas.

Apesar da grande importância deste ecossistema, para muitos grupos de organismos, a Floresta Atlântica é um dos sistemas florestais mais fragmentados devido às ações humanas. Dentre os fatores que contribuem para a exploração indiscriminada dos recursos naturais, resultando na degradação do habitat, podemos citar: a agricultura, pecuária, urbanização, industrialização e a mineração (CAMPANILI; PROCHNOW, 2006; SILVA et al., 2013), o que acaba proporcionando um grande número de espécies ameaçadas de extinção (METZGER, 2009). A Floresta Atlântica acaba sendo o ecossistema mais alterado em território brasileiro, restando atualmente menos de 8% de sua área original (TABARELLI; MARTINS; SILVA, 2002).

A Floresta Atlântica se destaca por ser um dos *Hotspots* mundiais da biodiversidade, estando ela entre as cinco primeiras áreas das 34 no ranking dos *Hotspots* propostos (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2005). Este ecossistema abriga uma alta biodiversidade, principalmente em espécies endêmicas. Além disso, é uma área altamente degradada, e muitas espécies estão ameaçadas de extinção. Devido essas condições, está incluída nestes *Hotspots*, como foi proposto por Myers (1988).

A Floresta Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, sendo está muito bem distribuída ao longo da costa brasileira, sua composição é bastante heterogênea (TABARELLI et al., 2005; CAMPANILI; PROCHNOW, 2006). Abrange 17 estados brasileiros e é composta por um mosaico de vegetações definidas como florestas ombrófilas densas, abertas e mistas; florestas estacionais decíduais e semidecíduais; campos de altitude, mangues e restingas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014a, FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2014b).

Dentre as diferentes regiões da Floresta Atlântica, a porção localizada ao norte do São Francisco (Floresta Atlântica Nordestina – FAN) é a mais devastada, onde restam menos de 2% de sua área original, encontrando-se altamente fragmentada, com poucos

fragmentos acima de 100 ha (RANTA et al., 1998; SILVA; TABARELLI, 2000; TABARELLI; MARTINS; SILVA, 2002; KIMMEL et al., 2008).

A região da FAN abrange as florestas entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, com pequenos enclaves no Ceará e Piauí (PRANCE, 1982; TABARELLI; SANTOS 2004). Biogeograficamente, esta Floresta pode ser dividida em duas áreas, os Brejos Nordestinos (brejos de altitude) e o Centro de Endemismo Pernambuco (SILVA; CASTELETTI 2003).

Os Brejos de Altitude Nordestinos são enclaves da Floresta Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semi-árida cercadas por vegetação de caatinga, tendo uma condição climática bastante atípica com relação à umidade, temperatura e vegetação e com pouco conhecimento sobre sua vegetação e ecologia (PORTO; CABRAL; TABARELLI, 2004; RODRIGUES et al., 2008). A Floresta Atlântica Nordestina abriga 43 brejos de altitude, os quais se encontram nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, sendo esses dois últimos estados portadores de 31 brejos (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971). Pelos menos $\frac{1}{4}$ da área original da Floresta Atlântica Nordestina é representada pelos brejos de altitude (TABARELLI; SANTOS 2004).

Devido às condições favoráveis para o cultivo nas áreas de brejos de altitude e a utilização dos recursos disponíveis como principal fonte de energia, tanto para indústria como para subsistência da população, essas áreas correm sérios riscos (ANDRADE-LIMA, 1966; PORTO; CABRAL; TABARELLI, 2004). Esse manejo leva a fragmentação dos brejos de altitude, e compromete a biodiversidade presente nesses ambientes (BARROS et al., 2006; RODRIGUES et al., 2008).

Com a fragmentação observa-se o efeito de borda, e verifica-se que nas bordas dos fragmentos podem ser constituídos ambientes sem condições de ser habitado, ou seja, inóspitos para algumas espécies florestais (PACIENCIA; PRADO, 2004). Porém mesmo com essas alterações, os ambientes de borda não devem ser vistos especificamente como um ambiente adverso ao estabelecimento das espécies florestais, pois os grupos biológicos respondem de forma diferente aos efeitos de borda, e por sua vez não se manifestam de maneira exatamente igual em todas as bordas (PACIENCIA; PRADO, 2004). Sendo assim faz-se necessário estudar os diferentes grupos biológicos em relação ao efeito de borda, para poder entender melhor o comportamento e as respostas da vegetação frente a essas alterações ambientais.

Murcia (1995) relata que parece não haver um padrão muito claro sobre até que ponto as alterações das bordas podem ser percebidas no interior dos fragmentos. É necessário estudar um maior número de grupos em relação ao efeito de borda para ver as

respostas desses grupos frente às alterações ambientais (PACIENCIA; PRADO, 2004). Muitos estudos estão sendo desenvolvidos com esse tema, e as samambaias é um desses grupos. Alguns estudos observaram que o grupo pode responder de maneira negativa aos impactos causados pela fragmentação, apresentando perda na composição, riqueza e diversidade nestas condições ambientais (PACIENCIA; PRADO, 2004; BARROS et al., 2006; SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011).

A maioria dos trabalhos com a comunidade de samambaias e licófitas estão direcionados aos aspectos morfológicos, evolutivos, taxonômicos e de ocorrência dos grupos (BARROS et al., 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; SANTIAGO; BARROS; SYLVESTRE, 2004; BARROS et al., 2013; SANTIAGO; BARROS, 2013; BARROS et al., 2014; SANTIAGO et al., 2014). Em 2004 alguns pesquisadores começaram a abordar os efeitos da fragmentação de habitat sobre as samambaias (PACIENCIA; PRADO, 2004; MURAKAMI; MAENAKA; MORIMOTO, 2004).

Tendo em vista que as assembléias de samambaias não dependem de polinizadores e dispersores para sua reprodução, sendo os efeitos sofridos em sua diversidade e na sua própria capacidade de reprodução ligados a fatores abióticos do ambiente, torna o grupo propício para os estudos relacionados aos efeitos da fragmentação (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011).

Alguns trabalhos relacionam a questão da fragmentação com as samambaias, dos quais podemos citar: Murakami, Maenaka e Morimoto 2004, que relacionou a riqueza do grupo com o aumento do tamanho do fragmento, sendo a diversidade correlacionada com a área e com grau de isolamento dos fragmentos.

Paciencia e Prado (2004) confirmaram a influencia do efeito de borda sobre a assembléia de samambaias. Esses autores verificaram que os efeitos de borda influenciam negativamente na riqueza, ocorrendo uma perda de espécies nos ambientes periféricos dos fragmentos quando estes são comparados com os seus interiores. Eles ainda observaram que o efeito de borda é visível nos primeiros 20m da borda de florestas e os interiores de floresta correspondem à ambientes homogêneos em relação às espécies estudadas, com pouca influencia dos efeitos de borda, entretanto os autores não observaram a influência do tamanho do fragmento para a riqueza e abundância das samambaias e licófitas nos fragmentos estudados.

Em seguida Paciencia e Prado (2005a) avaliaram as relações florísticas entre as comunidades de samambaias e licófitas presentes na paisagem dos remanescentes florestais e como as espécies estavam distribuídas entre os diferentes tipos de habitat (borda e interior). Eles observaram de um modo geral que a distribuição das espécies na

paisagem é diretamente influenciada pelo processo de fragmentação e que a riqueza das espécies foi maior nos interiores do que nas bordas dos fragmentos, entretanto os dados de abundância não mostraram diferença entre os ambientes.

Logo depois os mesmo autores analisaram como as samambaias e licófitas respondem aos efeitos decorrentes da fragmentação. Os resultados indicaram que a riqueza pode ser afetada pelo processo de perda de habitat bem como pelo tipo de ambiente, entretanto não foi observado influência do tamanho do fragmento sobre a riqueza (PACIENCIA; PRADO, 2005b).

Barros et al. (2006) estudaram 12 fragmentos de Floresta Atlântica, analisando composição, riqueza e a diversidade das samambaias e licófitas na FAN. Observaram correlação entre a riqueza geral dos fragmentos e o tamanho dos fragmentos estudados. Entretanto esses autores não observaram influência significativa para abundância, riqueza e diversidade nas análises das parcelas estudadas.

Pereira et al. (2009) avaliando como a perda de habitat pode interferir na comunidade de samambaias e licófitas, selecionaram oito fragmentos florestais com diferentes tamanhos, os resultados do estudo indicaram que tanto a abundância quanto a diversidade ocorrente não é influenciada pelo tamanho dos fragmentos estudados, corroborando com o achado por Paciencia e Prado (2004).

Silva, Pereira e Barros (2011) avaliaram como os efeitos de borda influenciam as comunidades de samambaias em um remanescente de Floresta Atlântica Nordestina, verificando a riqueza, abundância e diversidade das espécies entre os ambientes de interior e borda. Os resultados demonstraram uma maior riqueza e diversidade no ambiente de interior, e para a similaridade florística, os resultados revelaram dois grupos bem definidos, determinando comunidades típicas de cada habitat. No entanto as análises não demonstraram nenhuma diferença significativa em relação à abundância de espécies nas duas zonas de estudo.

Em estudo recente na Floresta Atlântica Nordestina, Pereira et al (2014) analisaram a influência do efeito de borda sobre a comunidade de samambaias e observaram maior abundância das espécies no interior dos fragmentos estudados, porém não houve diferença significativa para riqueza e diversidade na área do estudo. No entanto Silva, Pereira e Barros (2009), quando avaliaram a influência da fragmentação sobre as samambaias e licófitas, observaram que tanto o tamanho do fragmento quanto a distância da borda influenciaram na riqueza da comunidade. Em estudo semelhante, Lopes et al (2009), avaliando a influência da perda de habitat sobre a riqueza e a diversidade das samambaias

e licófitas em duas áreas florestais, notaram que a perda da área florestal diminuiu a riqueza e a diversidade pteridofítica dos remanescentes estudados.

Um dos primeiros trabalhos a estudar a ecologia de samambaias analisando vários fatores relacionados às consequências da fragmentação (tamanho do fragmento, grau de isolamento, tipo de matriz, efeitos de borda) foi realizado em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica por Silva, Pereira e Barros (2014), onde o tamanho do fragmento e o tipo de ambiente (borda e interior) mostraram influência negativa para riqueza, abundância e diversidade de samambaias nos remanescentes florestais estudados, entretanto o tipo de matriz e o grau de isolamento não mostraram influência significativa.

No sul do Brasil, em fragmentos de Floresta de Araucaria, Silva e Schmitt (2015) estudaram os impactos dos efeitos de borda sobre a riqueza e a composição de espécies de samambaias e licófitas, como resultado de mudanças ambientais causadas pela fragmentação. Neste estudo, eles observaram que a composição florística da borda tinha sido perdida, indicando assim que muitas espécies são sensíveis a variações nas condições ambientais e que houve um impacto negativo do efeito de borda sobre a riqueza das espécies de samambaias e licófitas, visto que, foi observado um maior número de espécies no interior dos fragmentos estudados. Neste estudo os resultados mostraram uma forte influência dos efeitos de borda, indicando que samambaias e licófitas são potencialmente vulneráveis ao efeito de borda.

