



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO**

LEONILDO NOGUEIRA DA SILVA

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO
ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

Vitória de Santo Antão

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE HUMANA E MEIO AMBIENTE
(PPGSHMA)

LEONILDO NOGUEIRA DA SILVA

DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO
ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA

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

Orientador: Prof^o. Dr. Kleber Andrade da Silva

Orientadora externa: Prof^a. Dr^a. Patricia Barbosa Lima

Coorientador: Prof^o. Dr. Augusto César Pessoa Santiago

Vitória de Santo Antão
2018

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4-2005

- S586d Silva, Leonildo Nogueira da.
Distribuição potencial de espécies de samambaias pouco encontradas na floresta atlântica nordestina./ Leonildo Nogueira da Silva. - Vitória de Santo Antão, 2018.
79 folhas; il., tab., graf.
- Orientador: Kleber Andrade da Silva.
Orientadora externa: Patricia Barbosa Lima.
Coorientador: Augusto César Pessôa Santiago.
Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, 2018.
1. Pteridófitas. 2. Ecologia. 3. Floresta atlântica. I. Silva, Kleber Andrade da (Orientador). II. Lima, Patricia Barbosa (Orientadora externa). III. Santiago, Augusto César Pessôa (Coorientador). IV. Título.

587 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-012/2019

LEONILDO NOGUEIRA DA SILVA

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO
ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente (PPGSHMA) 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: 30/08/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Augusto César Pessôa (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. André Maurício Melo Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Simone Rabelo da Cunha (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico ao meu filho (In memoriam), a minha esposa Diana, a minha mãe Maria, ao meu pai Severino, ao meu irmão Leonardo, a minha avó Carmelita (In memoriam), a minha tia Josefa (In memoriam), a todos os demais familiares e amigos que estiveram comigo nessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu condições para que eu chegasse até aqui. Aos meus pais Severino e Maria, meu Irmão Leonardo que me acompanharam durante essa Jornada. A minha esposa Diana que sempre me inspirou, incentivou e auxiliou em todos os momentos, te amo muito minha linda.

Em especial a todo o meu comitê de orientação: Orientador Kleber que sempre estava lá quando precisei, Orientadora Patricia por sempre está disposta a me ensinar, Co orientador Augusto que foi extremamente importante no desenvolver desse trabalho, sempre me orientando, ensinando, além de um grande amigo se tornou um exemplo. Ao professor Arnaldo da UNIVASF, Campus São Raimundo Nonato, Piauí, por me auxiliar no aprendizado das técnicas em modelagem. Aos professores André, Simone e Augusto que compuseram a Banca examinadora da Defesa, pelas sugestões que só enriqueceram esse trabalho. Ao Professor Rafael que colaborou na Qualificação. Ao corpo docente do PPGSHMA, pelos ensinamentos. A CAPES pela concessão de bolsa. A todos que fazem o Cav - UFPE, em especial ao Diretor José e ao Vice-Diretor René. Ao corpo docente do núcleo do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Aos que fazem a Biblioteca, em especial Giane, Jaciane e Ana. Aos que fazem a Escolaridade, em especial Francisco por ser um excelente profissional e amigo. Aos que fazem a Secretaria da Pós-Graduação. A todos que fazem a Coordenação Administrativa dos Laboratórios, em especial os meus amigos queridos sempre na torcida por me, ajudaram-me em muitos momentos desde o tempo da graduação até os dias de hoje: Sidicleia, André, Michelle, Rafael, Rosane, Anderson, Geivianni, Gleybson, Vinícius, Edmária, Suzana, Gabriel, Rodrigo, Danilo, Ewerton, Silvio, Dewson, Niedja e Anna.

Ao Professor Sebastião do núcleo do curso de Nutrição, um grande amigo, o primeiro a me incentivar a seguir na carreira acadêmica. Ao professor Sérgio do curso inglês instrumental, peça chave na minha preparação para a entrada neste Curso. Aos meus colegas de curso de mestrado pelos momentos de descontração, em particular Sandrelli, Leandro e Samuel. Aos amigos que Deus me presenteou, em especial Rogério, pela amizade de sempre.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente com este trabalho, os citados aqui e também os não citados por falta de tempo. A todos o meu muito obrigado!

“A natureza das plantas tornam-as resilientes e capazes de sobreviver, mesmo quando o homem interfere em seu meio ambiente”. (SILVA; COELHO, 2018).

RESUMO

As samambaias são plantas vasculares sem semente. A maioria de seus representantes vive nos trópicos. No Brasil a Floresta Atlântica abriga a maior riqueza de espécies do grupo. A Floresta Atlântica Nordestina (FAN) situada ao norte do rio São Francisco corresponde a uma das regiões mais fragmentada desse Domínio. Essa fragmentação evidencia o quanto a biodiversidade local pode estar ameaçada, especialmente o grupo das samambaias. O presente estudo objetivou desenvolver uma lista com as espécies de samambaias pouco encontradas na FAN (um ou dois registros) e também modelar o nicho ecológico de três dessas espécies na região, identificando a sua distribuição potencial. Na primeira etapa do estudo, elaborou-se a lista através da compilação de dados sobre a distribuição das espécies de samambaias na região e no mundo. Foram consultados material botânico dos principais herbários da região nordeste, literatura especializada e sites científicos (Specieslink e Lista da flora do Brasil 2020 em construção). Assim, 57 espécies de samambaias foram consideradas pouco encontradas na FAN, distribuídas em 33 gêneros e 17 famílias. Destas, 37 espécies ocorreram em apenas uma localidade, enquanto 20 em duas. Estima-se a ocorrência de cerca de 280 espécies de samambaias na FAN. Contudo 20% das espécies são pouco encontradas na região. Há mais de uma década identificou-se que 24% das espécies de samambaias ocorrentes na FAN eram pouco encontradas. Vale ressaltar que mesmo com esse intervalo de tempo, no qual diversos levantamentos florísticos foram desenvolvidos, essas espécies não foram comumente encontradas. Na segunda etapa, Modelos de Distribuição de Espécies (MDE's) foram desenvolvidos para três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN: *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T. Moore; *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota e *Pteris schwackeana* Christ. Os MDE's foram elaborados considerando as variáveis ambientais e os registros de ocorrência georreferenciados das espécies na Floresta Atlântica. Foram identificados os municípios que abrigam áreas de alta adequação para ocorrência potencial das espécies modeladas, verificando-se aqueles que já possuíam trabalhos com o grupo das samambaias. Esperamos que este estudo auxilie nos processos de monitoramento e planejamento de ações voltadas para conservação das espécies de samambaias pouco encontradas na FAN e no direcionamento de trabalhos de campos em busca das espécies.

Palavras-chave: Pteridófitas. Modelo de Nicho ecológico. Mata Atlântica. Maxent.

ABSTRACT

The ferns are vascular plants without seed. Most of their representatives live in the tropics. In Brazil, the Atlantic Forest is home to the richest group of species. The Northeastern Atlantic Forest (NAF) located north of the São Francisco River corresponds to one of the most fragmented regions of this Domain. This fragmentation evidences how much local biodiversity may be threatened, especially the fern group. The present study aimed to develop a list of fern species found in NAF (one or two registers) and also to model the ecological niche of three of these species in the region, identifying their potential distribution. In the first stage of the study, drew up the list by compiling data on the distribution of the species of ferns in the region and the world. It was consulted botanical material from the main herbariums of the northeast region, specialized literature and scientific sites (Specieslink and List of flora of Brazil 2020 under construction). Thus, It was considered 57 species of ferns little found in the NAF, distributed in 33 genera and 17 families. Of these, 37 species occurred in only one locality, while 20 in two. It is estimated the occurrence of about 280 species of ferns in the NAF. However 20% of the species are rarely seen in the region. For more than a decade it has been identified that 24% of the fern species occurring in the NAF were little found. It is noteworthy that even with this time interval, in which several floristic surveys were developed, these species were not commonly found. In the second step, Species Distribution Models (MDEs) were developed for three species of ferns found in FAN: *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T. Moore; *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota and *Pteris schwackeana* Christ. The MDEs were elaborated considering the environmental variables and georeferenced occurrence records of the species in the Atlantic Forest. It was identified the municipalities that harbor areas of high adequacy for the potential occurrence of the modeled species, verifying those that already had work with the group of the ferns. We hope that this study will help in the processes of monitoring and planning actions aimed at the conservation of the species of ferns found little in the NAF and in the direction of works of fields in search of the species.

Key words: Pteridophytes. Ecological Niche Model. Atlantic Forest. Maxent.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo: Lista de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordeste

Figura 1 – Localização da Floresta Atlântica ao Norte do rio São Francisco (FAN) em relação ao Brasil 31

Artigo: Distribuição Potencial de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordeste

Gráfico 1 – Valores relativos do teste Jackknife da AUC dos modelos finais de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN 60

Figura 1 – Distribuição Potencial das espécies, *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T. Moore, *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota, e *Pteris schwackeana* Christ, na FAN 63

LISTA DE ABREVIações

ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
AUC	Area Under The Curve (Área sob a curva ROC)
CNCFLORA	Centro Nacional de Conservação da Flora
DT's	Decision Trees
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAN	Floresta Atlântica Nordestina
GARP	Genetic Algorithm for Rule Set Production
IA	Área contínua de uma associação particular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MDE's	Modelos de Distribuição de Espécies
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ROC	Receiver Operating Characteristics (Curva Análise de Característica Operativa do Receptor)
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SVM's	Support Vector Machines
UC's	Unidades de Conservação
UICN	União Internacional para Conservação da Natureza

LISTA DE TABELAS

Artigo: Lista de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordeste

Tabela 1 – Lista de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordeste (FAN) 33

Artigo: Distribuição Potencial de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordeste

Tabela 1 – Localidades de ocorrência de *Elaphoglossum herminieri*, *Pleopeltis pleopeltidis* e *Pteris schwackeana* na Floresta Atlântica Brasileira 49

Tabela 2 – Conjunto de variáveis ambientais disponíveis para modelagem de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN, com indicação das que foram selecionadas para o modelo final de cada planta 54

Tabela 3 – Valores da porcentagem da permutação de contribuição e importância relativa das variáveis ambientais para as estimativas dos modelos finais de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN 58

Tabela 4 – Municípios localizados nos estados que abrigam a FAN com áreas de alta adequação para ocorrência potencial de três espécies de samambaias pouco encontradas 64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	16
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	16
1.3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
1.3.1 <i>Principais abordagens dos estudos sobre samambaias na FAN</i>	17
2 ARTIGO: LISTA DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA	27
3 ARTIGO: DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA	44
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE A – LOCALIDADE POTENCIAL PARA ESFORÇO DE COLETA DE <i>ELAPHOGLOSSUM HERMINIERI</i> NA FAN RESERVA BIOLÓGICA PEDRA TALHADA	79
APÊNDICE B – LOCALIDADE POTENCIALMENTE INADEQUADA PARA ESFORÇO DE COLETA DE <i>ELAPHOGLOSSUM HERMINIERI</i> NA FAN LAGOA MANGUABA	80

1 INTRODUÇÃO

As samambaias são plantas vasculares sem semente, com ciclo de vida caracterizado pela alternância de gerações, onde a fase gametofítica é efêmera e a fase esporofítica duradoura e mais comumente encontrada na natureza (ZUQUIM *et al.*, 2008). É um grupo cosmopolita, em que a maioria de seus representantes vive nos trópicos e tem preferência por habitats úmidos, sombreados e próximos a cursos d'água (ZUQUIM *et al.*, 2008). No Brasil, 1.159 espécies de samambaias possuem ocorrência registrada, dessas 523 são endêmicas (FORZZA, *et al.*, 2018). O domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica abriga a maior riqueza de espécies do grupo no país (PRADO, 2007; PRADO *et al.*, 2015). Contudo, a Floresta Atlântica encontra-se bastante ameaçada (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). E por conta de sua elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo essa Floresta tornou-se uma das prioridades para a conservação da biodiversidade mundial (MYERS *et al.*, 2000). Uma porção nordestina, a Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco (FAN) corresponde a uma das regiões mais devastada e fragmentada desse domínio (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). Neste sentido, Barros *et al.*, (2005) relataram que o atual estado de fragmentação da FAN evidencia o quanto a biodiversidade local pode estar ameaçada, especialmente o grupo das samambaias.

As samambaias além de habitarem em vários tipos de ambiente, também podem ser indicadoras do grau de conservação de uma área florestal, tendo em vista que um desmatamento acentuado pode ocasionar o desaparecimento de algumas espécies do local (XAVIER; BARROS, 2003). Estudos realizados com o grupo no estado de Pernambuco (Barros e Windisch, 2001) e na FAN (Santiago, 2006) indicaram que muitas espécies estão sujeitas a perderem os seus últimos registros nesta região. Foi notado por vários autores (BARROS; WINDISCH, 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; SANTIAGO, 2006) que várias espécies tinham sua ocorrência em poucas localidades na FAN, com apenas um ou dois registros, sendo assim, consideradas pouco encontradas na região. Alguns autores ainda (PEREIRA *et al.*, 2011; BARROS *et al.* 2013) categorizaram algumas dessas espécies de samambaias pouco encontradas como raras na região. Segundo Izco (1998), o conceito de raridade de espécies de plantas tem sido usado de maneira confusa em vários estudos em botânica. É preciso ter em mente que quando se trata dos vários

tipos de raridade de plantas existentes na natureza deve-se observar e analisar os seguintes parâmetros: a distribuição geográfica, a especificidade de habitat e o tamanho da população local da espécie, ao invés de apenas um desses parâmetros (RABINOWITZ, 1981). Além disso, a maioria das espécies de samambaias pouco encontradas na FAN não foi avaliada quanto á ameaça de extinção pelo Centro Nacional de Conservação da Flora (CNC Flora), e as que já foram estão acomodadas na categoria dados insuficientes (DD) (FORZZA *et al.*, 2018).