A maioria dos trabalhos aqui citados avalia as consequências do efeito de borda, e normalmente relacionam a influência do tamanho do fragmento, sendo pouco tratada a influência da forma dos fragmentos. Nesta pesquisa, vamos analisar a influência do tipo de ambiente (borda e interior) e do tamanho do fragmento, além disso, também vamos avaliar a influência da forma do fragmento sobre a assembléia de samambaias.

Influência da fragmentação e perda de habitat sobre a assembléia de samambaias em fragmentos de Floresta Atlântica Nordestina, Pernambuco, Brasil.

2.1 Resumo

O processo de fragmentação leva à extinção de espécies, acarretando em perda de patrimônio genético e biodiversidade. Dentro do domínio da Floresta Atlântica, a Floresta Atlântica Nordestina constitui a porção mais devastada e menos conhecida. O que torna necessário o desenvolvimento de estudos locais com diferentes grupos de organismos que forneçam informações a respeito da sua biodiversidade, status de conservação e respostas aos fatores ocasionados pela fragmentação e perda de habitats. Nesse sentido, essa pesquisa fez uma análise das assembleias de samambaias em contexto regional de uma paisagem fragmentada visando identificar a influência dos efeitos de borda e do tamanho e forma de fragmentos sobre suas composições, riquezas, abundâncias e diversidades. Foram selecionados cinco fragmentos entre os municípios de Gravatá e Barra de Guabiraba no estado de Pernambuco e em cada um deles foram estabelecidas seis parcelas de 10X20m, sendo três para os ambientes de interior e três para os ambientes de borda de cada fragmento. Um GLM foi aplicado para verificar os efeitos dos fatores abióticos (tamanho e forma do fragmento e tipo de ambiente – borda vs. interior) sobre a riqueza, abundância e diversidade. Já a composição de espécies foi analisada através de um DCA. Foram contabilizadas 83 espécies distribuídas em 19 famílias e 40 gêneros. O tamanho do fragmento apresentou diferenças quanto a abundância ($f= 5,584$; $p= 0,025$) e diversidade ($f= 5,333$; $p= 0,029$), entretanto não mostrou diferença para a riqueza ($f= 0,001$; $p= 0,972$). Os tipos de ambiente mostraram dissimilaridade florística, formando grupos distintos. A forma também influenciou na composição florística. O tamanho do fragmento influenciou sobre a abundância e a diversidade das espécies estudadas. Esses resultados sugerem que a perda de habitat age negativamente sobre a assembléia de samambaias e forma ambientes selecionadores das espécies que podem colonizá-los.

Palavras-Chave: Efeito de borda. Ecologia de populações. Pteridófitas, Nordeste do Brasil.

2.2 Abstract

The fragmentation process leads to species extinction, resulting in loss of genetic patrimony and biodiversity. Within the domain of the Atlantic Forest, the Northeastern Atlantic Forest is the most devastated and less known portion. Turning necessary the development of local studies with different organisms group providing information about their biodiversity, conservation status and responses to the factors caused by fragmentation and loss of habitats. We analyze a fragmented landscape in order to identify the influence of edge effects, the size and shape of fragments on the compositions, richness, abundance, and diversity of local ferns assembly. Five fragments were selected between the towns of Gravatá and Barra de Guabiraba in the state of Pernambuco and in each of them were established six plots of 10x20m, three for the interior environments and three for the edge environments of each fragment. A GLM was applied to verify the effects of abiotic factors (size and shape of the fragment and type of environment - edge vs. interior) on the richness, abundance and diversity. While the species composition was analyzed by a DCA. A total of 83 species were recorded, which were distributed among 19 families and 40 genera. The fragment size showed differences in abundance ($f = 5.584$; $p = 0.025$) and diversity ($f = 5.333$; $p = 0.029$), however, presenting no difference in richness ($f = 0.001$; $p = 0.972$). The types of environment showed floristic dissimilarity, forming distinct groups. The form also influenced the floristic composition. The fragment size influence on the abundance and diversity of species studied. These results suggest that habitat loss acts negatively on the fern assembly and shape selectors environments of the species able to colonize them.

Keywords: Edge effect. Population ecology. Pteridophytes, Northeastern Brazil.

2.3 Introdução

O processo de fragmentação diminui a área florestal e aumenta as áreas de borda, levando a extinção de várias espécies (MURCIA, 1995; BROOKS; BALMFORD, 1996; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999). As mudanças causadas pelo efeito de borda decorrente da fragmentação, afeta diretamente a estrutura da floresta diferindo da sua vegetação original (MURCIA, 1995; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999; TRINDADE et al., 2007).

A área de borda é afetada pela forte luminosidade, aumentando a temperatura e reduzindo a umidade (MURCIA, 1995), pela intensa velocidade dos ventos e uma maior abertura do dossel (SILVA; GANADES; BACKES, 2010). Essas particularidades micro-climáticas determinam as comunidades vegetais e/ou animais que poderão se instalar na borda, onde a intensidade dos fluxos biológicos entre unidades da paisagem se modifica de forma abrupta (METZGER, 1999), conferindo um ambiente diferente do encontrado no interior dos fragmentos.

Espécies diferentes respondem de maneira diferente aos efeitos de borda e os efeitos não são iguais em todas as bordas dos fragmentos (PACIENCIA; PRADO, 2004). A extensão dos efeitos de borda depende das condições do meio, assim como das espécies e dos fatores ecológicos considerados (METZGER, 1999).

As samambaias são plantas amplamente distribuídas, porém, mesmo ocorrendo em vários ambientes, o grupo ocorre preferencialmente em locais com alta umidade e sombreamento (BARROS et al., 2002), o que configura ao grupo estar suscetível às variações climáticas proporcionadas pelos efeitos de borda. Esse grupo de plantas pode servir como importante indicador da qualidade ambiental por ser sensível às mudanças abióticas (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011) o que atribui ao grupo um grande potencial para realizar estudos relacionados com a conservação ambiental, as consequências da fragmentação e as mudanças decorrentes dos efeitos de borda.

A Floresta Atlântica situada ao norte do rio São Francisco, ou Floresta Atlântica Nordestina (FAN) é bastante fragmentada (TABARELLI; SANTOS, 2004). Esta área é biogeograficamente dividida em Brejos Nordestinos (representados pelas florestas serranas interioranas) e Centro de Endemismo Pernambuco (representado pela Floresta Atlântica de terras baixas) (SILVA; CASTELETTI, 2003).

Alguns estudos já abordaram a análise da assembléia de samambaias em áreas de Floresta Atlântica. Paciência e Prado (2004; 2005b) realizaram uma análise comparativa

entre bordas e interiores de remanescentes de Floresta Atlântica no sul da Bahia e observaram uma influência negativa em relação à riqueza das espécies de samambaias e licófitas, onde a riqueza foi menor nas bordas do que nos interiores dos fragmentos, porém não observaram relação negativa para abundância. Esses resultados também foram observados por Silva, Pereira e Barros (2011) em fragmentos de floresta de terras baixas em Rio Formoso, Pernambuco, porém esses autores encontraram resultado diferente em relação à abundância que foi maior nos interiores dos fragmentos. Esses resultados foram corroborados por Silva, Pereira e Barros (2014) analisando os impactos da fragmentação e da perda de habitat em uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica. A riqueza, abundância e diversidade de samambaias foram maiores em ambientes de borda, quando comparados com locais no interior da floresta.

Também analisando remanescentes na FAN Pereira et al (2014) não observaram diferenças significativas para riqueza e diversidade de samambaias entre bordas e interiores nos fragmentos estudados, porém encontraram resultado distinto para a abundância que se apresentou maior no interior da floresta.

Para o Sul do Brasil, Silva e Schmitt (2015) analisaram os efeitos da fragmentação em floresta de Araucária. Os resultados mostraram que a riqueza de samambaias e licófitas diminuíram no ambiente de borda em comparação com o interior do fragmento.

Tanto os trabalhos de Silva, Pereria e Barros (2011; 2014), como os de Pereira et al (2014) e Silva e Schmitt (2015), corroboraram seus resultados no que diz respeito à composição florística das espécies de samambaias, visto que observaram uma mudança na composição florística influenciada pelos efeitos da fragmentação. As consequências do efeito de borda podem resultar na substituição das espécies mais sensíveis pelas tolerantes às consequências da fragmentação (PEREIRA et al., 2014).

Como evidenciado, os resultados obtidos pelos trabalhos que abordam a fragmentação e perda de habitats sobre samambaias não chegaram a uma conclusão geral e devido a importância destas análises para entender como o grupo pode responder a estes efeitos, torna-se necessário a obtenção de um volume maior de dados dentro desta temática.

Diante desse contexto as hipóteses deste estudo são:

1. A forma do fragmento influencia na riqueza, abundância, diversidade e composição das espécies;
2. O tamanho do fragmento influencia na riqueza, abundância, diversidade e composição das espécies;

3. O tipo de ambiente (borda vs. interior), influência na riqueza, abundância, diversidade e composição das espécies.

2.4 Materiais e Métodos

- ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é uma paisagem fragmentada de Floresta Atlântica situada entre os municípios de Gravatá e Barra de Guabiraba, Pernambuco – Brasil (Imagem 2.1). A paisagem está situada na Mesorregião Agreste e Microrregião Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, situado a aproximadamente 84 km do Recife.



Imagem 2.1. Área de estudo localizada entre os municípios de Gravatá e Barra de Guabiraba, mostrando os cinco fragmentos de Floresta Atlântica analisados. **Fonte:** Google earth.

A média anual de pluviosidade é de 725 mm, e a temperatura média anual é de 22,1 °C. O clima da região é tropical chuvoso, com verão seco (CLIMATE-DATA.ORG, 2015). Com coordenadas geográficas de 8 °C de latitude Sul e 35 °C de longitude Oeste (CPRM, 2005), e com altitude de aproximadamente 540 metros acima do nível do mar (OLIVEIRA; SANTANA; SILVA JUNIOR, 2010).

O estudo foi desenvolvido em fragmentos de floresta denominados como áreas de brejo de altitude. Os brejos de altitude são ilhas vegetacionais de Floresta Atlântica, sendo diferenciados por se encontrarem inseridos no domínio morfológico semi-árido das

caatingas e por possuírem altitudes > 700m (ANDRADE-LIMA, 1966). Os brejos de altitude são ecossistemas bastante favoráveis para o desenvolvimento de plantas vasculares sem sementes, como no caso de samambaias e licófitas, pois possuem condições climáticas amenas. A grande importância da altitude para samambaias e licófitas é bem abordada por Moran (1995) onde ele afirma que os ambientes acima de 500m de altitude, são de extrema importância para muitos táxons dos grupos, visto que alguns gêneros têm elevado número de espécies e que alguns só aparecem a partir de determinados níveis altitudinais.

- AMOSTRAGEM

Foram selecionados cinco fragmentos de diferentes tamanhos para amostragem das samambaias, de acordo com a metodologia descrita por Barros et al. (2006).

Foram coletadas samambaias e licófitas nos fragmentos, visto que na literatura os levantamentos florísticos, normalmente são realizados para os dois grupos. Entretanto nas análises foram consideradas apenas a assembléia de samambaias. Foram utilizados dados de levantamentos já realizados na região com os grupos para avaliação da riqueza geral, porém esses dados não foram publicados.

Em cada um dos cinco fragmentos analisados foi realizado o inventário preliminar das espécies locais com caminhadas aleatórias, a duração de cada caminhada variou com o tamanho do fragmento, entretanto foi estimada uma porcentagem mínima de 70% de cobertura para cada fragmento.

Em cada fragmento foram considerados dois ambientes (interior e borda). Para a área de borda dos fragmentos, foi considerado desde a linha de borda (adjacente a matriz da paisagem) até o limite de 40m em direção ao interior do fragmento. Esse critério de 40m foi baseado nos estudos de Paciência e Prado (2004), Silva, Pereira e Barros (2011; 2014) como área de borda.

As parcelas (nos locais de interior e borda) dos fragmentos foram implantadas em áreas de alta ocorrência de espécies de samambaia. Foram marcados os pontos de maior ocorrência das espécies. Os locais específicos de todas as parcelas foram selecionados de acordo com os pontos marcados com maior ocorrência do grupo, e foram considerados os pontos com uma maior representatividade das espécies, tanto para os ambientes de borda quanto para os de interior.

Este tipo de amostragem é essencial para este tipo de estudo, pois este grupo tem distribuição restrita a ambientes preferenciais como: lugares sombreados e com uma

umidade considerável, assim não são distribuídos uniformemente em qualquer ecossistema. Dessa maneira uma seleção aleatória não seria viável para amostrar a comunidade de samambaias (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2014).

Posteriormente foram implementadas 3 parcelas de 10X20m nos locais de interior e 3 parcelas nos locais de borda em cada fragmento, em cada parcela foram contados os números de espécies (riqueza) e o número de indivíduos de cada espécie (abundância).

As espécies coletadas foram prensadas, seguindo técnicas usuais de acordo com Fidalgo e Bononi (1989) para este grupo, e preparadas para estudos posteriores. O material inventariado foi identificado conforme as chaves de identificação contidas em bibliografias especializadas e por comparação a material presente no Herbário da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde também foi depositado o material testemunho da pesquisa.

Para delimitar as espécies com poucos registros foi seguido o critério de Santiago e Barros (2002). Esses autores classificaram as espécies pouco encontradas, considerando a presença destas em, no máximo, três pontos. Sendo separadas em quatro categorias: 1. Registradas apenas em um fragmento de floresta serrana; 2. Registradas em dois fragmentos de floresta serrana; 3. Registradas em três fragmentos de floresta serrana; 4. Registrada em um fragmento de Floresta Atlântica (abaixo de 600m) e até dois de floresta serrana.

Para a análise de distribuição geográfica foi considerado espécies encontradas na Amazônia, nas regiões Sul-Suldeste da Floresta Atlântica e na região Centro-Oeste do Brasil. Em relação à distribuição no Mundo, foram consideradas as espécies endêmicas do Brasil, restritas a América do Sul e que ultrapassam o território Sulamericano, espécies ocorrentes no Velho Mundo e espécies introduzidas.

• CARACTERIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS

Os tamanhos dos fragmentos estudados variaram de 5,95 a 291,5 ha (Tabela 2.1), no F2 as áreas de ocorrência das espécies eram bastante dominadas por terreno inclinado e substrato rochoso com uma boa cobertura de dossel, o que também foi observado no F1 e F3; no F1 todas as parcelas de borda apresentavam água; o F3 também apresentou pequenos córregos e nascentes. O F4 foi o menor fragmento analisado, possui muitos substratos rochosos e terreno bastante inclinado. O F5 foi o maior fragmento analisado, com exceção de uma parcela de borda, todas as outras áreas de ocorrências dotavam da presença de água e mais da metade com presença de rochas e uma boa cobertura de dossel.

Tabela 2.1. Dados dos fragmentos analisados na área de estudo (Gravatá e Barra de Guabiraba), Pernambuco, Brasil.

Fragmentos de Floresta Atlântica	Índice de Forma	Tamanho dos Fragmentos (ha)	Riqueza Geral dos Fragmentos
F1	1,66	228,17	34
F2	1,64	92,80	35
F3	2,14	116,90	42
F4	1,45	5,95	28
F5	2	291,5	36

- ANÁLISE DOS DADOS

A influência das variáveis explanatórias: “tamanho do fragmento”, “forma do fragmento” e “tipo de ambiente”, sobre as variáveis biológicas: “riqueza”, “abundância” e “diversidade”, foram avaliadas através da aplicação de um *General Linear Models* (GLM) com o uso do programa Statistica 8.0 (STATSOFT, 2007). Sendo as variáveis: “tamanho” e “forma do fragmento” contínuas e a variável “tipo de ambiente” categórica (interior e borda).

A forma do fragmento foi calculada através do índice de forma, que considera o perímetro do fragmento dividido pela raiz quadrada da área e dividido por quatro (VOLOTÃO, 1998). O índice de forma representa o grau de circularidade do fragmento, que é composto pela relação entre a área e o perímetro (CARMO, 2006). Para calcular a diversidade foi utilizado o índice de Shannon- Wiener (H'). As normalidades dos dados foram checadas, e os valores de “abundância” e “diversidade” foram transformados em logarítimos e arco cossenos, respectivamente, para atender este pré-requisito.

Os dados de composição foram avaliados através do método de ordenação *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) com o uso do programa PC-Ord6 (MCCUNE; MEFFORD, 2010). Trata-se de um método útil para ordenar unidades amostrais em função da similaridade entre suas espécies, sendo capaz de dar informações a respeito da diversidade beta ao longo de um gradiente.

Com base na abundância das espécies por unidade amostral, os valores de inércia obtidos no DCA estão relacionados à propagação das espécies no espaço de ordenação

(HILL; GAUCH, 1980). Na aplicação do DCA foram realizadas permutações, através do teste de Monte Carlo (999 randomizações) para verificar a aleatoriedade da ordenação.

Após a identificação dos grupos significativamente explicados pelo DCA, os escores obtidos pelo primeiro eixo da ordenação foram considerados como uma variável biológica dependente que foi submetida a análises estatísticas para verificar a influência das variáveis explanatórias sobre a composição dos fragmentos florestais. Dessa forma, uma Regressão Múltipla foi aplicada para verificar a influência das variáveis contínuas “tamanho do fragmento” e “forma do fragmento” sobre os escores do DCA. Por outro lado, os resíduos dessa regressão (parte da variação não explicada) foram submetidos a um Anova um fator para verificar a influência da variável categórica “tipo de ambiente” na composição das áreas.

Para todos os casos de análise estatística foram considerados significativos os valores de $p \leq 0,05$.

2.5 Resultados e Discussão

Riqueza geral e distribuição geográfica

As coletas nos fragmentos da região totalizaram 79 espécies (3spp. de licófitas e 76spp. de samambaias) distribuídas em 19 famílias (duas de licófitas e 17 de samambaias) e 39 gêneros (três de licófitas e 36 de samambaias) (Tabela 2.2). O fragmento F3 apresentou a maior riqueza geral dentro dos levantamentos realizados na região de estudo. O fragmento F4 se destacou por ser um fragmento pequeno, porém com uma elevada riqueza das espécies, possui substrato rochoso e terreno bastante inclinado o que pode explicar a representatividade desse fragmento, visto que essas características são propícias para o estabelecimento de algumas espécies.

O número de espécies registradas é bem representativo se comparado com outros levantamentos realizados em áreas de floresta serrana de Pernambuco. Podemos destacar os trabalhos de Xavier e Barros (2005) com o registro de 74 espécies e Santiago, Barros e Sylvestre (2004) com 93 espécies encontradas. Destaque para as famílias Polypodiaceae e Pteridaceae que apresentaram 23 e 17 espécies respectivamente e representaram 49,39% do total (Figura 2.1).

Estas famílias se destacam numericamente nos levantamentos realizados na região e em outras áreas do território brasileiro (SANTIAGO; BARROS; SYLVESTRE, 2004; XAVIER; BARROS, 2005; SANTIAGO, 2006). Também possuem um grande número de espécies e são amplamente distribuídas no globo, sendo que algumas vezes podem ser subdivididas, de acordo com o sistema de classificação adotado. São registradas para cada família, mais de 1.000 espécies espalhadas pelo mundo (SMITH et al., 2008).

Os gêneros que mais se destacaram foram *Adiantum*, com oito espécies, *Serpocaulon* com seis espécies, *Thelypteris* e *Cyathea* com cinco espécies cada. O gênero *Adiantum*, é o mais representativo na Floresta Atlântica Nordeste, muitas vezes sendo associado a lugares de florestas secundárias (XAVIER; BARROS, 2005; SANTIAGO, 2006). *Thelypteris* também é muito comum em levantamentos nesta região (SANTIAGO, 2006) e *Serpocaulon*, apesar de pouco representado é comumente encontrado em áreas de ambiente serrano. *Cyathea* se destaca por ser encontrada nos levantamentos realizados na região sendo a maioria das espécies de ocorrência em ambientes de altitude e com a presença de água, como observado no presente estudo.

Algumas das espécies registradas são pouco coletadas na região da Floresta Atlântica Nordeste, como *Pecluma recurvata* e *Phlegmariurus linifolius* que, no contexto regional, estão representadas apenas em áreas de Floresta Serrana (acima de 600m)

(SANTIAGO, 2006). *Serpocaulon meniscifolium* também possui ocorrência bem restrita na região, apesar da espécie ser encontrada com facilidade em áreas da Floresta Atlântica do Sudeste (LABIAK; PRADO, 2008), na porção nordestina ocorre em Gravatá e na Reserva de Pedra D'antas (Farias et al. dados não publicados). A maioria das espécies é indiferente aos níveis altitudinais considerados para florestas serranas e de terras baixas, como observado para a região como um todo por Santiago (2006).

Tabela 2.2. Samambaias e licófitas registradas na região de estudo (Gravatá e Barra de Guabiraba), Pernambuco. Tipos Florestais: FS- Floresta Serrana; FTB- Floresta Atlântica de Terras Baixas. Distribuição Geográfica no Mundo: BR (espécies endêmicas do Brasil), AS (restritas a América do Sul), AM (espécies que ultrapassam o território Sulamericano), VN (espécies ocorrentes no Velho Mundo), IN (espécies introduzidas). Distribuição Geográfica no Brasil: N (espécies encontradas na região Amazônica), SS (região Sul-Sudeste da Floresta Atlântica), CO (região Centro-Oeste). * Espécies registradas em Herbário.