Há bastante tempo, a construção de listas de espécies de plantas pouco encontradas, raras e ameaçadas de extinção, vêm sendo utilizadas no Brasil como uma importante ferramenta voltada para ações de conservação (MENDONÇA; LINS, 2000). Segundo Windisch (1996), o rápido processo de extinção de espécies, mesmo que em nível regional e/ou local tornou-se algo preocupante. Pereira *et al.*, (2011) comenta que em países com dimensões continentais como o Brasil, muitas espécies estão sujeitas a sofrerem extinção regional mesmo antes de serem incluídas nas listas de raridade dos órgãos nacionais. Fato este que reforça a importância da elaboração de listas com espécies pouco encontradas na região. Sem dúvida, um dos obstáculos enfrentados no processo de elaboração de listas como estas, sempre foi a grande escassez de informações sobre a distribuição real das espécies (MCLNTYRE, 1992). Contudo, na última década, o avanço tecnológico permitiu a disponibilização de uma variedade de dados espaciais sobre os táxons pela internet (KAMINO, 2009). No caso das plantas, a maioria das informações que compõem esse banco de dados biológico virtual (fotos de exsiccatas ou do espécime na natureza e descrições), é extraída diretamente das fichas de coleta e do material botânico depositados nos principais herbários do Brasil e do mundo, sendo resultados dos estudos de inúmeros pesquisadores especialistas.

O avanço tecnológico também favoreceu a realização de estudos que modelam o nicho ecológico de espécies pouco encontradas, raras, endêmicas e ameaçadas de extinção (GRAHAM *et al.*, 2004, KAMINO, 2009). O Modelo de Distribuição Geográfica Potencial ou Modelo de Distribuição de Espécies (MDE) consiste em um método de processamento computacional que combina dados de ocorrência de uma ou mais espécies com variáveis do seu ambiente (bioclimáticas, topográficas, do solo e hídricas), construindo assim uma representação das condições requeridas (adequadas) por tais espécies (ANDERSON; LEW; PETERSON, 2003, LORENA *et al.*, 2008, GIANNINI *et al.*, 2012). Neste sentido, os

MDE's são eficientes porque direcionam os trabalhos de campo para regiões desconhecidas ou pouco exploradas e com nichos adequados à espécie, reduzindo o esforço de coletar em áreas bem amostradas ou de baixo potencial de ocorrência da espécie, o que garante um uso mais eficiente tanto do tempo quanto dos recursos financeiros disponíveis (RAXWORTHY *et al.*, 2003, KAMINO, 2009).

Dessa forma, a criação de uma lista de espécies de samambaias e a utilização dos MDE's é importante para uma melhor compreensão da distribuição das espécies pouco encontradas na FAN. Além disso, essas técnicas também podem auxiliar nos processos de monitoramento e planejamento de ações voltadas para conservação dessas espécies e direcionamento de trabalhos de campos futuros das espécies modeladas (RODRÍGUEZ *et al.*, 2007, LORENA *et al.*, 2008, GOGOL-PROKURAT, 2011).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *Objetivo geral*

O presente estudo objetivou desenvolver uma lista com as espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica ao Norte do rio São Francisco e também modelar o nicho ecológico de três dessas espécies na FAN, identificando a sua distribuição potencial.

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Criar uma lista com as espécies de samambaias pouco encontradas na FAN;
- Utilizar os MDE's para gerar mapas que apontem locais com alto potencial de ocorrência para três dessas espécies na FAN;
- Analisar a distribuição potencial das mesmas e comparar com a literatura específica disponível para indicar quais áreas potenciais já apresentam estudos e as áreas mais propícias para indicação de realização de novos trabalhos de campo.

1.3 REFERENCIAL TEÓRICO

1.3.1 Principais abordagens dos estudos sobre samambaias na FAN

A Floresta Atlântica situada ao norte do rio São Francisco ou Floresta Atlântica Nordestina (FAN) abriga todos os fragmentos remanescentes de Floresta Atlântica entre os Estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, mais encraves no Ceará (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). Esse imenso território engloba dois importantes centros de endemismo, o Centro Pernambuco e os Brejos Nordestinos (TABARELLI *et al.*, 2010). É visível o aumento do número de estudos desenvolvidos com grupo das samambaias na FAN, sobre tudo nos estados de Pernambuco (o mais estudado até então), Ceará, Alagoas e Paraíba. No entanto, o estado do Rio Grande do Norte não apresentou aumento tão expressivo quanto os demais. A seguir destacamos alguns dos estudos mais relevantes com o grupo na FAN.

Paula-Zárate (2004) fez uma revisão de literatura dos principais trabalhos envolvendo samambaias e licófitas para o estado do Ceará, promovendo o levantamento florístico e o estudo da distribuição geográfica desses grupos. A autora registrou 143 espécies, 11 variedades, distribuídas em 63 gêneros e 23 famílias. Os novos registros de ocorrência foram: *Adiantum patens* Willd., para o Brasil e *A. giganteum* Prado e *Lellingeria limula* (C. Christ) A.R. Sm. & R.C. Moran para a Região Nordeste, enquanto *Dennstaedtia cicutaria* (Sw.) T. Moore, *D. globulifera* Bernh., e o gênero *Elaphoglossum* Sm., para o Ceará. A família Pteridaceae foi a que apresentou maior diversidade de gêneros (oito) e espécies (31), seguida por Polypodiaceae com (sete) gêneros e (18) espécies. O hábito herbáceo predominou entre as espécies do Ceará (82%). Em relação a forma de vida, hemicriptófita, epífita e hemiepífita foram as mais predominantes, respectivamente. As samambaias e licófitas foram registradas na maioria das unidades de vegetação do estado. Contudo as serras úmidas apresentaram os locais de maior diversidade de espécies dessas plantas. Nessas serras, foram encontradas espécies tipicamente atlânticas e amazônicas. A autora comentou que provavelmente se trate de um fato relictual no estado do Ceará e pode ser resultado das últimas glaciações do quaternário. A autora ainda elaborou uma lista com as espécies, chaves de identificação para as famílias e os gêneros, reuniu informações sobre a distribuição das espécies no

estado do Ceará (municípios e localidades de coleta) e também no Brasil e no mundo. Em relação aos padrões de distribuição geográfica das espécies do Ceará, destacaram-se Neotropicais (64%) e restritas a América do Sul (13,6%).

Para o estado de Pernambuco: Barros, Lira e Silva (1988) fizeram um levantamento das espécies de samambaias e licófitas coletadas em cerca de 55 municípios, visando estudar a distribuição dessa flora pelas várias zonas fisiográficas do estado. Este estudo contribuiu com levantamento do número de espécies, as famílias mais representativas e a distribuição dessas por zona e também por municípios de Pernambuco.

Barros e Windisch (2001) verificaram que em alguns pequenos fragmentos remanescentes de floresta no estado de Pernambuco ainda pode ser encontrada uma riqueza de espécies de samambaias considerável, indicando que no passado essa flora provavelmente foi mais diversificada. Os autores chamam a atenção para o fato de que a maioria das localidades de coletas desde que as coleções originais dos herbários foram feitas já podem ter sofrido alterações ou até mesmo ter sido destruídas.

Barros (2002) citaram 107 táxons na condição de pouco encontrados nas Florestas Serranas (Brejos de Altitudes) no estado de Pernambuco, ou seja, eles apresentavam distribuição restrita, registrados em menos de três localidades de ocorrência. Desse total, 75 táxons estavam relacionados com as florestas serranas. Outro problema observado foi que a maioria dos fragmentos de floresta serrana onde estas plantas foram coletadas não possuía qualquer tipo de proteção ambiental.

Santiago (2006) fez um apanhado á respeito da riqueza de espécies de samambaias e licófitas em quatro estados (AL, PB, PE e RN) que abrigam a FAN, considerando a sua distribuição geográfica, altitudinal e também raridade de espécies. Foi registrada a ocorrência de 254 espécies e cinco variedades, distribuídas em 69 gêneros e 24 famílias. A espécie *Pecluma recurvata* (Kaulf.) M. G. Price ainda não tinha sido registrada para esta região. A família com maior riqueza de espécies foi Pteridaceae com (49 spp.) e nove gêneros, seguida por Polypodiaceae (35 spp.) e oito gêneros, e Dryopteridaceae (25 spp.) e doze gêneros. Segundo o autor, 25% das espécies de samambaias e licófitas registradas na região podem ser consideradas como raras (pouco encontradas), ou seja, são encontradas na FAN em menos de três localidades. O autor ainda elaborou uma

lista com as espécies ameaçadas de extinção no estado de Pernambuco, de acordo com os critérios estabelecidos pela UICN. Assim, 104 espécies e uma variedade foram identificadas e distribuídas nas categorias de ameaças da seguinte forma: Criticamente em Perigo: 62 espécies; Em Perigo: 19 espécies; Vulneráveis: 24 espécies.

Ao passar dos anos, vários “checklist” de samambaias e licófitas foram desenvolvidos no estado de Pernambuco: Como por exemplos; na Reserva Ecológica de Jangadinha, município de Jaboatão dos Guararapes (AMBRÓSIO; BARROS, 1997); Serra do Urubu e Mata do Ageró no município de Maraial (BARROS *et al.*, 2001); Refúgio Ecológico Charles Darwin, município de Igarassu (SANTIAGO; BARROS, 2003); Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, um brejo de altitude, localizado no município de Caruaru (XAVIER; BARROS, 2005); Mata do estado, município de São Vicente Férrer (PIETROBOM; BARROS, 2006); Engenho Água Azul, município de Timbaúba (PIETROBOM; BARROS, 2007); Reserva Ecológica de Gurjaú, município do Cabo de Santo Agostinho (PEREIRA *et al.*, 2007); Barros e Xavier (2007) fizeram coletas no Horto dois irmãos em Recife, na Mata do Gurjaú no Cabo de Santo Agostinho e nos municípios de Arcoverde e Tupanatinga; Córrego do Zabé, na Reserva Ecológica de Gurjaú nos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes e Moreno (BARROS; SANTIAGO, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011); no município de Rio Formoso (Costa *et al.*, 2013); Engenho Animoso localizado em Amaraji (BARROS *et al.*, 2013); RPPN Pedra D’Antas, situada em áreas da FAN nos municípios Lagoa dos Gatos, Jaqueira e São Benedito do Sul (FARIAS *et al.*, 2015; FARIAS *et al.*, 2017).

Para o estado de Alagoas destacam-se os seguintes trabalhos: Pietrobom (2004) registrou 88 espécies de samambaias e licófitas como novas referências para o estado, uma para a Região Nordeste: *Thelypteris jamesonii* (Hooker) R.M. Tryon e outra para o Brasil: *Danaea bipinnata* H. Tuomisto. No estudo 12 gêneros foram coletados nos dois fragmentos estudados no estado. Pereira (2012) em parte do seu estudo fez uma lista estadual com espécies de samambaias ameaçadas de extinção encontradas na Estação Ecológica de Murici em Alagoas, de acordo com critérios estabelecidos pela UICN. Ao todo 12 espécies foram identificadas distribuídas em Criticamente em Perigo (sete), Em Perigo (três) e Vulnerável (duas). Pereira *et al.*, (2013) realizou um levantamento florístico das samambaias na Estação Ecológica de Murici localizada nos municípios de Messias e Murici. Foram identificadas 107

espécies de samambaias, das quais 19 representam novos registros para estado. As famílias mais representativas em número de espécies foram Pteridaceae (29 espécies) e Polypodiaceae (22 espécies). Os gêneros mais representativos foram *Adiantum* (15 espécies) e *Thelypteris* (9 espécies). Além disso, essas espécies foram avaliadas em termos de riqueza, composição, distribuição geográfica, status de conservação regional, aspectos ecológicos e similaridades com espécies em outros biomas brasileiros.

No estado da Paraíba é visível certo aumento de estudos com o grupo das samambaias na última década. Por exemplo, Silvestre (2011) desenvolveu um levantamento florístico-taxonômico com as samambaias ocorrentes na RPPN Fazenda Pacatuba, no município de Sapé. Ao todo 27 espécies distribuídas em 19 gêneros e 11 famílias foram registradas na área de estudo. Quatro espécies foram novas referências para o estado, *Adiantum obliquum* Willd., *Adiantum petiolatum* Desv., *Didymoglossum ovale* E. Fourn., e *Thelypteris macrophylla* (Kunze) C. V. Morton.). O inventário florístico da flora de samambaias da Estação Ecológica do Pau-Brasil, localizada no município de Mamanguape, registrou 14 espécies, distribuídos em 10 gêneros e oito famílias (LOURENÇO; XAVIER, 2013). Enquanto Farias, Xavier e Barros (2012) investigaram as samambaias e licófitas ocorrentes na Cachoeira do Roncador, situada no município de Bananeiras. O estudo indicou a ocorrência de 13 espécies de samambaias e apenas uma espécie de licófitas, distribuídas em 11 gêneros e seis famílias. A espécie *Metaxya rostrata* (Kunth) C. Presl., (Metaxyaceae) foi coletada pela primeira vez no estado, em Mamanguape (SANTIAGO; BARROS, 2013). Silvestre *et al.*, (2013) apresentaram seis novos registros para o estado, cinco samambaias (*Asplenium otites* Link, *Adiantum lucidum* (Cav.) Sw., *Lindsaea divaricata* Klotzsch, *Goniopteris poiteana* (Bory) Ching, *Triplophyllum boliviense* J.Prado & R.C.Moran, encontradas na RPPN Fazenda Pacatuba, município de Sapé) e uma licófitas (*Selaginella simplex* Baker, encontrada em Bananeiras). Realizou-se um inventário das samambaias encontradas no Parque Estadual Mata do Xém-Xém, município de Bayeux, onde foram registradas 13 espécies distribuídas em 12 gêneros e sete famílias (BARROS; XAVIER, 2013). A espécie *Adiantum dolosum* Kunze., consiste em um novo registro para o estado. E Santiago *et al.*, (2014) registraram a ocorrência de 22 espécies, sendo uma licófitas e 21 samambaias distribuídas em 16 gêneros e 10 famílias na Mata do Buraquinho, um remanescente de Floresta Atlântica, situado no município de João Pessoa.