Táxons	Tipos Florestais	Dist. Geog. (Mundo)	Dist. Geog. (BR)
ANEMACEAE			
<i>Anemia hirta</i> (L.) Sw.	FS, FTB	AM	CO, SS
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	FS, FTB	AS	N, SS
<i>Anemia villosa</i> Humb. & Bonpl. ex Kunth	FS, FTB	AS	N, SS
<i>Anemia tomentosa</i> var <i>anthriscifolia</i> (Schrad.) Mickel	FS, FTB	AM	N, CO, SS
ASPLENIACEAE			
<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
<i>Asplenium formosum</i> Willd.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
<i>Asplenium serratum</i> L.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
BLECHNACEAE			
<i>Blechnum brasiliense</i> Desv.	FS, FTB	AM	CO, SS
<i>Blechnum occidentale</i> L.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
CYATHEACEAE			
<i>Cyathea microdonta</i> (Desv.) Domin	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin.	FS, FTB	BR	N, CO, SS
<i>Cyathea</i> sp1.			
<i>Cyathea</i> sp2.			
<i>Cyathea</i> sp3.			
DENNSTAEDTIACEAE			
<i>Hypolepis repens</i> (L.) C. Presl	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	FS, FTB	AM	N, CO, SS
DRYOPTERIDACEAE			
<i>Ctenitis</i> sp.			
<i>Cyclodium heterodon</i> var. <i>abbreviatum</i> (C. Presl) A.R. Sm.	FS, FTB	BR	N, SS

<i>Cyclodium meniscioides</i> (Willd.) C.Presl	FS,FTB	AM	N,CO,SS
<i>Mickelia guianensis</i> (Aubl.) Moran et al.	FTB	AM	N
<i>Polybotrya osmundaceae</i> Willd.	FS,FTB	BR	CO,SS
GLEICHENIACEAE			
<i>Gleichenella pectinata</i> (Willd.) Ching		AM	
	FS, FTB		N, CO, SS
HYMENOPHYLLACEAE			
<i>Trichomanes krausii</i> Hook. & Grev	FS, FTB	AM	N, CO, SS
LINDSAEACEAE			
<i>Lindsaea lancea</i> (L.) Bedd. var. <i>Lancea</i>	FS, FTB	VN	N,CO,SS
LOMARIOPSIDACEAE			
<i>Lomariopsis japurensis</i> (Mart.) Sm.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
LYCOPODIACEAE			
<i>Phlegmariurus linifolius</i> (L.) B.Øllg.	FS	AM	N, CO, SS
<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
LYGODIACEAE			
<i>Lygodium venustum</i> Sw.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Lygodium volubile</i> Sw.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
POLYPODIACEAE			
	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C. Presl	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Campyloneurum cf. repens</i> (Aubl.) C. Presl	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Microgramma geminata</i> (Schrader) R.M. Tryon & A.F. Tryon	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger * (IPA 21321)	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Pecluma pilosa</i> (A.M. EVANS) M. Kessler & A.R. SM.	FS, FTB	AS	N, SS
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G. Price ¹	FS	AS	N, SS
<i>Pecluma</i> sp1			
<i>Pecluma</i> sp2			
<i>Phlebodium decumanum</i> (Willd.) J. Sm.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Phlebodium cf. pseudoaureum</i> (Cav.) Lellinger	FS, FTB	AM	CO, SS
<i>Phlebodium</i> sp.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Pleopeltis furcata</i> (L.) A.R. Sm.	FS,FTB	VN	N,SS
<i>Pleopeltis gyroflexa</i> (Christ) Schwartsb.	FS, FTB	AM	SS
<i>Serpocaulon catharinae</i> Langsd. & Fisch.	FS, FTB	AM	SS
<i>Serpocaulon hirsutulum</i> (T. Moore) Schwartsb. & A.R.Sm. ¹	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Serpocaulon fraxinifolium</i> Jacq.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Serpocaulon meniscifolium</i> (Langsd. & Fisch.) A.R. Sm	FS	BR	SS
<i>Serpocaulon richardii</i> (Klotzsch) A.R. Sm.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Serpocaulon triseriale</i> Sw.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
PTERIDACEAE			
<i>Acrostichum aureum</i> L.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Adiantum dolosum</i> Kunze	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Adiantum latifolium</i> Lam.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Adiantum pulverulentum</i> L.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Adiantum terminatum</i> Kunze ex Miq.	FS, FTB	AM	N, SS
<i>Adiantum</i> sp1			
<i>Adiantum</i> sp2			
<i>Adiantum</i> sp3			
<i>Doryopteris varians</i> (Raddi) J. Sm.	FS, FTB	AS	N, SS
<i>Hemionitis palmata</i> L.	FS, FTB	AM	N, CO, SS

<i>Hemionitis tomentosa</i> (Lam.) Raddi	FS, FTB	AS	N, CO, SS
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link	FS, FTB	VN	N, CO, SS
<i>Polytaenium cajenense</i> (Desv.) Benedict ²	FS	AM	N, CO, SS
<i>Pteris denticulata</i> Sw.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Vittaria graminifolia</i> Kaulf.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Vittaria lineata</i> (L.) J.E. Sm.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
SALVINIACEAE			
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	FS, FTB	IN	N, SS
SELAGINELLACEAE			
<i>Selaginella producta</i> Baker	FTB	AM	N, SS
SCHIZAEACEAE			
<i>Schizaea elegans</i> (Vahl.) Sw.	FS, FTB	AM	N, CO, SS
TECTARIACEAE			
<i>Triplophyllum</i> sp.			
THELYPTERIDACEAE			
<i>Thelypteris dentata</i> (Forssk.) E. St. John	FS, FTB	IN	N, CO, SS
<i>Thelypteris hispidula</i> (Decne.) C.F. Reed.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
<i>Thelypteris interrupta</i> (Willd.) K. Iwats.	FS, FTB	VN	N, CO, SS
<i>Thelypteris serrata</i> (Cav.) Alston	FS, FTB	AM	N, CO, SS
<i>Thelypteris</i> sp.			

Fonte: SILVA, 2016.

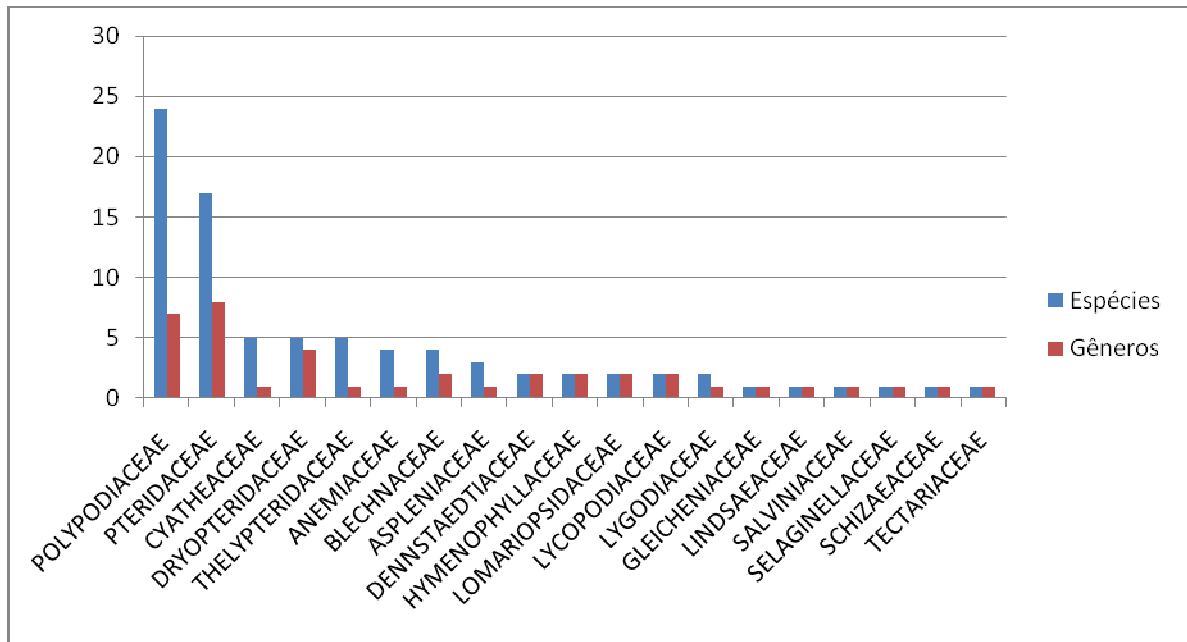


Figura 2.1. Número de espécies e gêneros de samambaias e licófitas distribuídas por família na área de estudo (Gravatá e Barra de Guabiraba), no estado de Pernambuco, Brasil.

Em relação a distribuição geográfica das espécies, a maioria é amplamente distribuída na América, sendo seguidas pelas ocorrentes no Velho e Novo Mundo (12 spp). Para o Brasil, grande parte das espécies são amplamente distribuídas em todas as regiões (42 spp) e duas compartilhadas com a região sul-sudeste (*Pleopeltis gyroflexa* e *Serpocaulon meniscifolium*). Das espécies registradas a maioria é encontrada tanto em florestas serranas quanto em florestas de terras baixas como observado por Santiago (2006).

Seis espécies são restritas à América do Sul (*Anemia phyllitidis*, *A. villosa*, *Pecluma recurvata*, *P. ptilodon*, *Doryopteris varians* e *Hemionitis tomentosa*), enquanto quatro são endêmicas do Brasil (*Cyathea praecincta*, *Cyclodium heterodon*, *Polybotrya osmundaceae* e *Serpocaulon meniscifolium*) e duas são introduzidas (*Azolla filiculoides* e *Thelypteris dentata*) (SMITH, 1992). Na região da Floresta Atlântica Nordeste não há registros de espécies endêmicas (Santiago e Barros, dados não publicados) e a maioria das espécies também é registrada como distribuída pela América. Este padrão é diferente da porção da Floresta Atlântica no Sul e Sudeste, onde é encontrado um dos centros de endemismo e riqueza destes grupos (TRYON, 1986). As espécies são amplamente distribuídas no território nacional, ocorrendo na Amazônia e na Floresta Atlântica. Três

espécies (*Serpocaulon catharinae*, *S. hirsutulum* e *S. meniscifolium*) são exclusivas da Floresta Atlântica (LABIAK; PRADO, 2008; SCHWARTSBURD; SMITH, 2013).

Na análise de todos os fragmentos, juntamente com dados de levantamento anteriormente realizado na região, foi observada uma variação na riqueza geral de 14 a 42 espécies por fragmento no censo realizado (ver Anexo). A espécie que mais se destacou com presença em quase todos os fragmentos foi *Lygodium venustum*. Outras espécies que também se destacaram, *Campyloneurum nitidum*, *Blechnum brasiliensis*, *B. occidentale* e *Thelypteris serrata* com registros em vários fragmentos. Na observação realizada em campo, *B. occidentale* se destaca pelas populações numerosas.

Os dados encontrados são interessantes, principalmente se observarmos que no menor fragmento é registrada uma riqueza geral considerável. Isso demonstra que é importante levar em conta pequenos fragmentos em estratégias de conservação que envolvam samambaias e licófitas, como é observado por Paciência (2001). Pequenos fragmentos podem abrigar uma comunidade de samambaias e licófitas tão rica quanto as dos grandes fragmentos, quando o ambiente de floresta fragmentado é maduro e bem preservado (PACIENCIA; PRADO, 2005b).

Riqueza, abundância e diversidade

Os resultados obtidos no GLM indicaram que o tamanho do fragmento explicou as variações nos dados de abundância ($f= 5,584$; $p= 0,025$) e diversidade ($f= 5,333$; $p= 0,029$), (Figura 2.2). Entretanto o teste não mostrou diferença significativa para a riqueza ($f= 0,001$; $p= 0,972$). Para as variáveis “forma do fragmento” e “tipo de ambiente” o teste não mostrou diferença significativa em relação à riqueza, abundância e diversidade das espécies de samambaias.

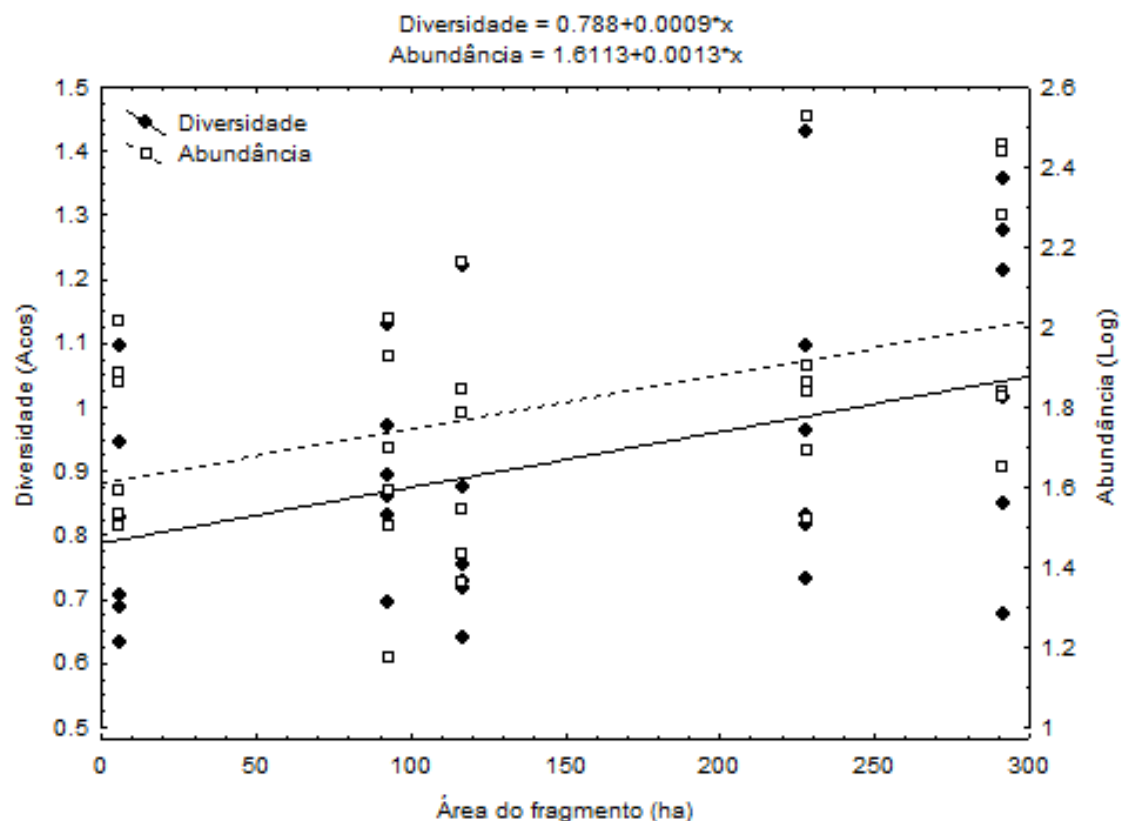


Figura 2.2. Variação na abundância e diversidade das espécies de samambaias (nas parcelas de 10m x 20 m nos cinco fragmentos florestais) em relação à área dos fragmentos no nordeste pernambucano. A abundância ($f= 5,58$; $p= 0,02$) e a diversidade ($f= 5,33$; $p= 0,02$) aumentaram conforme o aumento da área dos fragmentos.

Tamanho do fragmento

Os resultados deste estudo mostraram uma influência significativa do tamanho dos fragmentos estudados em relação à abundância e diversidade observada. Para as samambaias registradas no presente estudo, os fragmentos maiores são indispensáveis, pois registraram os maiores valores de abundância. Silva, Pereira e Barros (2014) também obtiveram resultados semelhantes onde fragmentos maiores obtiveram valores maiores de abundância.

O efeito do tamanho do fragmento é importante, visto que grandes florestas são necessárias para a preservação de espécies com baixa abundância, pois a diminuição da área florestal leva ao empobrecimento das comunidades vegetais (CAGNOLO; CABIDOR; VALLADARES, 2006). Entretanto os efeitos de borda não se manifestam da mesma maneira em todos os fragmentos florestais (MURCIA, 1995), os fragmentos e ambientes de

interior e borda não necessariamente vão ter número muito diferente de espécies, eles podem ter espécies diferentes, porém com a mesma quantidade de espécies, como é refletido neste estudo. Um mesmo grupo pode apresentar diferentes respostas às variações ambientais decorrente dos efeitos causados pela fragmentação (MURCIA, 1995; PACIÊNCIA; PRADO, 2004).

A riqueza não diferiu nos fragmentos analisados, isso pode estar atribuído à diversidade de ambientes encontrados na maioria dos fragmentos. Entretanto, alguns estudos mostram que o número de espécies, de samambaias e licófitas, aumentam à medida que a área aumenta (FIQUEIREDO; SALINO, 2005; BARROS et al., 2006).

Barros et al (2006), avaliaram a riqueza geral de fragmentos e aplicaram uma parcela em cada área para realização dos cálculos de riqueza (na parcela), abundância e diversidade. Os autores, só observaram relação do tamanho do fragmento com a riqueza geral.

Os efeitos da fragmentação podem restringir o desenvolvimento de algumas espécies ao mesmo tempo em que favorece o sucesso de outras, que são adaptadas às novas condições (SILVA; SCHMITT, 2015), isso explica o fato de não ter diferença significativa para a riqueza de espécies no nosso estudo, como citado acima, o número de espécies pode ser o mesmo, entretanto as espécies são diferentes devido à capacidade de cada espécie se adaptar às condições ambientais. A umidade é a principal variável climática relacionada com riqueza de samambaias, mas diferentes espécies ou gêneros podem ter preferências climáticas opostas (ALDASORO; CABEZAS; AEDO, 2004).

Para a riqueza o tamanho parece não afetar as espécies de samambaias, corroborando os resultados encontrados por Paciencia e Prado (2005b) que não observaram a influência do tamanho dos fragmentos estudados em relação à riqueza das espécies de samambaias e licófitas.

Embora os resultados não tenham mostrado diferença para riqueza, isso é sentido na diversidade, porque o índice de diversidade vai balancear a riqueza e a abundância, não levando apenas em conta o número de espécies.

A diversidade biológica é maior quanto mais complexo e mais heterogêneo for o ambiente (RICKLEFS, 2001). Nos fragmentos maiores foi observado um maior índice de diversidade, assim como o observado por Murakami, Maenaka e Morimoto (2004). Avaliando 39 fragmentos com tamanhos variando de 0.11 a 60.3 ha, observaram a influência do tamanho sobre a diversidade, corroborando com o presente trabalho. Resultado semelhante foi observado por Silva, Pereira e Barros (2014) onde os diferentes graus de fragmentação influenciaram negativamente a diversidade das espécies.

Efeito de borda

Não houve diferença significativa nos ambientes de interior e borda em relação aos atributos analisados na assembléia de samambaias. Esse resultado é semelhante ao obtido por Pereira et al (2014), ao analisar um fragmento, os autotes não observaram diferença significativa entre os tipos de ambiente de interior e borda.

O menor efeito de borda observado tanto nesse estudo, como no estudo de Pereira et al (2014), podem estar relacionados à área de estudo (floresta de brejo de altitude), pois as áreas de brejo de altitude apresentam temperatura mais amena e condições microclimáticas propícias ao desenvolvimento das samambaias (ANDRADE-LIMA, 1966; SANTIAGO; BARROS; SYLVESTRE, 2004).

Nos fragmentos estudados foram observados fatores importantes para conservação, como a presença de água e boa cobertura de dossel, ocasionando um clima apropriado ao estabelecimento das espécies, o que permite um microclima adequado para as samambaias, visto que locais com alta umidade e sombreamento são preferenciais para ocorrência do grupo (BARROS et al., 2002).

Já para floresta de terras baixas, que é o caso dos trabalhos de Paciencia e Prado (2004, 2005b) e Silva, Pereira e Barros (2011; 2014), o resultado desses estudos indicaram uma forte influência do tipo de ambiente para as samambaias, diferindo do encontrado no presente trabalho. Os efeitos de borda em florestas de terra baixa se mostraram mais marcantes, isso pode está relacionado a uma maior variação no clima.

O efeito de borda decorrente do processo de fragmentação existe, entretanto eles também estão associados aos locais onde os fragmentos ocorrem, como indicado nos trabalhos citados.

Composição

A análise de DCA mostrou que as assembléias de espécies de samambaias formam dois tipos de agrupamentos distintos, é possível observar essa separação no primeiro eixo que separa o fragmento pequeno dos demais fragmentos, que variam de 92,80 a 291,5 há, e no eixo 2 que separou as parcelas de interior das parcelas de borda (Figura 2.3).

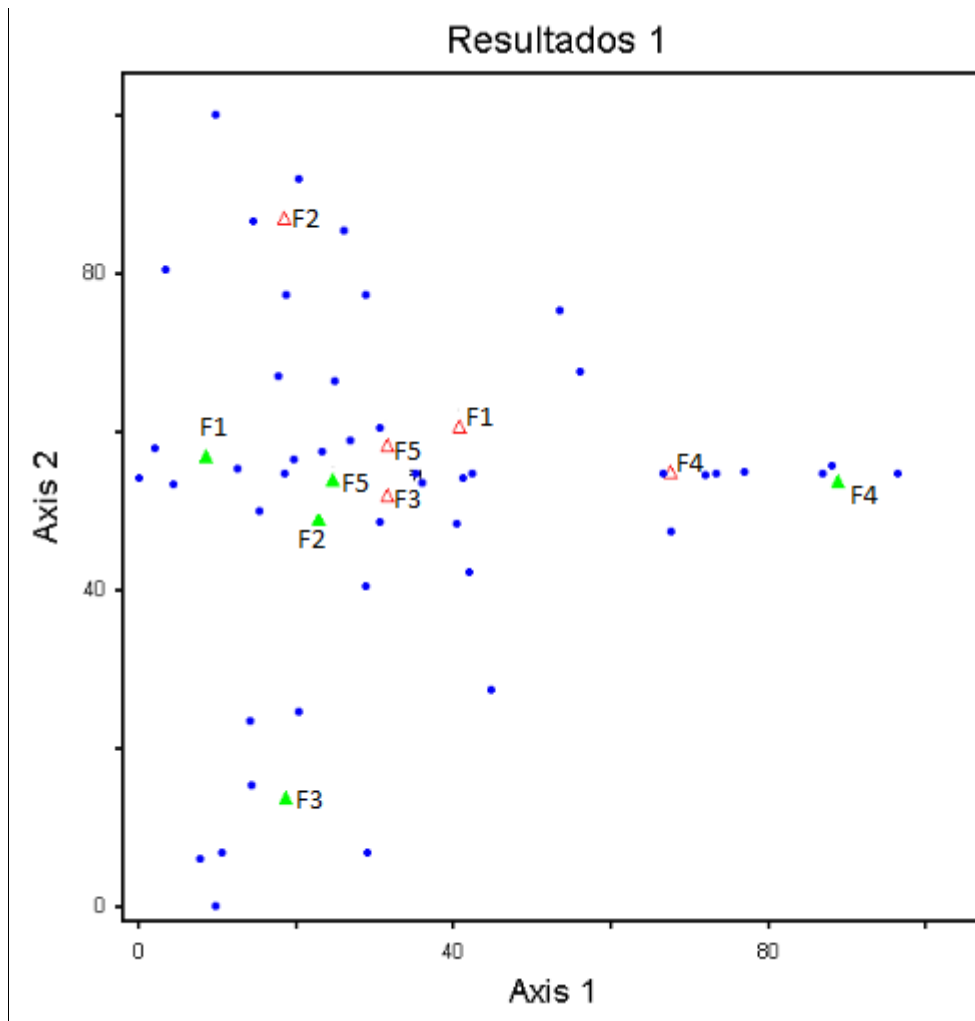


Figura 2.3. Análise de ordenação do DCA, o eixo 1 mostra uma separação do fragmento menor (F4) em relação aos fragmentos maiores (F1, F2, F3 e F5); o eixo dois indica uma separação do tipo de ambiente (Δ borda; $\blacktriangle$ interior); os pontos ($\bullet$ espécies) mais distantes do centro do gráfico indicam espécies menos abundantes e os mais centrais indicam espécies mais abundantes.