O estado do Rio Grande do Norte foi o menos expressivo em quantidade de estudos locais a respeito das samambaias e licófitas. Um estudo vem sendo desenvolvido com os grupos no município de Portalegre, 10 espécies de samambaias e uma de licófitas já foram inventariadas em uma Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) a Mata da Bica (comunicação pessoal, SILVESTRE 2018). Para este estado, os trabalhos mais importantes com o grupo são estudos que englobam a FAN (SANTIAGO, 2006), ou toda a região Nordeste e o Brasil (PRADO *et al.*, 2015). Neste último ou autores compilaram as samambaias e licófitas no País por meio da coleta de dados de listas de verificação regionais, revisões taxonômicas e bancos de dados selecionados. Trabalhos desse tipo foram muito importantes para atualização da lista oficial da Flora do Brasil 2020 em construção.

Embora a maioria dos estudos citados na FAN tenha como foco principal o levantamento florístico, boa parte analisou também características ecológicas e biogeográficas das espécies e dos seus habitats. De acordo com Pereira (2012) estudos abordando diretamente a conservação das samambaias têm se intensificado nas últimas décadas, principalmente devido a crescente preocupação mundial com a degradação dos habitats naturais por ação antrópica o que pode estar ocasionando aceleração do processo de extinção das espécies. São exemplos para a FAN alguns dos estudos já mencionados aqui (BARROS; WINDISCH 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; SANTIAGO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2013). Com exceção do primeiro estudo, todos os outros perceberam espécies de samambaias na condição de pouco encontradas na FAN, ou seja, espécies com ocorrência registrada em uma ou duas localidades na região. Vale ressaltar que essa condição parece ser algo persistente, isto é, mesmo depois de tantos levantamentos florísticos realizados de forma aleatória na região ao longo de mais de uma década, podemos encontrar várias espécies que se enquadram nesta categoria. Portanto estudos que abordem diretamente essa problemática poderão contribuir para um melhor entendimento tanto da distribuição quanto da conservação do grupo na FAN.

Alguns desses trabalhos atribuíram às espécies pouco encontradas o conceito de “raridade regional” (PEREIRA *et al.*, 2011; BARROS *et al.* 2013). Contudo, quando entramos um pouco na temática sobre a raridade em espécies plantas, percebe-se que o conceito mais coerente para designá-las até o momento é o utilizado por Santiago e Barros (2002), que são “espécies pouco encontradas na

FAN". A seguir citamos alguns dos principais trabalhos sobre raridade em espécies plantas que utilizamos para chegar nessa concepção.

Em seu estudo Rabinowitz (1981) construiu um esquema geral para caracterizar as variedades de raridade de espécies existentes na natureza. A autora considerou três dimensões: a extensão geográfica, a amplitude ecológica (especificidade de habitat) e o tamanho da população local, estabelecendo assim, sete tipos de raridade, cada tipo foi discutido com exemplos da flora Norte Americana. Ao comparar a competitividade entre espécies de gramíneas de pradaria raras (pouco encontradas) e frequentemente difundidas (comuns), a autora constatou, ao contrário do que esperava, que as habilidades competitivas (pelo menos em curto prazo) das gramíneas raras foram superiores as das gramíneas comuns, dessa forma essa característica não poderia ser a causa da escassez dessas espécies. Segundo a autora essa alta habilidade competitiva demonstrada seria importante para manter a persistência da população no ambiente, sendo que esse mecanismo compensaria uma grande desvantagem imposta pela raridade, e a seleção natural poderia estar atuando a favor justamente aí.

Quase duas décadas mais tarde Izco (1998), atenta para o fato que o conceito de raridade tem sido usado de maneira ambígua e confusa na ciência da vegetação. Em seu estudo as comunidades de plantas são tratadas ao nível de "associação", como usado no sentido de 'Braun-Blanquet', onde uma comunidade de plantas é definida por motivos florísticos e ecológicos e dessa forma tais associações são consideradas como elementos unitários específicos de classificação, portanto, dignas de considerar sua raridade. O autor considera a extensão da ocorrência, ou seja, área de distribuição, a frequência absoluta e o tamanho dos suportes individuais ou IA (área contínua de uma associação particular) para estabelecer o tipo de raridade da associação e sete tipos também são caracterizados e discutidos com exemplos. O autor acredita que a tipologia de raridade proposta é uma melhoria comparada com o conceito de raridade única, amplamente utilizada em diversos estudos até então. Salienta ainda que os diferentes tipos de raridade têm diferentes consequências práticas no que diz respeito à tomada de decisões no contexto da conservação da natureza.

Enquanto Bevill e Louda (1999) em sua revisão de literatura sobre trabalhos comparando atributos de plantas vasculares raras com aquelas mais comuns e intimamente relacionadas se surpreendem ao encontrar menos estudos do que o

esperado (n = 38) e nenhuma consistência nos atributos medidos. Eles constataram que as comparações entre pares fornecem uma forma de coletar informações importantes a respeito das principais semelhanças e diferenças entre espécies intimamente relacionadas com diferenças na abundância. Os autores afirmam que se algumas das variáveis de resposta demográfica fossem padronizadas entre os estudos comparativos, permitiriam a avaliação de potenciais generalizações via meta-análise das espécies raras.

De modo dinâmico, Pärtel *et al.*, (2005) trouxeram uma nova abordagem, por meio da análise do status de raridade das espécies de plantas que estão incluídas em listas vermelhas para conservação na Estônia. Segundo os autores o agrupamento de espécies por diferentes características de conservação (distribuição global restrita, distribuição restrita no país, dependência de manejo de pastagens, ameaça devido à coleta, sempre ter populações pequenas, habitat muito raro, dependência de perturbação induzida natural ou humana, dependência da agricultura extensiva tradicional) permite focar em grupos de espécies com necessidades de conservação semelhante. Dessa forma se tornam bem mais fácil o planejamento e a execução das ações visando à conservação dessas espécies. Ainda neste aspecto os Autores comentam que as possíveis causas da raridade podem ser apresentadas em duas grandes categorias: a 'raridade natural' e raridade devido à atividade humana inadequada. Esta última pode ser vista facialmente nos ecossistemas mais degradados do Brasil, por exemplo, a Floresta Atlântica. Segundo Pärtel *et al.*, (2005), o sistema de conservação existente no planeta considera principalmente a primeira categoria. Os autores afirmam que cada causa particular de raridade pode descrever um grupo de espécies que precisam de medidas de conservação similares.

Neste contexto, tomamos essa abordagem de listar as espécies de samambaias pouco encontradas na FAN, no intuito de verificar se estratégias de conservação semelhantes podem ser utilizadas para esse grupo. Assim, estaríamos utilizando tanto o tempo quanto o investimento de recursos em conservação de modo mais adequado.

1.3.2. Modelos de distribuição de espécies, contexto histórico, principais abordagens e técnicas utilizadas

No início do século XX, Grinnell (1917), enumerou e identificou os diversos fatores ligados ao controle da distribuição dos organismos, com base principalmente em diversos estudos da época em zoologia, ecologia, geografia e biologia. Alguns desses fatores são: temperatura, pluviosidade, natureza do solo, altitude, umidade, intensidade de luz e barreiras físicas impostas pela natureza do ambiente. Sendo que cada um desses ou conjuntos de vários acabam por delimitar a distribuição real das espécies (GRINNELL, 1917). O autor ainda relatou que, através da observação de campo, é possível indicar, para algumas espécies, no mínimo um dos fatores responsáveis por gerir as suas distribuições. No final do mesmo século surgiram as técnicas de Modelagem Preditiva ou Modelos de Distribuição de Espécies (MDE's) ou modelos de nicho ecológico. Guisan e Zimmermann (2000), em seu estudo revisaram as várias etapas para elaboração dos MDE's (o conceito de modelo, formulação e aplicação). Os autores afirmam que esses modelos baseiam-se em diversas hipóteses da maneira que os fatores ambientais podem controlar a distribuição tanto das espécies quanto das suas populações e comunidades. Sendo que na ecologia a quantificação da relação entre espécie e ambiente representa o cerne dos MDE's (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000).

A partir dos anos 2000, vários estudos foram desenvolvidos para ampliar a discussão sobre os fatores determinantes na distribuição de espécies e no desenvolvimento de técnicas para produzir MDE's mais eficientes em suas previsões. Neste sentido três abordagens principais de estudos se destacam: aqueles que visam entender a flutuabilidade das populações perante as mudanças climáticas ao longo do tempo (BERRY *et al.*, 2002); os que buscam utilizar os MDE's para fins conservacionistas (RAXWORTHY *et al.*, 2003) e ainda os que objetivam prever quais os locais que seriam mais vulneráveis a invasão de espécies não nativas (THUILLER *et al.*, 2005). Alguns trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de comparar o desempenho das diferentes técnicas de MDE's existentes. Podemos citar o trabalho de Peterson e Papes (2006), que desenvolveram três previsões da área de distribuição potencial (possíveis locais de ocorrência) para uma espécie de ave (*Bugun liocichlas*) no Nordeste da Índia. Eles utilizaram três registros de ocorrências conhecidas da ave e três técnicas distintas de (MDE's), duas abordagens de computação evolutiva, o Genetic Algorithm for Rule Set Production (GARP) e o Maxent, e uma forma mais simples de abordagem baseada no fundamento de distância no espaço ecológico da espécie. O modelo do GARP

previu a paisagem da região em sua maior parte como inadequada para espécie e só algumas áreas semelhantes ecologicamente aos locais de ocorrência conhecida. Enquanto os modelos do Maxent e o baseado na distância apresentaram previsões mais amplas de áreas de adequação para a espécie do que o GARP. Os autores fizeram um único mapa de distribuição potencial da espécie utilizando um consenso das três abordagens. Ainda nessa temática Lorena *et al.*, (2008), compararam três técnicas de MDE's: Decision Trees (DT's); Support Vector Machines (SVM's) e GARP na modelagem da distribuição potencial de *Stryphnodendron obovatum* Benth. (Barbatimão), uma espécie de planta do Cerrado Brasileiro. Os autores, com base em dois parâmetros de avaliação (as taxas de erro e a área sob a curva da característica operativa do receptor – AUC), relataram que mesmo o GARP sendo um dos algoritmos de modelagem mais empregados em ecologia, não foi tão bom quanto o SVM's, que alcançou melhor desempenho junto a uma menor taxa de erro e com maior AUC. Segundo os autores a técnica de DT's apresentou a vantagem de gerar regras de classificação de mais fácil compreensão, que pode facilitar a validação do modelo gerado. Segundo Kamino *et al.*, (2011), a escolha entre essas diferentes técnicas de MDE's deve ser de acordo com a finalidade do tipo de abordagem na qual se dará o estudo e com base nos tipos de dados disponíveis.

Alguns trabalhos utilizados para biologia da conservação valem apenas ser citados aqui como: Kamino (2009), que utilizou o MDE voltado para a conservação, e por meio do algoritmo Maxent direcionou os trabalhos de campo na Floresta Atlântica. A primeira parte do estudo envolveu a busca de novas populações de duas espécies de plantas da família Fabaceae que são ameaças de extinção, por fazerem parte das famosas Madeiras de Lei (*Melanoxylon brauna* Schott e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.). Como resultado a autora encontrou 50 novos registros para *M. brauna* e 29 para *D. nigra*. A segunda parte do estudo envolveu a busca de populações de *Petunia mantiqueirensis* T.Ando & Hashim., uma espécie endêmica da Floresta Atlântica e restrita da serra da Mantiqueira, e que resultou no achado de nove novas populações da espécie.

Siqueira *et al.*, (2009), utilizou duas técnicas de MDE's (medidas simples de similaridade no espaço ambiental ou distância ambiental e GARP) visando encontrar novas populações de *Byrsonima subterranea* Brade & Markgr (Malpighiaceae) uma espécie de planta rara do Cerrado Brasileiro. A espécie chegou a ser declarada como provavelmente extinta no estado de São Paulo, por apresentar um único

registro de ocorrência. Este estudo resultou no encontro de sete novas populações para a espécie no estado, além de indicar outras áreas com alto potencial para ocorrência, direcionando futuros esforços de coleta.

Gogol-Prokurat (2011), avaliou a capacidade do Modelo Maxent em prever a adequação de habitat em uma escala local para quatro espécies de plantas raras, endêmicas e edáficas de solos com gabro (uma rocha intrusiva) do Oeste de El Dorado County, estado da Califórnia. O autor relatou que a modelagem através do Maxent resultou em sucesso na discriminação entre habitat adequado e inadequado para todas as espécies em estudo.

Barreiro (2014), com os modelos elaborados no estudo para cinco espécies raras de Anfíbios, direcionou outros pesquisadores a encontrar novas populações para duas delas: *Phasmahyla spectabilis* (Cruz, Feio & Nascimento, 2008) e *Scinax strigilatus* (Spix, 1824) contribuindo para um melhor entendimento da distribuição de ambas.

Portanto, podemos observar que os MDE's são ótimas ferramentas utilizadas para o estudo da distribuição das espécies (animais ou plantas), prospecção de novas áreas para coleta futuras e no auxílio da tomada de decisões que visam à conservação (GOGOL-PROKURAT, 2011, SIQUEIRA *et al.*, 2009).

Diante do exposto e com base na literatura, as samambaias pouco encontradas na FAN podem constituir um grupo interessante para realização de estudos com foco em conservação por meio dos MDE's. A atual pesquisa encontrou apenas um único trabalho utilizando MDE's relacionado com espécies de samambaias na Nova Zelândia (ZANIEWSKI; LEHMANN; OVERTON, 2002), que tinha como foco investigar e explorar métodos de modelagem que podem fazer melhor uso da vasta quantidade de dados botânicos (só de presença) disponíveis na atualidade. De fato existe uma lacuna de dados sobre o conhecimento da distribuição geográfica potencial do grupo na FAN, principalmente quando tratamos das espécies pouco encontradas.