O resultado da análise de regressão com os escores do DCA mostrou que a forma do fragmento ($t = 2,60$; $p = 0,01$) influencia o arranjo de composição das espécies, entretanto o tamanho do fragmento ($t = -1,25$; $p = 0,22$) não explicou a variação nessa composição (Figura 2.4). Em relação ao tipo de ambiente, o resultado do teste ANOVA indicou que o arranjo das espécies de samambaias é influenciado pelo gradiente interior-borda (Figura 2.5).

As análises da composição florística demonstraram que tanto a forma do fragmento quanto o tipo de ambiente (interior vs. borda) foram variáveis importantes na variação da composição das espécies de samambaias.

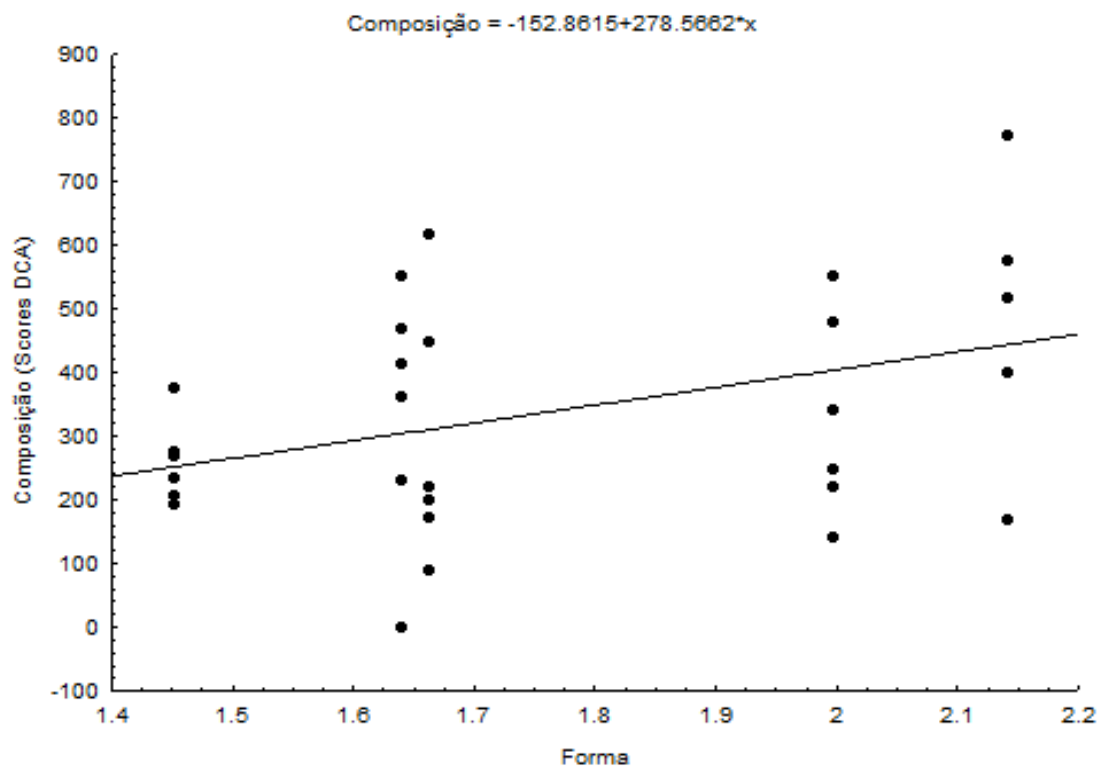


Figura 2.4. Influencia da forma na variação da composição das espécies, quanto mais irregular é o fragmento (mais distante do valor 1), maior a variação na composição.

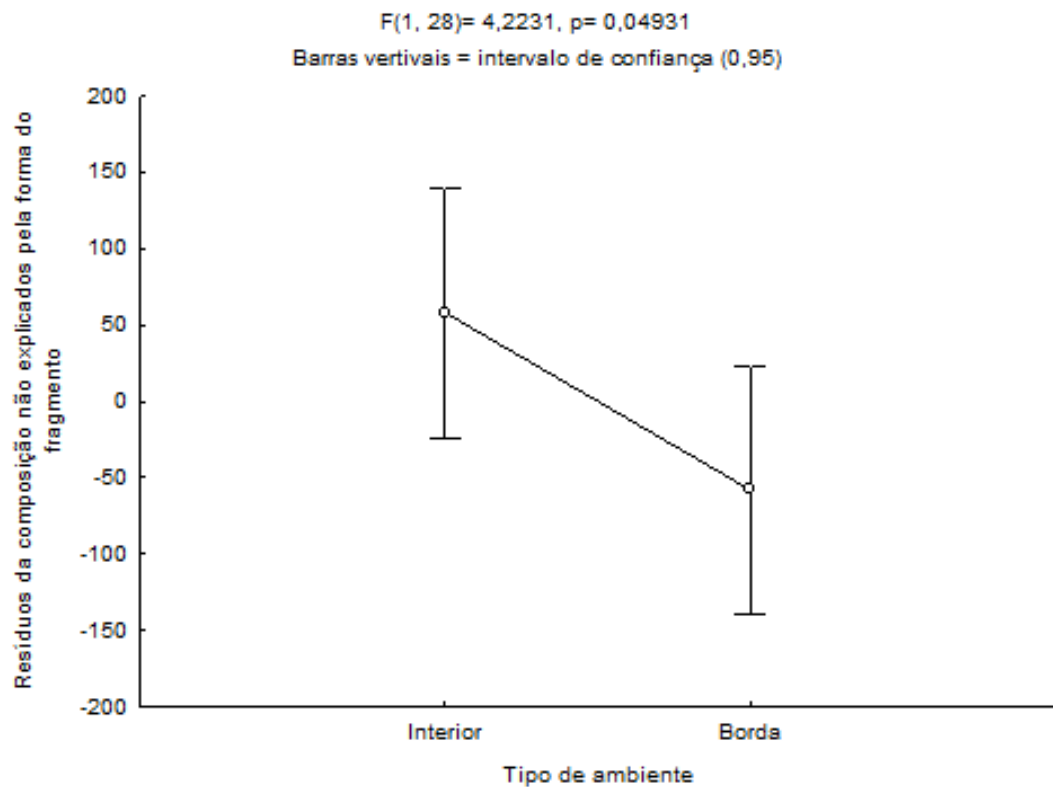


Figura 2.5. Resultado do teste Anova um fator indicando a diferença entre os ambientes de interior e borda dos fragmentos florestais em relação à composição das espécies.

O índice de forma variou de 1.45 a 2.14 e explicou bem a variação nas composições encontradas neste estudo. Pereira (2012) observou que os maiores índices de forma estão presentes nos fragmentos de maior tamanho, evidenciando a relação positiva entre essas duas variáveis, o que também é refletido neste trabalho.

Em fragmentos que apresentam uma mesma área, quanto mais próximo o índice de forma estiver do valor um, mais circular é o fragmento e sua área interna tende a ser maior (área de núcleo) (CARMO, 2006). A proporção de borda é mínima e a área interna é máxima em fragmentos circulares (RANTA et al., 1998). Entretanto, os fragmentos menores tendem a apresentar forma mais próxima do circular, e devido ao tamanho, não apresentam uma área nuclear funcional (PEREIRA, 2012). Neste trabalho o menor fragmento (F4), foi o que obteve o índice de forma mais próximo do valor um, sendo assim, evidenciando uma forma mais próxima do circular.

Silva, Pereira e Barros (2014) analisando a composição florística de 11 fragmentos indicaram que fragmentos pequenos apresentavam composição diferente dos maiores, resultado semelhante também foi observado por Paciencia e Prado (2004; 2005a), assim como é evidenciado no presente trabalho.

Em relação ao tipo de ambiente, a assembléia de samambaias registrada no interior dos fragmentos é diferente das encontradas nas extremidades dos mesmos fragmentos. Esse resultado corrobora com o achado por Silva, Pereira e Barros (2011). Os autores encontraram apenas uma espécie em comum entre os ambientes, o que denota uma forte influência do tipo de ambiente, mostrando uma diferença na composição florística entre borda e interior de floresta bastante evidente, indicando dois grupos bem definidos: o primeiro compreendendo as samambaias da zona de borda e o segundo as samambaias de interior, determinando assembléias típicas de cada habitat.

Em estudos na FAN, Silva, Pereira e Barros (2014), observaram uma similaridade florística de 21% entre os ambientes de interior e borda de fragmentos florestais, revelando a presença de populações distintas de samambaias nesses dois tipos de ambiente. No mesmo ano, Pereira et al (2014) observaram uma diferença entre as assembléias de samambaias, com a formação de grupos distintos.

Silva e Schmitt (2015), analisando fragmentos de floresta de araucária, observaram que os efeitos de borda eliminam as espécies que são menos tolerantes às alterações ambientais, alterando a composição característica da assembléia de samambaias e licófitas e aumentando o número de espécies que são restritas ao interior da floresta.

As condições na borda atuam como um ambiente selecionador de espécies capazes de colonizá-lo, onde os indivíduos mais adaptados têm maiores chances de sobrevivência (MURCIA, 1995; SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011).

A homogeneidade do meio ambiente, comum a ambientes de borda, e as características físicas destes ambientes têm consequências para o número de colonização e/ou espécies persistentes (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2014). As possíveis causas das diferenças florísticas e estruturais entre os ambientes de interior e borda de fragmentos, podem ser esclarecidas mediante estudo das condições micro-climáticas dos fragmentos (SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011).

2.6 Considerações finais

O aumento de bordas envolve mudanças na substituição gradual das espécies causadas diretamente pelas condições físicas próximas da borda, (MURCIA, 1995). Os efeitos de borda causam mudanças no ambiente físico, como alterações de temperatura e umidade relativa do ar, e a proliferação de borda e substituição de espécies provocam a perda da biodiversidade local (SILVA, PEREIRA; BARROS, 2011). Esses processos levam à formação de ambientes variados que se tornam selecionadores das espécies capazes de colonizá-los, resultando na imposição de um mosaico florístico demarcado (PACIENCIA; PRADO, 2005a).

Os efeitos da fragmentação nos remanescentes estudados afeta a assembléia de samambaias, visto que, fragmentos maiores abrigam uma maior diversidade e abundância desse grupo, evidenciando que a fragmentação e a perda de habitat causam mudanças no ambiente que influenciam a flora de samambaias. A forma do fragmento exerce influência sobre a composição das espécies, bem como a composição florística também é influenciada pelos tipos de ambientes (borda vs. interior), com a ocorrência de espécies distintas em cada ambiente.

No geral os resultados mostraram que os efeitos da fragmentação e a perda de habitat exercem influência negativa sobre a abundância, diversidade e composição das espécies de samambaias analisadas na região de estudo.

2.7 Referências

ALDASORO, J. J; CABEZAS, F; AEDO, C. Diversity and distribution of ferns in sub-Saharan Africa, Madagascar and some islands of the South Atlantic. **Journal of Biogeography**. v. 31, p. 1579-1604, 2004.

ANDRADE-LIMA, D. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. **Boletim Técnico. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**. v. 8, p. 3-9, 1966.

BARROS et al. Pteridófitas. In: **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Ed. Massangana, 2002. p. 154-172.

BARROS et al. Pteridófitas. In: TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.; PORTO, K.C. **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

BROOKS, T; BALMFORD, A. Atlantic Forest extinctions. **Nature**. v 380. p 115. 1996.

CARMO, A. B. **Efeito da fragmentação de habitat sobre a riqueza de espécies arbustivo-arboréas do cerrado *sensu stricto*, no município de Urberlândia, Minas Gerais**. Dissertação (Programa de Pós –Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

CAGNOLO, L; CABIDOB, M; VALLADARES, G. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. **Biological Conservation**. v. 132, p. 510-519, 2006.

CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/34677/>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

CPRM. Serviço geológico do Brasil. **Projeto Cadastrado de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Pernambuco: Diagnóstico do Município de Gravatá**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 21 p.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989.

FIQUEIREDO, J. B; SALINO, A. Pteridófitas de quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**. v. 6, n. 2, p. 83-94, 2005.

HILL, M. O; GAUCH, H.G. Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique. **Vegetation**. v. 42, p 47-58, 1980.

LABIAK, P.H.; PRADO, J. New combinations in *Serpocaulon* and a provisional key for the Atlantic Rain Forest Species. **American Fern Journal**. v. 98, p. 139-159, 2008.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data*. **MjM Software, Gleneden Beach, OR**. v. 6, n. 3. 2010.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 71, n. 3-1, p. 445-463, 1999.

MORAN, R. C. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical Montane Forests. In: CHURCHILL et al (eds). **Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests**. 1995. p. 359-363.

MURAKAMI, K.; MAENAKA, H.; MORIMOTO, Y. Factors influencing species diversity of forest patches in the Kyoto city area. **Landscape and Urban Planning**. v. 70, p. 221-229, 2004.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

OLIVEIRA, L. J. F.; SANTANA, O. M. S.; SILVA JUNIOR, L. H. Análise comparativa da produção de flores e plantas ornamentais nos municípios de Gravatá e Holambra. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48. **Anais...** Campo Grande(MS), 2010.

PACIÊNCIA, M. B. **Efeitos da Fragmentação Florestal sobre a Comunidade de Pteridófitas da Mata Atlântica Sul baiana**. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, São Paulo. 2001.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 27, n. 4, p. 641-653, 2004.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Distribuição espacial da assembléia de pteridófitas em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil. **Hoehnea**. v. 32, n. 1, p. 103-117, 2005a.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Effects of Forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain Forest in Brazil. **Plant Ecology**. v.180, p. 87-104, 2005b.

PEREIRA, A. F. N. **Florística, distribuição geográfica e efeito de fragmentação e perda de habitat de samambaias ocorrentes na Floresta Atlântica**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Recife, 2012.

PEREIRA et al. Efeito de borda sobre a comunidade de samambaias em fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). **Interciencia (Caracas)**. v. 39, n. 4, p. 281-287, 2014.

RANTA et al. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution os forests fragments. **Biodiversity and Conservation**. v. 7, p. 385-403,1998.

RICKLEKFS, E. R. **A Economia da Natureza**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 503p.

SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L.; SYLVESTRE, L. S. Pteridófitas ocorrentes e três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito, Permanbuco, Brasil). **Acta bot. bras.** v. 18, n. 4, p. 781-792, 2004.

SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. Florestas serranas de Pernambuco e sua pteridoflora: necessidade de conservação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3. **Anais...** Fortaleza: Fundação Grupo o Boticário de Proteção à Natureza; Associação Caatinga, 2002. p. 563-573.

SANTIAGO, A. C. P. **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: Florística, Biogeografia e Conservação.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook.** Washington: Island Press, 2003. p. 43-59.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. **Brasilian Journal of Biology.** v. 71, n. 2, p. 421-430, 2011.

SILVA, M. M.; GANADES, G. M. S; BACKES, A. Regeneração natural em um remanescente de floresta ombrófila mista, na floresta nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica.** n. 61, p. 259-278, 2010.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Fragmentation and loss of habitat: consequences for the fern communities in Atlantic forest remnants in Alagoas, north-eastern Brazil. **Plant Ecology & Diversity.** v. 7, p. 1-9. 2014.

SILVA, V. L.; SCHMITT, J. L. The effects of fragmentation on Araucaria Forest: analysis of the fern and lycophyte communities at sites subject to different edge conditions. **Acta Botanica Brasilica.** v. 29, n. 2, p. 223-230, 2015.

SMITH et al. A classification for extant ferns. **Taxon.** v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SMITH et al. Fern classification. In: RANKER, T. A.; HAUFLE, C. H. (Ed.). **The biology and evolution of ferns and Lycophytes.** Cambridge: Cambridge University Press. p. 417-467, 2008.

SMITH, A . R. Thelypteridaceae. In: Tryon, R.M.; STOLZE, R.G. Pteridophyta of Peru. Part III. Fieldiana. **Botany N. S.** v. 29, p. 1-80, 1992.

STATSOFTINC. **Statistica (data analysis software system), versão 8.0.** Disponível em: <www.statsoft.com>. 2007.

SCHWARTSBURD, P.B.; SMITH, A. Novelties in *Serpocaulon* (Polypodiaceae). **Journal of the Botanical Research Institute of Texas.** v. 7, n. 1, p. 85-93, 2013.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological Conservation.** v. 91, p. 119-127, 1999.

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M.(orgs.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba:** história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 17-24.

TRINDADE et al. Utilização de sensoriamento remoto na análise da fragmentação da Mata Atlântica no litoral norte de Pernambuco, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. **Anais...** Florianópolis : INPE, 2007. p. 1907-1914.

TRYON, R. The biogeography of species, with special reference to ferns. **Botanical Review.** v. 52, n. 2, p 117-156, 1986.

VOLOTÃO, C. F.S. **Trabalho de análise espacial:** Métricas do Fragstats. São José dos Campos: INPE, 1998.

XAVIER, S. R.; BARROS, I. C. L. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho. **Acta Botanica Brasilica.** v. 19 n. 4 p. 775-781, 2005.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Recentemente, trabalhos estão sendo desenvolvidos no intuito de elucidar como as pteridófitas (samambaias e licófitas) respondem à influência dos efeitos da fragmentação florestal. Ainda não existe clareza de como as bordas tem sido medidas em vários tipos florestais, com características de borda diferente, as quais são circundadas por uma variedade de matriz. Todavia ainda não podemos desenhar padrões gerais claros sobre esses efeitos (MURCIA, 1995).

Os remanescentes de Brejos de altitude estudados mostraram uma boa representatividade das espécies de samambaias, porém maiores levantamentos precisam ser realizados em outros remanescentes dessa região, pois trabalhos nestes ambientes (CITAR), normalmente trazem ocorrência de novos registros. Também, o efeito de borda, decorrente do processo de fragmentação nesses ambientes, necessita de uma análise mais aprofundada.

Mais informações precisam ser coletadas sobre como samambaias e licófitas respondem aos fatores ambientais que presumivelmente causam alta diversidade, tal como os solos, declives, elevações e microclimas. Também são necessários mais dados sobre os números de espécies pteridófitas e endêmicas nas dadas regiões montanhosas. Tais informações devem melhorar nosso entendimento de como pteridófitas e outras plantas são influenciadas pelas montanhas (MORAN, 1995).

Segundo Murcia (1995), os efeitos de borda têm sido analisados em vários tipos florestais com diferentes características de borda, e cercado por uma variedade de matriz, mas padrões claros não foram definidos, e esse fato pode estar relacionado a fatores que podem atuar simultaneamente como: falta de consistência metodológica, simplificação dos efeitos de borda e da borda, pois é provável que os efeitos de borda atuem juntos e pode ser irrealista esperar que todo efeito de borda varie monotonamente com a distância da borda.

Na presente pesquisa, fragmentação e a perda de habitat interferem na assembléia de samambaias, uma vez que fragmentos maiores abrigaram uma maior diversidade e abundância de espécies, e que a forma do fragmento exerceu influência sobre a composição das espécies, ocorrendo uma variação da composição de acordo com o aumento no índice de forma. A composição florística também foi influenciada pelos tipos de ambientes formando dois grupos distintos, um na borda e outro no interior. Entretanto, as informações aqui obtidas não são suficientes para esclarecer as respostas das samambaias em relação à fragmentação.

Sabe-se que os efeitos da fragmentação existem, como, por exemplo, os efeitos de borda, porém as propriedades de cada ambiente influenciam nesses efeitos. Em florestas serranas como no nosso caso e no de Pereira et al (2014), não houve diferença significativa dos efeitos no gradiente de borda-interior (explicar que para composição foi observada uma composição distinta); já em florestas de terras baixas, os efeitos do tipo de ambiente foram significativos como relatado nos estudos de Paciencia e Prado (2004, 2005b) e Silva, Pereira e Barros (2011; 2014).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE-LIMA, D. Esboço fitoecológico de alguns “brejos” de Pernambuco. **Boletim Técnico. Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco**. v. 8, p. 3-9, 1966.
- BARROS et al. Pteridófitas. In: **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**. Recife: Ed. Massangana, 2002. p. 154-172.
- BARROS et al. In: TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. & PORTO, K.C. **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- BARROS et al. Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas do engenho animoso (Amaraji, Pernambuco, Brasil). **Revista de Geografia (UFPE)**. v. 30, n. 2, 2013.
- BARROS et al. Distribuição vertical de samambaias epífitas em um fragmento de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. **Iheringia, Sér. Bot.** v. 69, n. 1, p. 143-153, 2014.
- BROOKS, T; BALMFORD, A. Atlantic Forest extinctions. **Nature**. v 380. p 115. 1996.
- CAMPANILI, M.; PROCHNOW, M. **Mata Atlântica: uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006. 322p.
- CARMO, A. B. **Efeito da fragmentação de habitat sobre a riqueza de espécies arbustivo-arboréas do cerrado *sensu stricto*, no município de Uberlândia, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais, Uberlândia, 2006.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. **Planejando paisagens sustentáveis: a Mata Atlântica Brasileira**. Conservation International; Instituto de Estudos Sócio Ambientais do Sul da Bahia. 32 p, 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2012-2013: Relatório técnico.** São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2014. 61p. 2014b.