2 ARTIGO: LISTA DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA¹

RESUMO

As samambaias são plantas vasculares sem semente, que possuem o ciclo de vida marcado pela alternância de gerações. É um grupo cosmopolita, em que 2/3 de seus representantes vive nos trópicos. No Brasil 1.159 espécies foram registradas, 523 dessas são endêmicas. A Floresta Atlântica abriga a maior riqueza de espécies (809) do grupo no País. Uma porção nordestina desse ecossistema ameaçado, a Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco (FAN) corresponde a uma das regiões mais fragmentadas. Essa fragmentação de habitats indica o quanto à biodiversidade local pode estar ameaçada, especialmente, as samambaias. Muitas espécies do grupo estão sujeitas a perderem os seus últimos registros de ocorrência na FAN (um ou dois) e foram consideradas como pouco encontradas nesta região. A construção de listas de espécies de plantas pouco encontradas, raras e ameaçadas de extinção vem sendo utilizada mundialmente como uma importante ferramenta para ações de conservação. Assim, o presente estudo visou elaborar uma lista com espécies de samambaias pouco encontradas na FAN. Para tanto, realizou-se um levantamento de informações sobre a distribuição geográfica das espécies de samambaias ocorrentes na FAN em nível regional e mundial, por meio de revisões bibliográficas, acervos de alguns dos principais herbários do Nordeste e consultas a dados de sites nacionais e internacionais. Aquelas espécies de samambaias com registro de ocorrência em apenas uma ou duas localidades na FAN foram designadas como pouco encontradas. Assim, de total estimado de cerca de 280 espécies de samambaias registradas na FAN, 57 delas foram consideradas pouco encontradas, distribuídas em 33 gêneros e 17 famílias. Destas, 37 espécies ocorreram em apenas uma localidade, enquanto 20 espécies em duas. As famílias mais representativas em número de espécies foram Pteridaceae (dez), Polypodiaceae (dez), Dryopteridaceae (nove) e os gêneros *Adiantum* (cinco) e *Elaphoglossum* (quatro). Mediante os resultados, verificou-se que aproximadamente 20% das espécies de samambaias encontradas na FAN caracterizam-se como pouco encontradas na região. Um fato bastante preocupante considerando o atual quadro de fragmentação dessa floresta.

Palavras-chave: Pteridófitas. Distribuição restrita. Mata Atlântica. Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

The ferns are vascular plants without seed, that have the cycle of life marked by the alternation of generations. It is a cosmopolitan group, where 2/3 of its representatives live in the tropics. In Brazil 1,159 species were recorded, 523 of which are endemic. The Atlantic Forest is home to the largest species richness (809) in the country. A northeastern portion of this threatened ecosystem, the Atlantic Forest north of the São Francisco River (NAF) corresponds to one of the most fragmented regions. This fragmentation of habitats indicates how much local biodiversity can be threatened, especially the ferns. Many species of the group are subject to losing their last records of occurrence in the NAF (one or two) and were considered little found in this region. The construction of lists of plant species found little, rare and endangered species has been used worldwide as an important tool for conservation action. Thus, the present study aimed to elaborate a list with species of fern found little in the NAF. For this purpose, a survey was carried out on the geographic distribution of the fern species occurring at the NAF at a regional and world level, through bibliographic reviews, collections of some of the main herbariums of the Northeast and consultations with data from national and international sites. Those species of ferns with occurrence in only one or two locations in the NAF were designated as little found. Thus, of the total estimated 280 species of ferns registered in the NAF, 57 were considered little found, distributed in 33 genera and 17 families. Of these, 37 species occurred in only one locality, while 20 species occurred in two. The most representative families in number of species were Pteridaceae (ten), Polypodiaceae (ten), Dryopteridaceae (nine) and the genera *Adiantum* (five) and *Elaphoglossum* (four). From the results, it was verified that approximately 20% of the species of fern found in the NAF are characterized as little found in the region. A fact quite disturbing considering the current fragmentation of this framework forest

Key words: Pteridophytes. Restricted distribution. Atlantic forest. Northeast of Brazil.

INTRODUÇÃO

As samambaias são plantas vasculares sem semente, que possuem o ciclo de vida marcado pela alternância de gerações, onde a fase gametofítica é efêmera e

a fase esporofítica duradoura e mais facilmente encontrada na natureza (ZUQUIM *et al.*, 2008). É um grupo cosmopolita em que 2/3 de seus representantes vive nos trópicos e tem preferência por habitats úmidos e sombreados, geralmente próximos a cursos d'água (ZUQUIM *et al.*, 2008). As samambaias no Brasil apresentam grande diversidade, um total de 1.159 espécies já foi registrado, 523 dessas são endêmicas (FORZZA *et al.*, 2018). A Floresta Atlântica abriga a maior riqueza de espécies (809) do grupo no País (PRADO, 2007; PRADO *et al.*, 2015; FORZZA *et al.*, 2018). Essa Floresta é um dos ecossistemas mais ameaçado do mundo (MYERS *et al.*, 2000; SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). Uma porção nordestina dessa Floresta, denominada Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco (FAN) corresponde a uma das regiões mais fragmentadas (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). Essa fragmentação de habitats na FAN indica o quanto os representantes da biodiversidade local (por exemplo, as samambaias) podem estar ameaçados (BARROS *et al.*, 2005). O estado de Pernambuco, por exemplo, atualmente possui vários municípios que há três décadas abrigavam alguns fragmentos de Floresta Atlântica e hoje já não os tem. Algumas espécies de samambaias são muito sensíveis a alterações antrópicas, por exemplo, o desmatamento (XAVIER; BARROS, 2003). Estudos realizados sobre o grupo na FAN (BARROS; WINDISCH 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; SANTIAGO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2013) indicaram que muitas espécies estão sujeitas a perderem os seus últimos registros de ocorrência (um ou dois) nesta região, sendo assim, consideradas como espécies pouco encontradas.

Nas últimas décadas, a construção de listas de espécies de plantas pouco encontradas, raras e ameaçadas de extinção (listas vermelhas), vem sendo utilizada mundialmente como uma ferramenta voltada para o planejamento de ações de conservação (MENDONÇA; LINS, 2000; CRESPO, 2014). O processo de elaboração de listas vermelhas frequentemente se depara com o problema da escassez de informações sobre a distribuição real das espécies (MCLNTYRE, 1992). A maioria dessas listas é elaborada em escala nacional, seguindo as categorias e critérios estabelecidos pela União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) (MENDONÇA; LINS, 2000). O Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFLORA) é a referência na elaboração, coordenação e difusão da informação das listas vermelhas da flora brasileira. Em 2013 o CNCFLORA publicou o Livro

Vermelho da flora do Brasil, contando com a participação de cerca de 70 especialistas em botânica, juntos realizaram uma compilação dos dados de todas as listas vermelhas da flora brasileira (estaduais e nacionais) existentes até então (MARTINS; MARTINELLI, 2013). Contudo, Países com dimensões continentais como o Brasil, estão sujeitos à perda de muitas espécies por extinção regional, mesmo antes de estas serem incluídas nas listas de raridade dos órgãos nacionais (PEREIRA *et al.*, 2011). Assim, o presente estudo visou: elaborar uma lista com as espécies de samambaias pouco encontradas na FAN.

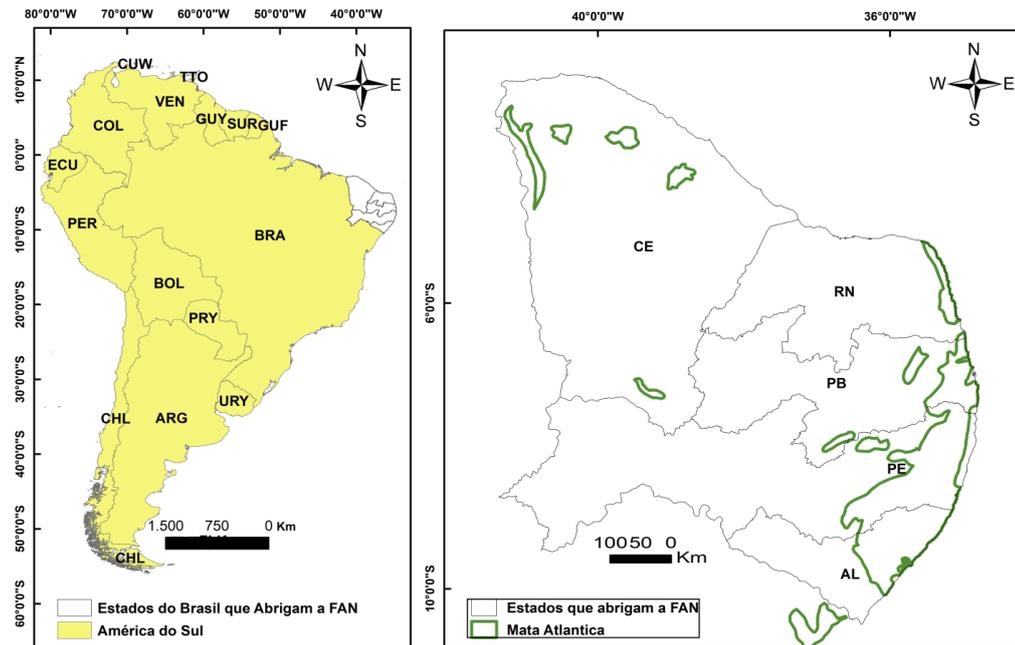
MATERIAL E MÉTODOS

Região de estudo

A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco ou Floresta Atlântica Nordestina (FAN) corresponde a todos os fragmentos remanescentes de Floresta Atlântica, situados entre os estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, mais encaves no Ceará, Figura 1. Cinco tipos florestais são reconhecidos na FAN: Formações pioneiras, Floresta estacional semidecidual, Floresta ombrófila densa, Floresta ombrófila aberta e Áreas de tensão ecológica (limite de contato entre os Domínios da Floresta Atlântica e Caatinga) (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005).

A FAN engloba dois importantes Centros de Endemismo, o Centro de Endemismo Pernambuco e os Brejos Nordestinos. O primeiro é constituído basicamente por Florestas de terras baixas com altitudes que não ultrapassam 400 metros acima do nível do mar, localizadas ao longo de regiões costeiras. E o segundo é constituído exclusivamente por Florestas serranas com altitudes que variam de 400 a 1200 metros (TABARELLI *et al.* 2010). Em geral o clima na FAN é quente com média superior a 18° c em todos os meses do ano, enquanto a umidade varia entre Úmido, Semiúmido e Semiárido (IBGE, 2002). Quanto aos tipos de solos os mais representativos na região são Argissolos Amarelos, Alissolos Crômicos e Plintossolos Hápicos (IBGE; EMBRAPA, 2001).

Figura 1 – Localização da Floresta Atlântica ao Norte do rio São Francisco (FAN) em relação ao Brasil



Legenda: Item A: Países da América do Sul: Argentina – ARG; Bolívia – BOL; Brasil – BRA, Chile – CHL; Colômbia – COL; Curazao – Equador – ECU; Guiana – GUY; Guiana Francesa – GUF; Paraguai – PRY; Peru – PER; Suriname – SUR; Trindade e Tobago – TTO; Uruguai – URY e Venezuela – VEN. Item B: Estados do Brasil que Abrigam a FAN: Alagoas – AL; Ceará – CE; Paraíba – PB; Pernambuco – PE e Rio Grande do Norte – RN.

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018).

Nota: Figura elaborada pelo autor com base de referência nos dados informados pelos SOS Mata Atlântica; INPE, 2009.

Elaboração da lista

Foi realizado um levantamento sobre a distribuição geográfica das espécies de samambaias ocorrentes na FAN a nível local, regional e mundial, por meio de revisão bibliográfica, na sequência alguns dos estudos utilizados (SANTIAGO, 2006; GASPER; SEVEGNANI, 2010; GABANCHO; PRADA, 2011; GÓES-NETO; PIETROBOM, 2012; GASPER *et al.*, 2012; MICHELON; LABIAK, 2013; CUNHA *et al.*, 2014; SCHWARTSBURD; PRADO, 2015); utilização dos acervos de alguns dos principais herbários do Nordeste (UFP, PEUFR, IPA, JPB, EAN, ASE) acrônimos de acordo com o Index Herbariorum (HOLMGREN; HOLMGREN; BARNETT, 1990); Consultas a sites nacionais que disponibilizam dados sobre a distribuição das espécies, o Specieslink (2018), a Lista da Flora do Brasil 2020 em construção (FORZZA *et al.*, 2018), o Herbário Virtual Re flora (FORZZA *et al.*, 2016) e também internacionais como o Trópicos (2018) e a Flora Mesoamericana (GARDEN, 2018).

O sistema de classificação adotado para as famílias e gêneros de samambaias foi o proposto por Smith *et al.*, (2006) e Smith *et al.*, (2008). Também foi verificado o registro das espécies de samambaias pouco encontradas em Unidades de Conservação (UC's) no território da FAN, através das coordenadas das áreas de coletas encontradas nas fichas do material botânico indexado nos herbários. O status de conservação das espécies de samambaias pouco encontradas na FAN foi obtido através de informações disponíveis online na página do CNCFLORA, (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, 57 espécies de samambaias foram consideradas pouco encontradas na FAN, distribuídas em 33 gêneros e 17 famílias. Destas, 37 (spp.) ocorreram em apenas uma localidade, enquanto 20 (spp.) em duas. As famílias e os gêneros mais representativos em número de espécies foram Pteridaceae com 10 espécies, Polypodiaceae (10), Dryopteridaceae (nove), *Adiantum* (cinco) e *Elaphoglossum* (quatro), Tabela 1.

Tabela 1 – Lista de espécies de samambaias pouco encontradas na Floresta Atlântica Nordestina (FAN)

Táxons	Distribuição na FAN	Tipo de Floresta na FAN	Distribuição no Brasil	Distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil	Ocorrência em UC's na FAN	Distribuição Geográfica Mundial	Status de conservação o CNCFlora
ANEMACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Anemia mandioccana</i> Raddi ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	FA	X	BR	NE
ASPLENIACEAE (2 g., 4 spp.)							
<i>Asplenium gastonis</i> Fée ¹	PB	FS	MG, PR, RS, SC, SP	FA	—	AS	NE
<i>Asplenium juglandifolium</i> Lam. ²	PE	FS	AC, AM, AP, PA, RO	AM, FA	—	NT	NE
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf. ¹	RN	FTB	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	—	AS	NE
<i>Hymenasplenium laetum</i> (Sw.) L. Regalado & Prada ¹	PE	FS	AM, ES, MG, PA, RJ, SC, SP	AM, CE, FA	X	PT	NE
ATHYRIACEAE (2 g., 3 spp.)							
<i>Deparia petersenii</i> (Kunze) M. Kato ¹	PE	FS	ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	—	PT	NE
<i>Diplazium asplenioides</i> (Kunze) C. Presl ²	AL, PE	FS, FTB	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	—	NT	NE
<i>Diplazium mutilum</i> Kunze ¹	AL	FTB	BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	FA	—	BR	NE
BLECHNACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Blechnum polypodioides</i> Raddi ¹	PE	FS	ES, GO, MG, MS, MT, PI, PR, RJ, RS, SC, SP	AM, CA, CE, FA, PAN	X	NT	NE
CYATHEACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf. ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	AS	NE
DENNSTAEDTIACEAE (2 g., 3 spp.)							
<i>Dennstaedtia cicutaria</i> (Sw.) T. Moore ²	AL, CE	FTB	BA, ES, MG, MT, PA, PR, RJ, SC, SP	FA, PAN	—	NT	NE
<i>Dennstaedtia obtusifolia</i> (Willd.) T. Moore ¹	AL	FTB	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	—	NT	NE
<i>Hypolepis rigescens</i> Moore ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PR, RJ, SP	AM, CE, FA	X	NT	NE

Continua

Cont. Tabela 1

Táxons	Distribuição na FAN	Tipo de Floresta na FAN	Distribuição no Brasil	Distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil	Ocorrência em UC's na FAN	Distribuição Geográfica Mundial	Status de conservação CNCFlora
DRYOPTERIDACEAE (4 g., 9 spp.)							
<i>Ctenitis deflexa</i> (Kaulf.) Copel. ¹	AL	FTB	BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	FA	—	BR	NE
<i>Ctenitis fenestralis</i> (C. Chr.) Copel. ¹	CE	FS	RJ, SC, SP	FA	X	BR	DD
<i>Ctenitis sloanei</i> (Poepp. ex Spreng.) C.V. Morton ²	CE, PE	FS		FA	X	NT	NE
<i>Elaphoglossum herminieri</i> (Bory & Fée) T. Moore ¹	PE	FS	AP, BA, PR, SP	AM, FA	X	NT	DD
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack ²	AL, PE	FS	BA, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PR, RJ, RS, SC, SE, SP	CE, FA	X	NT	NE
<i>Elaphoglossum nigrescens</i> (Hook.) T. Moore ex Diels ¹	CE, PE	FS	AM, BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	AM, FA	X	NT	LC
<i>Elaphoglossum tamandarei</i> Brade ¹	PE	FS	MG, PR, RJ, SP	FA	X	BR	NT
<i>Mickelia pradoi</i> R.C. Moran, Labiak & Sundue ¹	PE	FS	BA	FA	X	BR	NE
<i>Stigmatopteris brevinervis</i> (Fée) R.C. Moran ²	AL, PE	FS, FTB	ES, MG, PR, RJ, SC, SP	FA	X	BR	NE
GLEICHENIACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Sticherus bifidus</i> (Willd.) Ching. ¹	CE	FS	AM, BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	NT	NE
HYMENOPHYLLACEAE (2 g., 5 spp.)							
<i>Didymoglossum nummularium</i> Bosch ¹	PE	FTB	AM, BA, MT	AM, FA	X	NT	NE
<i>Didymoglossum punctatum</i> (Poir.) Desv. ¹	PE	FS	AC, AM, BA, MG, MT, PA, PR, RJ, RO, RS, SP	AM, FA	X	NT	NE
<i>Trichomanes arbuscula</i> Desv. ¹	PE	FS	AC, AM, AP, BA, ES, MG, MT, PA, SP	AM, FA	X	NT	NE
<i>Trichomanes pedicellatum</i> Desv. ²	AL, PE	FTB	AM, AP, BA, MT, PA, PR	AM, FA	X	NT	NE
<i>Trichomanes polypodioides</i> L. ¹	PE	FS	AP, BA, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PI, PR, RJ, RS, SC, SP	CE, FA	X	NT	NE
LINDSAEACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Lindsaea divaricata</i> Klotzsch ²	PB, PE	FTB	AC, AM, AP, BA, DF, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PR, RJ, SP	AM, CE, FA	X	NT	NE
NEPHROLEPIDACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl ²	PE	FS	AC, BA, DF, ES, GO, MG, PA, PR, RJ, RO, RS, SC, SP	FA	X	PT	NE

Continuação

Cont. Tabela 1

Táxons	Distribuição na FAN	Tipo de Floresta na FAN	Distribuição no Brasil	Distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil	Ocorrência em UC's na FAN	Distribuição Geográfica Mundial	Status de conservação CNCFlora
OLEANDRACEAE (1 g., 1 sp.) <i>Oleandra articulata</i> (Sw.) C. Presl ¹	CE	FS	AM, BA, ES, MG, MT, PA, PR, RJ, RO, RR, SP	AM, CE, FA	X	NT	LC
OPHIOGLOSSACEAE (1 g., 1 sp.) <i>Ophioglossum nudicaule</i> L.f. ²	PB, PE	FTB	AC, BA, DF, GO, MG, MS, MT, PR, RJ, RS, SC, SP	AM, CE, FA	X	PT	NE
POLYPODIACEAE (6 g., 10 spp.) <i>Cochlidium linearifolium</i> (Desv.) Maxon ex C. Chr. ¹	PE	FS	AM, AP, BA, MG, PA, RO, RR	AM, FA	—	NT	NE
<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm & R.C. Moran ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PR, RJ, SC, SP	FA	X	NT	NE
<i>Microgramma persicariifolia</i> (Schrad.) C. Presl ¹	PE	FS	AC, AM, AP, BA, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PR, RO, RR, SC, SP	AM, CE, FA	X	NT	NE
<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston ¹	PE	FS	AC, AM, BA, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP	AM, CE, FA	X	NT	NE
<i>Pecluma camptophyllaria</i> (Fée) M.G. Price ²	AL, PE	FS	AM, BA, MG, MS, PA, PR, RJ, RS, SC, SP	AM, FA	X	NT	NE
<i>Pecluma hygrometrica</i> (Splitg.) M.G. Price ²	CE, PE	FS	AC, AM	AM, FA	X	NT	NE
<i>Pecluma robusta</i> (Fée) M. Kessler & A.R. Sm. ²	CE, PE	FS	BA, ES, GO, MG, MS, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	NT	NE
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G. Price ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	—	AS	NE
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i> (Fée) de la Sota ²	PB, PE		BA, ES, GO, MG, PA, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	AS	NE
<i>Serpocaulon hirsutulium</i> (T. Moore) Schwartsb. & A.R.Sm. ¹	PE	FS	MG, SP	CE, FA	X	BR	NE
PTERIDACEAE (3 g., 10 spp.) <i>Adiantum cajennense</i> Willd. ¹	PE	FS	AC, AM, AP, BA, MT, PA, PR, RO, RR	AM, FA	X	NT	NE
<i>Adiantum patens</i> Willd. ¹	CE	FS?	MS	FA	X	NT	NE
<i>Adiantum pentadactylon</i> Langsd. & Fisch. ²	PE	FTB	ES, MG, MS, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	BR	NE
<i>Adiantum philippense</i> L. ¹	PE	FTB?	BA, MG, MT, PA	AM, FA	—	PT	NE
<i>Adiantum phyllitidis</i> J. Sm. ¹	PE	FTB?	AC, BA, MG, MS, MT, RR, SC	AM, FA	—	AS	NE

Continuação

Cont. Tabela 1

Táxons	Distribuição na FAN	Tipo de Floresta na FAN	Distribuição no Brasil	Distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil	Ocorrência em UC's na FAN	Distribuição Geográfica Mundial	Status de conservação CNCFlora
PTERIDACEAE (3 g., 10 spp.)							
<i>Polytaenium guayanense</i> (Hieron.) Alston ²	AL, PE	FS, FTB	AC, AM, AP, MT, PA, RO, RR, SP	AM, FA	X	AS	NE
<i>Polytaenium lineatum</i> (Sw.) Kaulf. ²	CE, PE	FTB	AM, BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	NT	NE
<i>Pteris decurrens</i> C. Presl ¹	PE	FS	BA, ES, MG, PA, PR, RJ, RS, SC, SP	FA	X	AS	NE
<i>Pteris propinqua</i> J. Agardh ²	AL, PE		AC, AM, BA, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PR, RJ, RO, RS, SC, SP	AM, FA	—	NT	NE
<i>Pteris schwackeana</i> Christ ¹	PE	FS	BA, ES, MG, RJ, SP	FA	X	BR	NE
SACCOLOMATACEAE (1 g., 1 sp.)							
<i>Saccoloma inaequale</i> (Kunze) Mett. ²	AL, PE	FS, FTB	AC, AM, AP, BA, PA, DF, ES, GO, MA, MG, MT, PR, RJ, RO, RR, SC, SP, TO,	AM, FA	X	NT	NE
THELYPTERIDACEAE (3 g., 4 spp., 1 var.)							
<i>Thelypteris decussata</i> var. <i>brasiliensis</i> (C.Chr.) A.R. Sm. ¹	PE	FS	MG, PR, SC, SP	FA	X	AS	NE
<i>Thelypteris decussata</i> (L.) Proctor var. <i>decussata</i> ¹	PE	FS	AC, BA	AM, FA	—	PT	NE
<i>Steiopteris lepreurii</i> (Hook.) Pic.Serm. ¹	PE	FS	AM, BA, DF, GO, MG, MT, RR, SP	AM, CE, FA	—	NT	NE
<i>Steiopteris mexiae</i> (C. Chr. ex Copel.) Salino & T.E. Almeida ²	PE	FS	MG, RJ	FA	X	BR	NE
<i>Amauropelta oligocarpa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Pic.Serm. ²	CE, PE	FS	ES, GO, MG, PR, RS, SC, SP	CE, FA	X	NT	NE

Legenda: ¹ : Ocorrência registrada em uma localidade dentro da FAN. ² : Ocorrência registrada em duas localidades dentro da FAN. Tipo de Floresta na FAN: FS – Floresta Serrana; FTB – Floresta de Terra Baixa. Distribuição Geográfica Mundial: PT – Espécie Pantropical; NZ – Espécie Naturalizada; NT – Espécie Neotropical; AS – Espécie Restrita a América do Sul; IN – Espécie Introduzida; BR – Espécie Endêmica do Brasil. Distribuição nos domínios fitogeográficos do Brasil: AM – Espécies encontradas no Domínio da Floresta Amazônica; CA – Domínio da Caatinga; CE – Domínio do Cerrado; CR – Domínio de Transição Campo Rupestre; FA – Domínio da Floresta Atlântica; PAN – Domínio do Pantanal. (X) = Presença da espécie em unidade de conservação dentro da FAN, (—) = Ausência da espécie em unidade de conservação dentro da FAN. Status de conservação: DD – Espécie incluída na categoria de ameaça Deficiente de Dados, LC – Espécie incluída na categoria de ameaça Pouco Preocupante; NE – Espécie não avaliada quanto à ameaça; VU – Espécie incluída na categoria de ameaça Vulnerável.

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018).

Nota: Tabela desenvolvida pelo autor com base nos dados informados nos diversos trabalhos e fontes citados na referência.

Atualmente estima-se a ocorrência de cerca de 280 espécies de samambaias na FAN. Cerca de 20% dessas espécies são pouco encontradas na Região. Esses resultados se aproximam dos 24% de espécies de samambaias consideradas pouco encontradas na FAN por Santiago (2006). Um fato curioso na comparação dentre estes dois estudos é que mesmo após passar mais de uma década desde o estudo de Santiago (2006) até o presente, a porcentagem de espécies pouco encontradas quase não se modificou, sendo que diversos estudos de cunho florístico foram desenvolvidos neste intervalo de tempo na região. Portanto de fato essas espécies devem ser consideradas como pouco encontradas na FAN.

Vale ressaltar que a maioria dessas espécies possui uma maior representatividade nos demais estados do Brasil, são exemplos *Microgramma tecta* (Kaulf) Alston, *Pteris propinqua* J. Agardh e *Lindsaea divaricata* Klotzsch, enquanto que outras não, como por exemplos, *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T.Moore e *Mickelia pradoi* R. C. Moran, Labiak & Sundue. Esta última além de ser endêmica foi registrada em apenas dois estados no País.

No estudo de Santiago e Barros (2002) realizado em áreas de brejos de altitudes no estado de Pernambuco a maioria das espécies de samambaias consideradas pouco encontradas foi coletada em áreas sem proteção ambiental. No presente estudo 72% das espécies de samambaias pouco encontradas na FAN tem pelo menos um registro em áreas de Unidades de Conservação (UC's) na maioria das vezes o único na região. Destacam-se nesse aspecto a RPPN Frei Caneca e a APA Serra de Maranguape por abrigarem 33% e 16% dessas espécies, respectivamente. Santiago (2006) comenta que essa maior porcentagem de concentração de ocorrências das espécies de samambaias pouco encontradas na FAN em áreas com certo grau de preservação como as UC's, pode ser uma evidência de que essas espécies no passado possuíam uma distribuição bem mais ampla. Assim, ao longo do tempo essas espécies teriam perdido muitos habitats com condições favoráveis (umidade e sombreamento) principalmente por causa da redução drástica do território total desse grande ecossistema.