IBGE. **Atlas nacional do Brasil:** região Nordeste. Rio de Janeiro. Ed. IBGE, 1985.

KIMMEL, T.; GOTTSBERGER, G. PIECHOWSKI, D. The history of fragmentation of the lowland Atlantic Forest of Pernambuco, Brazil. In: Rodal, M.J.N, LINS e SILVA, A.C.B., GOTTSBERGER, G. (Eds) The Fragments Project. **Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability**, v. 2 (Special Issue 1), p. 1-4., 2008.

LAURANCE, F. W.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**. v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

LOPES et al. Impacto da perda de cobertura florestal sobre a riqueza e diversidade de pteridófitas em dois remanescentes de floresta atlântica nordestina. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**. 2009.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 09 Out. 2014.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 71, n. 3-1, p. 445-463, 1999.

METZGER, J. P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservatio**. v. 142, n. 2009, p. 1138–1140, 2009.

MITTERMEIER et al. **Hotspots Revisitados - As Regiões Biologicamente Mais Ricas e Ameaçadas do Planeta. Mata Atlântica e Cerrado.** Brasil, Conservação Internacional. 2005.

MORAN, R. C. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on Neotropical Montane Forests. In: CHURCHILL, S.P. et al. (eds). **Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests**. 1995. p. 359-363.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MURAKAMI, K.; MAENAKA, H.; MORIMOTO, Y. Factors influencing species diversity of forest patches in the Kyoto city area. **Landscape and Urban Planning**. v. 70, p. 221-229, 2004.

MYERS, R. Threatened biotas: "hotspots" in tropical forests. **Environmentalist**. v. 8, p. 187-208, 1988.

PRADO et al. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. **Rodriguésia** (Online), v. 66, p. 1073-1083, 2015.

PRANCE, G.T. Forest refuges: evidences from woody angiosperms. Pp. 137-158, in: PRANCE, G.T. (ed.) **Biological diversification in the tropics**. Columbia University Press, New York, 1982.

PRANCE, G.T. Biogeography of neotropical plants. Pp.175-196, in: WHITMORE, T.C. ; G.T. PRANCE (eds.) **Biogeography and quaternary history in tropical**. Oxford: America Claredon Press, 1987.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.

PÔRTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Série biodiversidade, 9.

PORTELA, R. C. Q. **Estabelecimento de plântulas e jovens de espécies arbóreas em fragmentos florestais de diferentes tamanhos.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Campinas, SP. 2002.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica.** v. 27, n. 4, p. 641-653, 2004.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Distribuição espacial da assembléia de pteridófitas em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no sul da Bahia, Brasil. **Hoehnea.** v. 32, n. 1, p. 103-117, 2005a.

PACIENCIA, M. L. B.; PRADO, J. Effects of Forest fragmentation on pteridophyte diversity in a tropical rain Forest in Brazil. **Plant Ecology.** v.180, p. 87-104, 2005b.

PEREIRA et al. Efeito de perda de habitat sobre a comunidade pteridofítica de uma paisagem fragmentada de floresta atlântica (reserva ecológica de Gurjaê, Pernambuco, Brasil). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9. **Anais...**, 2009.

PEREIRA, A. F. N. **Florística, distribuição geográfica e efeito de fragmentação e perda de habitat de samambaias ocorrentes na Floresta Atlântica.** Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Recife: UFPE, 2012.

PEREIRA, A. F. N. **Riqueza, abundância e ecologia de pteridófitas (Lycophyta e Monilophyta) em dois ambientes de um fragmento de floresta serrana (Mata da Reserva, Bonito, Pernambuco, Brasil).** Dissertação (Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Recife: UFPE, 2007.

PEREIRA et al. Efeito de borda sobre a comunidade de samambaias em fragmento de Floresta Atlântica (Bonito, Pernambuco, Brasil). **Interciencia (Caracas)**. v. 39, n. 4, p. 281-287, 2014.

RODRIGUES et al. Ecologia dos brejos de altitude do agreste pernambucano. **Revista de Geografia**. Recife, v. 25, n. 3, 2008.

RANTA et al. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution os forests fragments. **Biodiversity and Conservation**. v. 7, p. 385-403,1998.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. F. **Biologia vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

SANTIAGO, A. C. P. **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: Florística, Biogeografia e Conservação**. Tese (Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Recife: UFPE, 2006.

SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. Florestas serranas de Pernambuco e sua pteridoflora: necessidade de conservação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 3. **Anais...** Fortaleza: Fundação Grupo o Boticário de Proteção à Natureza; Associação Caatinga, 2002. p. 563-573.

SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L.; SYLVESTRE, L. S. Pteridófitas ocorrentes e três fragmentos florestais de um brejo de altitude (Bonito, Permanbuco, Brasil). **Acta bot. bras.** v. 18, n. 4, p. 781-792, 2004.

SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. Nota sobre a ocorrência de mataxya rostrata (kunth) C. Presl (Metaxyaceae – pteridophyta), na Mata Atlântica do Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**. v. 21, n. 2, p. 53-58, 2013.

SANTIAGO et al. Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. **Biotemas**. v. 27, n. 2, p. 9-18, 2014.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**. v. 404, p. 72-74, 2000.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. **Brasilian Journal of Biology**. v. 71, n. 2, p. 421-430, 2011.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Fragmentation and loss of habitat: consequences for the fern communities in Atlantic forest remnants in Alagoas, North-eastern Brazil. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, p. 1-9. 2014.

SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Status of the Biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. p. 43-59. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook**. Washington: Island Press, 2003.

SILVA et al. Influência do efeito de borda na abundância e diversidade de epífitas no Jardim Botânico de Lajeado, Rio Grande do Sul. **Revista Destaques Acadêmicos**. v. 5, n. 3, 2013.

SILVA, V. L.; SCHMITT, J. L. The effects of fragmentation on Araucaria Forest: analysis of the fern and lycophyte communities at sites subject to different edge conditions. **Acta Botanica Brasilica**. v. 29, n. 2, p. 223-230, 2015.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Influência da fragmentação de habitats na composição, riqueza, diversidade e abundância das pteridófitas em remanescentes de floresta atlântica nordestina. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9. **Anais...** São Lourenço (MG), 2009.

SMITH et al. A classification for extant ferns. **Taxon**. v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SALINO, A. Levantamento das pteridófitas da Serra do Cuscuzeiro, Analândia, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 19, n.2, p. 173-178, 1996.

SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-mata-atlantica/#sthash.SHCvyTy9.dpuf>> . Acesso em: 24 Out. 2014a.

TABARELLI et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. v.1, n. 1, 2005.

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: PÔRTO, K.C.; CABRAL, J.J.P.; TABARELLI, M.(orgs.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 17-24.

TABARELLI, M.; MARTINS, J. F.; SILVA, J. M. La biodiversidad brasileña amenazada. **Investigación e Ciencia**. n. 308, p. 42-49, 2002.

TABARELLI, M.; SIQUEIRA FILHO, J. A. S.; SANTOS, A. M. M. Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco In: TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.; PORTO, K.C. **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As Regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização**. Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1971.

WILCOVE, D. S.; MCLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: **Conservation Biology: Science of Scarcity and Diversity**. Sunderland: M. Soulé ed. Sinauer Associates, 1986. p. 237-256.

APÊNDICE

Tabela. Ocorrência e abundância das espécies registradas nos ambientes de interior e borda dos cinco fragmentos analisados. BO = Borda, IN = Interior.

ESPÉCIES	F1	F1	F2	F2	F3	F3	F4	F4	F5	F5
	BO	IN	BO	IN	BO	IN	BO	IN	BO	IN
<i>Anehirt</i>				16		5	3		5	5
<i>Anevill</i>									5	
<i>Aspleform</i>				55		58	57			2
<i>Asplser</i>		4				49	1	4		1
<i>Blecbras</i>	25	27	49	28					14	24
<i>Blecocci</i>	342	40	1	3		21	24	57	271	279
<i>Blecserr</i>									56	35
<i>Salpvol</i>				3						8
<i>Cyatmic</i>	15	1	22			1				1
<i>Cyatsp</i>									4	10
<i>Hyporep</i>										
<i>Ctensp</i>	2		2	5	3					
<i>Cyclhete</i>		24			3					
<i>Cyclmeni</i>				12						
<i>Mickguia</i>		15		1	4					
<i>Polybosm</i>		16		6					3	26
<i>Gleicpect</i>	3									
<i>Trichkra</i>				6		9				6
<i>Lomajap</i>					18					
<i>Nephbis</i>			1							
<i>Lygovent</i>							2	13	3	
<i>Lygovol</i>	1	2	5						1	
<i>Campynit</i>				6	2	21			18	2
<i>Campyrep</i>	12	1						6		
<i>Microlyco</i>	1				1		3		1	
<i>Microvacc</i>	6			1			26	13	2	1
<i>Niphcras</i>		1				6				
<i>Peclupil</i>	1	2	2	5	4	16	3	11		54
<i>Peclurec</i>								3		
<i>Phlebsp</i>								1		
<i>Phlebdec</i>					1					
<i>Pleoastr</i>	2	1			5	5	19	16	2	13
<i>Pleofurc</i>		2	5	2	16	56				1
<i>Serpohirs</i>								2		
<i>Serporich</i>			1		2		3			

<i>Serpotris</i>	2				2			1	
<i>Adiasp</i>									1
<i>Adiadol</i>		4	3	1					
<i>Adialat</i>					1		22		
<i>Adiapul</i>							14	15	
<i>Adiater</i>	11	11	1	14	2	4	12		
<i>Doryvar</i>									14
<i>Hemtom</i>			12		12		20		
<i>Polycaj</i>		1			1	10			
<i>Pterden</i>							4		
<i>Vittgra</i>						2			
<i>Vittlin</i>								3	
<i>Triplsp</i>		38	2		7				
<i>Thelysp</i>	5								
<i>Thelyhis</i>	3		5		1				10
<i>Thelyint</i>	9	1	28						
<i>Thelyserr</i>			1						
<i>Selaprod</i>			10	12					52

Tabela. Riqueza geral dos nove fragmentos com levantamento na região de estudo.

FRAGMENTOS	TAMANHO (ha)	RIQUEZA GERAL
F1	228,17	34
F2	92,80	35
F3	116,90	42
F4	5,95	28
F5	291,5	36
F6	25,53	25
F7	20,26	14
F8	44,73	18
F9	13,85	14