Outro dado que chama atenção, é que dentre os estados que abrigam a FAN Pernambuco se destacou por abrigar 84% das espécies de samambaias pouco encontradas (48 espécies), seguido por Alagoas (doze), Ceará (onze), Paraíba (quatro) e Rio Grande do Norte (uma), Tabela 1. Isso pode estar ligado direta ou indiretamente à maior quantidade de estudos de cunho florístico desenvolvidos com o grupo

(BARROS; LIRA; SILVA, 1988; AMBRÓSIO; BARROS, 1997; BARROS *et al.*, 2001; SANTIAGO; BARROS, 2003; XAVIER; BARROS, 2005; BARROS *et al.*, 2005; PIETROBOM; BARROS, 2006; PIETROBOM; BARROS, 2007; PEREIRA *et al.*, 2007; BARROS; XAVIER, 2007; BARROS; SANTIAGO, 2010; PEREIRA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2013; BARROS *et al.*, 2013; SANTIAGO; BARROS; DITTRICH, 2014; FARIAS *et al.*, 2017) no estado ou ao fato que o mesmo apresenta mais fragmentos remanescente de floresta atlântica em relação aos demais.

As espécies de samambaias pouco encontradas na FAN também são compartilhadas com outros domínios fitogeográficos do Brasil, como a Floresta Amazônica (25 espécies em comum), o Cerrado (13 espécies), o Pantanal (3 espécies) e a Caatinga (1 espécie). Quanto à distribuição geográfica mundial desses táxons, onze espécies são endêmicas do Brasil, oito são restritas à América do Sul, trinta e duas são neotropicais e seis pantropicais (Tabela 1). A espécie *Deparia petersenii* (Kunze) M. Kato apresenta distribuição pantropical, porém a mesma é originária do continente Asiático e considerada naturalizada na América do Sul (SCHWARTSBURD; LABIAK, 2007; GASPER; SEVEGNANI, 2010).

Santiago e Barros (2002) citaram os seguintes táxons como pouco encontrados nas Florestas Serranas (brejos de altitudes) no estado de Pernambuco: *Asplenium juglandifolium* (Lam.); *Elaphoglossum nigrescens* (Hook.) T. Moore; *Stigmatopteris brevinervis* (Fée) R.C. Moran; *Thelypteris decussata* var. *brasiliensis* (C.Ch.) A.R. Sm; *Thelypteris decussata* (L.) Proctor var. *decussata*. Esses táxons com o presente estudo passam a ser também considerados pouco encontrados em escala regional. Fato semelhante ocorreu com as espécies *Trichomanes pedicellatum* Desv., e *Didymoglossum nummularium* Bosch mencionadas como “raras” para o estado de Pernambuco no trabalho de Pereira *et al.*, (2007) e mais tarde também foram consideradas “raras” na FAN (PEREIRA *et al.*, 2011). Enquanto, Barros *et al.*, (2013) citaram a espécie *Hecistopteris pumila* (Spreng.) J. S. M. com apenas dois registros como rara na FAN. No entanto, a mesma não faz parte da presente lista porque foi constatada sua ocorrência em quatro localidades na região, a saber, nos municípios de Areia na Paraíba, Amaraji, Cabo de Santo Agostinho e Jaqueira em Pernambuco. É preciso chamar atenção para o fato de que a raridade das espécies de samambaias citadas na FAN nos estudos de Santiago, 2006; Pereira *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2011 e Barros *et al.*, 2013 refere à condição de poucos registros na região e não está

atribuída a outras condições como, por exemplo, nos tipos de raridade de plantas descritos e propostos por Rabinowitz (1981).

A espécie *Elaphoglossum nigrescens* (Hook.) T. Moore ex Diels foi classificada como espécie vulnerável (VU) para o estado do Espírito Santo (IEMA, 2017). No entanto a mesma foi inserida na categoria de ameaça pouco preocupante (LC) no País (MARTINELLI; MORAES, 2013. Vale ressaltar que a grande maioria das espécies da presente lista (53) ainda não foi avaliada quanto à ameaça de extinção no Brasil pelo CNCFLORA, duas espécies estão incluídas na categoria de ameaça deficiente de dados (DD) e duas na categoria de ameaça pouco preocupante (LC) (FORZZA *et al.*, 2018).

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicaram que aproximadamente 20% do total das espécies da flora de samambaias encontradas na FAN caracterizam-se como pouco encontradas. Sendo que as mesmas estão sujeitas a perderem os seus últimos registros de ocorrência (um ou dois) nesta região. Fato este, bastante preocupante considerando o atual quadro de fragmentação dessa floresta.

Assim esperamos que este estudo possa contribuir para o aumento do conhecimento sobre o grupo das samambaias na FAN, especialmente, o das espécies pouco encontradas. E que os resultados aqui apresentados possam servi como base no planejamento de ações que tenham por objetivo à conservação de espécies do grupo na FAN, bem com dos fragmentos remanescentes dessa floresta ameaçada.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, S. T; BARROS, I. C. L. Pteridófitas de uma área remanescente de Floresta Atlântica do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 11(2): 105-113. 1997.
- BARROS, I. C. L. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas do Engenho Animoso (Amaraji, Pernambuco, Brasil). **Revista de Geografia** (UFPE) V.30, N.2, p.241-253. 2013.
- BARROS, I. C. L; SANTIAGO, A. C. P. Samambaias e licófitas do Estado de Pernambuco, Brasil: Metaxyaceae. **Biotemas**, v. 23, n. 3, p. 215-218, 2010.

BARROS, I. C. L.; XAVIER, S. R. S. Salviniaceae do Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5 (supl. 2): p. 246-248. 2007.

BARROS, I. C. L. *et al.* **Pteridófitas**. In PÔRTO, K. C; ALMEIDA-CORTEZ, J. S; TABARELLI, M. (Orgs.). Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco. Brasil, Ministério do Meio Ambiente: Brasília cap. 7, p. 147-171. 2005.

BARROS, I. C. L. *et al.* Contribution to the study of pteridophytes of the Serra do Urubú, Maraial municipality Pernambuco state, Northeastern Brazil (Marattiaceae - Vittariaceae). **Anales del Jardín Botánico** Madrid 58(2): 303-310. 2001.

BARROS, I. C. L.; LIRA, O. C; SILVA, A. J. R. Distribuição geográfica das Pteridófitas ocorrentes no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 2(1-2): 47-84. 1988.

CNCFlora – Centro Nacional de Conservação da Flora. **Lista Vermelha da flora brasileira**, versão, 2014. Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br>>. Acesso em 20 Julho 2018. 2014.

COPAM - CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Lista das espécies ameaçadas de extinção da flora do estado de Minas Gerais**. Deliberação COPAM 85/97. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg/MG-especies-Flora-ameaçadas.pdf>. Acesso em: 18/01/2018. 48 p. 1997.

COSTA, L. E. N. *et al.* Florística e aspectos ecológicos de samambaias em um remanescente de floresta atlântica de terras baixas (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Pesquisas, Botânica** Nº 64: p. 259-271 São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas, 2013.

CRESPO, S. Carta da Presidente do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro IN: MART INELLI, G; MESSINA, T; SANTOS-FILHO, L. **Livro vermelho da flora do Brasil – Plantas raras do Cerrado**. Tradução STRAKER, D; HIEATT, C. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson : Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro : CNCFlora, 320 p. 2014.

CUNHA, M. F. M. *et al.* Hymenophyllaceae (Monilophyta) da Estação Ecológica Cuniã, município de Porto Velho, Rondônia. **Acta Biológica Catarinense** 1: p. 46-59. 2014.

FARIAS, R. P. *et al.* Inventory of Ferns and Lycophytes of the RPPN Pedra D'Antas, Pernambuco state, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 4, 2017.

FORZZA, R. C. *et al.* **Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 de Janeiro, 2018.

FORZZA, R. C. *et al.* Herbário Virtual ReFlora. **Unisanta BioScience**, 4(7), p. 88-94. 2016.

GABANCHO, L. R; PRADA, C. The genus *Hymenasplenium* (Aspleniaceae) in Cuba, including new combinations for the Neotropical species. **American Fern Journal** 101: p. 265–281. 2011.

GARDEN, M. B. **Flora Mesoamericana**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Project/FM>>. Acesso: 10 de janeiro de 2018). 2018.

GASPER, A. L. *et al.* Pteridófitas de Santa Catarina, um olhar sobre os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 26(2): p. 421-434. 2012.

GASPER, A. L; SEVEGNANI, L. Lycophyta e samambaias do Parque Nacional da Serra do Itajaí, Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea** 37 (4): p. 755-767. 2010.

GÓES-NETO, L. A. A; PIETROBOM, M. R. Aspleniaceae (Polypodiopsida) do Corredor de Biodiversidade do Norte do Pará, Brasil: um fragmento do Centro de Endemismo Guiana. **Acta Botanica Brasilica** 26: p.456-463. 2012.

HOLMGREN, P. K; HOLMGREN, N. H; BARNETT, L. C. Index Herbariorum, Part I: The Herbaria of the World. 8 ed. **International Association for Plant Taxonomy**, New York Botanical Garden. 1990.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 10/01/2018. 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 18/01/2018. 2002.

IEMA, Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Lista de espécies ameaçadas de extinção no Espírito Santo**. Disponível em <<https://iema.es.gov.br/especies-ameacadas>>, ultimo acesso em 22/01/20018. 2017.

MARTINELLI, G; MORAES, M. A. (orgs.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. Andrea Jakobsson / Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1100 p. 2013.

MARTINS, E. M; MARTINELLI, G. Listas Vermelhas e Estratégias Conservação: a atuação do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora) com as espécies da Flora ameaçadas de extinção. In: **II Simpósio sobre a biodiversidade da mata atlântica**. Rio de Janeiro, p.23-28, 2013.

MCINTYRE, S. Risks associated with the setting of conservation priorities from rare plant species lists; **Biological Conservation**. 60 31–37. 1992.

MENDONÇA, M. P; LINS, L. V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, 160 p. 2000.

MICHELON, C; LABIAK P. H. Samambaias e licófitas do Parque Estadual do Guartelá, PR, Brasil. **Hoehnea** 40: p. 191-204. 2013.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. Oxford: **Nature**, v. 403, 2000.

PÄRTEL, M. *et al.* Grouping and prioritization of vascular plant species for conservation: combining natural rarity and management need. **Biological Conservation**, 123: 271-278, 2005.

PEREIRA, A. F. N. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia** 62 (1): p. 1-10. 2011.

PEREIRA, A. F. N. *et al.* Composição florística e ecologia Pteridoflora de fragmentos de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica de Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, Potro Alegre, v.5, supl. 2, p. 489-491, julho. 2007.

PIETROBOM, M. R; BARROS, I. C. L. Pteridoflora do Engenho Água Azul, município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia** 58: 085-094. 2007.

PIETROBOM, M. R; BARROS, I. C. L. Pteridófitas da mata do estado, município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: chave para as famílias Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae e Vittariaceae. **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 3, n. 2, p. 125 -138, 2006.

PRADO, J. *et al.* Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. **Rodriguésia**, 66(4), p. 1073-1083. (2015).

PRADO, J. **As Pteridófitas ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo**. Livro Vermelho das espécies ameaçadas de extinção no Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 39-45, 2007.

RABINOWITZ, D. **Seven forms of rarity**. In: Synge, H (ed.) The biological aspects of rare plant conservation, pp. 205-217. John Wiley & Sons, Chichester. 1981.

RÊGO, G. M; HOEFLICH, V. A. Contribuição da Pesquisa Florestal para um Ecossistema em Extinção: Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p. 80. 2001.

SANTIAGO, A. C. P; BARROS, I. C. L; DITTRICH, V. A. O. Samambaias e licófitas do estado de Pernambuco, Brasil: Blechnaceae. **Rodriguésia**-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 861-869, 2014.

- SANTIAGO, A. C. P. **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: Florística, Biogeografia e Conservação**. 2006. 128 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia Vegetal. Recife, 2006.
- SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. Pteridoflora do Refúgio Ecológico Charles Darwin (Igarassu, Pernambuco, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, 17 (4): 597-604. 2003.
- SANTIAGO, A. C. P.; BARROS, I. C. L. **Florestas Serranas de Pernambuco e sua Pteridoflora: Necessidade de Conservação**. In Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Fortaleza: Rede PROUC e Fundação O Boticário. p. 563-573. 2002.
- SCHWARTSBURD, P. B; PRADO, J. A taxonomic revision of the South American species of *Hypolepis* (Dennstaedtiaceae), part I. **American Fern Journal** 105: p. 263–313. 2015.
- SCHWARTSBURD, P. B; LABIAK, P. H. Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Hoehnea** 34: p. 159-209. 2007.
- SMITH, A. R. *et al.*, A classification for extant ferns. **Taxon** 55(3): p. 705-731. 2006.
- SMITH, A. R. *et al.* **Fern classification**. p. 417-467. In: RANKER, T. A; HAUFLER, C. H. (Eds.). *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. New York, Cambridge University Press. 2008.
- SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período (2005–2008) Relatório Parcial**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 156 p. 2009.
- SPECIESLINK. **Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas**. Disponível em <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em 18 Julho de 2018. 2018.
- TABARELLI, M. *et al.* Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, p. 2328-2340, 2010.
- TABARELLI, M; SIQUEIRA-FILHO, J. A; SANTOS, A. M. M. A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco. In: PORTO, K; ALMEIDA-CORTEZ, J; TABARELLI, M (Orgs) *Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco*, MMA, Brasília, Brasil, p. 25-40. 2005.
- TROPICOS**. (org) Missouri Botanical Garden – 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em 10 de Julho de 2018. 2018.
- XAVIER, S. R. S; BARROS, I. C. L. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 19(4): p. 775-781. 200.

3 ARTIGO: DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE ESPÉCIES DE SAMAMBAIAS POUCO ENCONTRADAS NA FLORESTA ATLÂNTICA NORDESTINA

RESUMO

Um total de 1.159 espécies samambaias já foi registrado no Brasil, 45% dessas são endêmicas. No País a maior riqueza de espécies (809) do grupo está abrigada no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica. A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco (FAN) corresponde a uma das regiões mais fragmentada e ameaçada desse domínio, e apresenta cerca de 280 espécies de samambaias. Destas, 57 espécies de samambaias (20%) são consideradas pouco encontradas na região. Neste contexto, o atual estudo visou analisar a distribuição potencial de três espécies pouco encontradas na FAN: *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T.Moore (Dryopteridaceae); *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota (Polypodiaceae) e *Pteris schwackeana* Christ (Pteridaceae). Com auxílio dos Modelos de Distribuição de Espécies (MDE's) rodados no Algoritmo (Maxent) foram produzidos mapas da distribuição potencial das espécies. A variável, tipo de solo foi a que mais contribuiu na elaboração dos MDE's finais de duas das três espécies estudadas. Vale ressaltar que essa variável foi selecionada de acordo com o conhecimento sobre a biologia das espécies do estudo. Após a análise dos modelos foi possível apontar áreas e até municípios potenciais para ocorrência dessas espécies na FAN. Portanto, os resultados deste estudo poderão direcionar novas coletas para locais pouco explorados e contribuir também no processo de seleção de áreas prioritárias para conservação das mesmas.

Palavras-chave: Modelo de nicho ecológico. Pteridófitas. Maxent. Mata Atlântica.

ABSTRACT

A total of 1,159 species of ferns have been recorded in Brazil, 45% of which are endemic. In the country the greatest species richness (809) of the group is sheltered in the phytogeographical domain of the Atlantic Forest. The Atlantic Forest north of the São Francisco River (NAF) corresponds to one of the most fragmented and threatened regions of this domain, and presents about 280 species of ferns. Of these, 57 species of

ferns (20%) are considered little found in the region. In this context, the present study aimed to analyze the potential distribution of three rare species found in FAN: *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T. Moore (Dryopteridaceae); *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota (Polypodiaceae) and *Pteris schwackeana* Christ (Pteridaceae). With the help of the Models of Distribution of Species (MDE`s) rotated in the Algorithm (MaxEnt) maps of the potential distribution of the species were produced. The variable, soil type was the one that contributed the most in the elaboration of the final MDEs of two of the three species studied. It is noteworthy that this variable was selected according to the knowledge of the biology of the species in the study. After the analysis of the models it was possible to point out areas and even municipalities potencies for occurrence of these species in the NAF. Therefore, the results of this study may direct new collections to poorly explored sites and also contribute to the selection of priority areas for their conservation.

Key words: Ecological niche model. Pteridophytes. Maxent. Atlantic Forest.

INTRODUÇÃO

Um total de 1.159 espécies de samambaias já foi registrado no Brasil, 45% dessas são endêmicas (FORZZA *et al.*, 2018). No País a maior riqueza de espécies (809) do grupo encontra-se no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica (PRADO, 2007; PRADO *et al.* 2015; FORZZA *et al.* 2018). Esse domínio sofreu drástica redução em seu território original de cobertura vegetal, estima-se que apenas 6% deste tenham remanescido (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco ou Floresta Atlântica Nordestina (FAN), que apresenta aproximadamente um total de 280 espécies de samambaias, corresponde a uma das regiões mais fragmentada e ameaçada desse domínio (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). Vários estudos em conservação desenvolvidos na FAN indicaram escassez de áreas bem preservadas, e à ameaça de extinção iminente a biota ali presente (RANTA *et al.*, 1998; SILVA; TABARELLI, 2000; RÊGO; HOEFLICH, 2001; SANTOS; TABARELLI, 2004). Enquanto que estudos realizados com o grupo das samambaias no estado de Pernambuco (BARROS; WINDISCH, 2002; SANTIAGO; BARROS, 2002; PEREIRA *et al.*, 2007) e na FAN (SANTIAGO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2011) indicaram que muitas espécies estão sujeitas a perderem os seus últimos registros (um ou dois), sendo consideradas como espécies pouco encontradas nesta região. Neste contexto, Silva *et al.*, (Cap. 2) fizeram uma lista atualizada identificando

57 espécies de samambaias categorizadas como pouco encontradas na FAN, ou seja, espécies com a ocorrência registrada em apenas uma ou duas localidades. Estima-se que esse número corresponda a 20% de todas as espécies de samambaias ocorrentes na região. Essas espécies devido a sua distribuição pouco frequente e também ao grau atual de fragmentação da FAN podem está mais suscetíveis ao processo de extinção local (BARROS *et al.* 2005; SANTIAGO, 2006). Logo, um desmatamento acentuado pode ocasionar no desaparecimento de algumas espécies de samambaias da localidade, e dessa forma, podem atuar como indicadores do grau de conservação de uma área florestal (XAVIER; BARROS, 2003).

Quando pensamos em conservação de uma espécie, exige-se primeiramente um conhecimento acurado sobre sua história natural, biologia, distribuição geográfica e distribuição potencial (áreas adequadas onde a espécie poderia sobreviver) (PAPES; GAUBERT, 2007). É comum espécies com distribuição restrita apresentarem requisitos peculiares de microambientes, ocupando manchas diminutas na paisagem, situação que pode dificultar a coleta das mesmas (GOGOL-PROKURAT, 2011). Contudo, o avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de ferramentas que conseguem modelar o nicho ecológico de espécies pouco encontradas, raras, endêmicas e ameaçadas de extinção (GRAHAM *et al.*, 2004, KAMINO, 2009). Os Modelos de Distribuição de Espécies (MDE's) correspondem a um método de processamento computacional, no qual dados da ocorrência de uma espécie são relacionados com variáveis do seu ambiente, gerando uma representação (mapa) de áreas adequadas para a ocorrência da espécie (ANDERSON; LEW; PETERSON, 2003, LORENA *et al.*, 2008, GIANNINI *et al.*, 2012). Esses modelos são interessantes porque podem direcionar trabalhos de campos para áreas pouco amostradas, garantindo um uso mais eficiente do tempo e dos recursos financeiros (RAXWORTHY *et al.*, 2003, KAMINO, 2009).

Assim, o presente estudo objetivou 1) Utilizar os MDE's para fornecer a distribuição geográfica potencial de três espécies de samambaias categorizadas como pouco encontradas na FAN; 2) Evidenciar áreas potenciais importantes para conservação dessas espécies na FAN. E assim, esperamos contribuir no direcionamento de novos esforços de coleta das mesmas na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Região do estudo

A Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco, também chamada como Floresta Atlântica Nordestina (FAN), abriga todos os fragmentos remanescentes de Floresta Atlântica situados nos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). Essa região engloba dois importantes centros de endemismo, o centro de endemismo Pernambuco e os brejos nordestinos (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). No entanto a FAN encontra-se bastante fragmentada, em parte, por causas naturais como as formações dos 'brejos' em meio ao semiárido, em outra por causa dos produtos advindos da antropização, como a ocupação territorial feita de maneira desorganizada e não sustentável (MMA, 2000). Essa região é composta basicamente por cinco tipos florestais: Formações pioneiras, Floresta ombrófila densa, Floresta ombrófila aberta, Floresta estacional semidecidual e Áreas de tensão ecológica (limite de contato entre Floresta Atlântica e Caatinga) (TABARELLI; SIQUEIRA-FILHO; SANTOS, 2005). A FAN apresenta temperatura média superior a 18° c ao longo do ano, clima relativamente quente e úmido a semiúmido e semiárido (IBGE, 2002). Os tipos de solos: Argissolos amarelos, Alissolos crômicos e Plintossolos háplicos são mais comuns na Região (IBGE; EMBRAPA, 2001).

Seleção das espécies e coleta de dados de ocorrência

Dentre as 57 espécies de samambaias listadas para FAN como pouco encontradas, a seleção de três obedeceu aos seguintes critérios pré-estabelecidos: 1) possuir no mínimo um registro de ocorrência em unidades de conservação localizadas na FAN; 2) apresentar padrão sazonal sempre verde, garantindo uma fácil visualização em campo; 3) apresentar no mínimo cinco pontos de ocorrência no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica Brasileira (SILVA *et al.*, Cap. 2).

A primeira espécie selecionada, *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T.Moore (Dryopteridaceae), caracteriza-se por apresentar dois tipos frondes (alongadas lineares coriáceas estéreis e curtas largas e férteis), escalas de rizomas com tufo na cor canela-marrom claros, forma de vida erva e substrato epífita, com distribuição neotropical (MORTON, 1948; WINDISCH; KIELING-RUBIO, 2018). A segunda espécie, *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota (Polypodiaceae), é caracterizada por possuir

frondes pinatissectas a pinadas, com pecíolo longo, cilíndrico e lâminas ovadas a deltoides com base truncada, pinas com 5 a 8 pares sem aurícula e aeróforo, linear-lanceolado com ápice atenuado, margem verde e inteira a crenada, e caule longo-reptante com escamas castanhas, linear-lanceolada com ápice acuminado e margem verde e inteira a crenada, com forma de vida de erva de substrato epífita e rupícola, distribuída em alguns países da América do Sul (SOUZA; SALINO, 2018). E a terceira espécie, *Pteris schwackeana* Christ (Pteridaceae), é caracterizada por apresentar lâmina 1-pinada, nervuras anastomosadas, pecíolo coberto por escamas castanho-avermelhadas em toda sua extensão, esporo do tipo trilete, forma de vida de erva, substrato do tipo terrícola. Quanto a sua distribuição, é endêmica do Brasil (PRADO; HIRAI, 2018).

As coordenadas geográficas foram convertidas em graus decimais, e aquelas com incerteza da precisão da ocorrência e/ou erros foram eliminadas do banco de dados. Como forma de evitar erros taxonômicos os dados dos herbários foram compilados considerando o campo de especialização dos determinadores (KAMINO *et al.*, 2011). Os pontos de ocorrências das três espécies foram compilados do Banco de dados da Lista da Flora do Brasil 2020 em construção (FORZZA *et al.*, 2018), Herbário Virtual Re flora (FORZZA *et al.*, 2016), e Specieslink, 2018. Esses registros são advindos da Floresta Atlântica Brasileira nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste, Tabela 1.

Tabela 1 – Localidades de ocorrência de *Elaphoglossum herminieri*, *Pleopeltis pleopeltidis* e *Pteris schwackeana* na Floresta Atlântica Brasileira

Espécie	Localidade	Município/Estado	Longitude	Latitude	Referencias
<i>P. pleopeltidis</i>	1. Reserva Serra Bonita, Trilha da mirante	Camacan/BA	-39.565278	-15.391667	Det: Matos, F.B. 08/2008; UPCB 68907 Coleta: Matos, F.B. 1528 28/07/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	2. Parque Estadual Forno Grande	Castelo/ES	-41.086389	-20.518889	Det: Salino, A. 25/06/2008; BHCB-SL 122752 Coleta: Salino, A. 13594 25/06/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	3. Fazenda do Senhor José Rodrigues, Grota do córrego Capão da Anta	Luziânia/GO	-48.213611	-16.310556	Det: Kieling- Rubio, M. A. 06/2010; PACA-AGP 107582 Coleta: G. Pereira-silva et al 7551 10/04/2003.
<i>P. pleopeltidis</i>	4. Mata da cachoeira do túnel de fuga	Cabeceira Grande/MG	-47.296944	-18.223889	Det: Kieling- Rubio, M. A. 06/2010; PACA-AGP 107615 Coleta: Santos, A. A. 1846 18/02/2003.
<i>P. pleopeltidis</i>	5. Beira de estrada em mata degradada	Itamonte/MG	-44.763333	-22.373056	Det: Almeida, T.E. 22/09/2011; ESA095482 Coleta: Paula-Souza, J.; et al. 5804 12/07/2006.
<i>P. pleopeltidis</i>	6. Parque Nacional do Itatiaia, A caminho de Vargem Grande	Itamonte/MG	-44.751667	-22.338028	Det: Salino, A. 07/2007; BHCB-SL 111376 Coleta: Salino, A. 12498 12/07/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	7. Parque Estadual Serra do Papagaio, Próximo ao Sítio das Amoras	Itamonte/MG	-44.774167	-22.296944	BHCB-SL 115575 Coleta: Echternacht, L. 1511 06/11/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	8. Divisa com o estado de São Paulo, próximo a Paiol Grande	Brazópolis/MG	-45.665556	-22.650278	Det: Almeida, T.E. 30/10/2008; BHCB-SL 125076 Coleta: Almeida, T.E. 1563 30/10/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	9. Campo de Altitude	Alagoa/MG	-44.760556	-22.208889	Det: Almeida, T.E. 12/2007; BHCB-SL 114300 Coleta: Mota, N.F.O. 1032 10/11/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	10. Monte Verde	Camanducaia/MG	-46.025556	-22.885	Det: Melo, L.C.N. 08/2001; BHCB-SL 62218 Coleta: Melo, L.C.N. 146 20/08/2001.
<i>P. pleopeltidis</i>	11. Pinheirão	Camanducaia/MG	-45.936667	-22.713889	Det: Salino, A. 09/2000; BHCB-SL 52121 Coleta: Salino, A. 5587 19/06/2000.
<i>P. pleopeltidis</i>	12. Distrito de Pocinhos do Rio Verde, Pedra branca	Caldas/MG	-46.371222	-21.977889	Det: Salino, A. 08/2007; BHCB-SL 111633 Coleta: Salino, A. 12755 15/07/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	13. Estrada de terra entre Gonçalves e o Sertão do Cantagalo	Gonçalves/MG	-45.876972	-22.68	Det: Almeida, T.E. 28/10/2008; BHCB-SL 125032 Coleta: Almeida, T.E. 1519 28/10/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	14. Parque Estadual da Serra do Papagaio, Mata de Araucária, em encosta	Baependi/MG	-45.237278	-22.24025	Det: L. Menini Neto; S.G. Furtado 22/09/2012; CESJ 60610 Coleta: S.G. Furtado; L. Menini Neto 116 22/09/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	15. Fazenda do Onça, Próximo ao Pórtico de entrada da fazenda	Delfim Moreira/MG	-45.347778	-22.61	BHCB-SL 147625 Coleta: Giacomim, L.L. 1356 15/03/2011.
<i>P. pleopeltidis</i>	16. Mata em frente a Pousada do Barão	Delfim Moreira/MG	-45.297861	-22.594944	Det: Almeida, T.E. 01/11/2008; BHCB-SL 125159 Coleta: Almeida, T.E. 1646 01/11/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	17. Porto Trombetas	Oriximiná/PA	-56.376111	-1.756667	Det: Gasper, AL de 25/02/2010; FURB 10553 Coleta: Ceolin, L.M. 525 16/06/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	18. Parque Estadual Pico Paraná	Campina Grande do Sul/PR	-48.83	-25.23	Det: Pereira, J.B.S. 01/01/2008; UPCB 67973 Coleta: Pereira, J.B.S. 159 17/02/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	19. Capão do Cifloma	Curitiba/PR	-49.2404	-25.4481	Det: Blum, C.T. 22/11/2013; EFC 11845 Coleta: Blum, C.T. 1141 22/11/2013.
<i>P. pleopeltidis</i>	20. Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico	Curitiba/PR	-49.234	-25.4466	Det: Matos, F.B. 2015; UPCB 76662 Coleta: Labiak, P.H. 6291 06/10/2014.
<i>P. pleopeltidis</i>	21. Mananciais da Serra, Reservatório do Carvalho	Piraquara/PR	-48.983333	-25.483333	Det: Matos, F.B. 05/2010; UPCB 68613 Coleta: Matos, F.B. 589 05/06/2005.

Continua

Cont. Tabela 1

Espécie	Localidade	Município/Estado	Longitude	Latitude	Referencias
<i>P. pleopeltidis</i>	22. Estrada da Graciosa, Recanto Engenheiro Lacerda, PR 410	Quatro Barras/PR	-48.900917	-25.350694	Det: Canestraro, BK 2014; MBM 393666 Coleta: Canestraro, BK; Canestraro, IF; Canestraro, MCK 375 19/07/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	23. Serra da Graciosa, Projeto Altitudinal GR-600	Morretes/PR	-48.888333	-25.349444	Det: Labiak, P.H; Prado, J. 01/2007; UPCB 57718 Coleta: Labiak, P.H. 3557 30/06/2005.
<i>P. pleopeltidis</i>	24. Serra da Prata	Morretes/PR	-48.6987	-25.614	Det: Blum, C.T. 05/02/2010; EFC 12043 Coleta: Blum, C.T.; 733 05/02/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	25. Fazenda São Geraldo	Coronel Domingos Soares/PR	-52.010958	-26.304097	Det: Larocca, R 05/02/2014; MBM Coleta: Motta, JT; <i>et al.</i> 4068 23/09/2013.
<i>P. pleopeltidis</i>	26. Pico do Jabre	Maturéia/PB	-37.3846111	-7.253111111	
<i>P. pleopeltidis</i>	27. Serra Negra de Floresta	Floresta/PE	-37.929972	-8.553444	
<i>P. pleopeltidis</i>	28. Parque N. da Serra dos Órgãos, Trilha entre o Abrigo 04 e a Pedra do Sino	Teresópolis/RJ	-43.017	-22.277	Det: Salino, A. 10/2012; UPCB 81182 Coleta: Dinato, D.O. 75 25/10/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	29. Parque Estadual dos Três Picos	Nova Friburgo/RJ	-42.590556	-22.362222	Det: Condack J. P. S. 10/02/2015; RB00932132 Coleta: C. Baez, 201 17/01/2015.
<i>P. pleopeltidis</i>	30. Parque Estadual do Desengano	Santa Maria Madalena/RJ	-41.912	-21.892	Det: Sylvestre, L. 10/08/2012; UPCB 80042 Coleta: Sylvestre, L. 2241 24/07/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	31. Parque Nacional do Itatiaia, estrada para o abrigo Rebouças	Itatiaia/RJ	-44.704444	-22.371944	Det: Labiak, P.H. 01/2008; UPCB 61243 Coleta: Labiak, P.H. 4468 11/01/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	32. Antena SBT	Nova Friburgo/RJ	-42.566778	-22.359639	Det: Labiak, PH. 01/09/2013; FURB10537 Coleta: Bonnet, A. 133 05/05/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	33. Macaé de Cima, subida para os Pirineus, divisa com o Parque dos Três Picos	Nova Friburgo/RJ	-42.503611	-22.428333	Det: Matos, F.B. 2012; UPCB 79737 Coleta: Fraga, C.N. Saavedra, M.M. Saddi, E.M. 3230 08/11/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	34. Parque Estadual da Pedra Selada	Resende/RJ	-44.443889	-22.291389	Det.? RB01097721 Coleta: Cardoso, L. J.T. 1166, 05/02/2015.
<i>P. pleopeltidis</i>	35. Fazenda do Cilho	Bom Jesus/RS	-50.433333	-28.515	Det: Gonzatti, F.; Valduga, E.; Mynssen, C. 03/2012; IRAI 6909 Coleta: Gonzatti, F. 146 11/09/2011.
<i>P. pleopeltidis</i>	36. Floresta Nacional de São Francisco de Paula	São Francisco de Paula/RS	-50.394217	-29.420572	Det: Becker, D.F.P. 10/09/2013; PACA-AGP 115421 Coleta: Becker, D.F.P. 10/09/2013.
<i>P. pleopeltidis</i>	37. Parque Aparados da Serra	Cambará do Sul/RS	-50.100556	-29.162222	Det: Nervo, MH 20/04/2013; ICN 187835 Coleta: Nervo, MH; Velho, FSC 1408 20/04/2013.
<i>P. pleopeltidis</i>	38. Ausente	São José dos Ausentes/RS	-49.989139	-28.522444	Det: Schmitt, JL 13/06/2011; FURB 10540 Coleta: Schmitt, J.L. 3165 06/04/2011.
<i>P. pleopeltidis</i>	39. Alto Vila Nova	Caraá/RS	-50.366889	-29.728361	Det: Graeff, V. 11/07/2013; PACA-AGP 114384 Coleta: Dorneles, Maralise B. 39 30/07/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	40. Nascente do Rio dos Sinos.	Caraá/RS	-50.291056	-29.706944	Det: Kieling-Rubio, M. A. 15/11/2012; PACA-AGP 115463 Coleta: Rocha, L.D. 76 15/11/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	41. Pedra do Segredo	Caçapava do Sul/RS	-53.557222	-30.5375	Det: Kieling-Rubio, MA; ICN 164529 Coleta: Kieling-Rubio, MA; M.A. 629
<i>P. pleopeltidis</i>	42. Bairro Mônico	Campo Bom/RS	-50.018056	-29.678889	Det: Nervo, M. H. 25/09/2010; PACA-AGP 112460 Coleta: Nervo, M. H. 667 25/09/2010.

Continua

Cont. Tabela 1

Espécie	Localidade	Município/Estado	Longitude	Latitude	Referencias
<i>P. pleopeltidis</i>	43. Rincão do Inferno	Lavras do Sul/RS	-53.711389	-30.856944	Det: Kieling-Rubio, MA; ICN 183447 Coleta: Kieling-Rubio, MA 717 13/01/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	44. Paredão	Santana do Livramento/RS	-55.941944	-30.613889	Det: Kieling-Rubio, MA; ICN 164517 Coleta: Kieling-Rubio, MA; M.A. 612.
<i>P. pleopeltidis</i>	45. Ausente	Santiago/RS	-55.048333	-29.476944	Det: Kieling-Rubio, MA; ICN 164466 Coleta MA; M.A. 517.
<i>P. pleopeltidis</i>	46. Ausente	Encruzilhada do Sul/RS	-52.555	-30.563611	Det: Silva, FD 25/11/2012; ICN 176934 Coleta: Silva, FD 6 25/11/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	47. Rio Cadeia	Santa Maria do Herval/RS	-50.912994	-29.51695	Det: Kieling-Rubio, M. A. 06/2012; PACA-AGP 112466 Coleta: Mallmann, I. & Schmitt, J.L. 11/10/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	48. Cabeceira Barra Grande	Porto União/SC	-50.940889	-26.46175	Det: Labiak, PH em 22/09/2008; FURB10558 Coleta: Gasper, AL de, 1274 15/01/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	49. Serra do Faxinal	Praia Grande/SC	-50.022778	-29.178889	Det: Schmitt, J 28/05/2010; FURB 10543 Coleta: Schmitt, J.L. 2209 13/05/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	50. Serra Dona Francisca	Joinville/SC	-49.047789	-26.192511	Det: Cadorin, T. J. 10/12/2009; FURB10548 Coleta: Cadorin, T. J. 805 10/12/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	51. Ausente	Joinville/SC	-49.047778	-26.1925	Det: Gasper, AL de 11/05/2010; FURB 10544 Coleta: Cadorin, T.J. 1970 06/05/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	52. Barragem do 8º Salto - Serra do Pirai	Joinville/SC	-49.050556	-26.280278	Det: Gasper, AL de 14/10/2010; FURB 10541 Coleta: Korte, A. 4114 18/08/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	53. Fazenda Campo do Zinco	Benedito Novo/SC	-49.497778	-26.909722	Det: Gasper, AL de 02/12/2009; FURB 10550 Coleta: Schmitt, J.L. 503 02/11/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	54. Parque Nacional de São Joaquim	Urubici/SC	-49.63725	-28.152083	Det: Della, AP 14/04/2015; FLOR 51332 Coleta: Fiaschi, P 3967 02/09/2013.
<i>P. pleopeltidis</i>	55. RPPN Leão da Montanha	Urubici/SC	-49.375	-28.01	Det: Gasper, AL de 30/03/2010; FURB 10545 Coleta: Verdi, M. 3791 08/03/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	56. Campo dos Buenos	Canoinhas/SC	-50.58	-26.46	Det: Gasper, AL de 11/07/2011; FURB 10539 Coleta: Korte, A. 7042 28/06/2011.
<i>P. pleopeltidis</i>	57. Rio dos Pardos, Serra da Morte	Canoinhas/SC	-50.580306	-26.381306	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10562 Coleta: Gasper, A.L. de 908 08/11/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	58. Rodovia de Santa Cecília para Monte Castelo	Santa Cecília/SC	-50.363	-26.824	Det: Matos, F.B. 2017; UPCB 80016 Coleta: Fiaschi, P. <i>et al.</i> 3618 26/03/2011.
<i>P. pleopeltidis</i>	59. Linha Peperi	Dionísio Cerqueira/SC	-53.640278	-26.279722	Det: Pastório, FF 19/11/2015; FURB 48716 Coleta: Oliveira, A.A. de 2590 03/10/2015.
<i>P. pleopeltidis</i>	60. Turvo, às margens do Rio Vermelho	Campo Alegre/SC	-49.228734	-26.2299	Det: Schwirkowski, P. 30/07/2016; FPS 2336 Coleta: Schwirkowski, P. 1786 30/07/2016. voucher: FURB 51892.
<i>P. pleopeltidis</i>	61. Canyon Espreado, Campo dos Padres	Rio Fortuna/SC	-49.320556	-27.990556	Det: Gasper, AL de 12/04/2010; FURB 241 Coleta: Verdi, M. 3818 09/03/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	62. Morro das Torres	Bocaina do Sul/SC	-49.860000	-27.900000	Det: Gasper, AL de 17/07/2009; FURB 10552 Coleta: Gasper, A.L. de 2080 07/05/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	63. Linha São Roque	Arroio Trinta/SC	-51.29925	-26.910306	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10564 Coleta: Gasper, A.L. de 1310 21/01/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	64. Laranjeira	Taió/SC	-50.312167	-27.091889	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10561 Coleta: Gasper, A.L. de 1519 26/02/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	65. Ausente	São Joaquim/SC	-49.862028	-28.169111	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10556 Coleta: Gasper, A.L. de 1787 23/05/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	66. Serrinha	Siderópolis/SC	-49.59	-28.62	Det: Schmitt, JL 28/09/2010; FURB 10542 Coleta: Schmitt, J.L. 2370 17/05/2010.

Continua

Cont. Tabela 1

Espécie	Localidade	Município/Estado	Longitude	Latitude	Referencias
<i>P. pleopeltidis</i>	67. Forquilha	Imaruí/SC	-48.869722	-28.164722	Det: Schmitt, J 15/03/2010; FURB 10546 Coleta: Schmitt, J.L. 1173 28/01/2010.
<i>P. pleopeltidis</i>	68. Paiol da Pedra-Macieira	Macieira/SC	-51.303333	-26.818889	Det: Gasper, AL de 03/08/2009; FURB 10555 Coleta: Stival-Santos, A. 645 23/04/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	69. Morro das Torres	Rio Rufino/SC	-49.86	-27.9	Det: Gasper, AL de 17/07/2009; FURB 10552 Coleta: Gasper, A.L. de 2080 07/05/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	70. Morro do Funil	Ponte Alta/SC	-50.132222	-27.275	Det: Gasper, AL de 17/11/2009; FURB 10551 Coleta: Cadorin, T.J. 149 06/10/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	71. Rio Minador	Orleans/SC	-49.410028	-28.17	Det: Schmitt, J 09/12/2009; FURB 10549 Coleta: Schmitt, J.L. 784 09/12/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	72. Fazenda Farofa, trilha do Pasto Sujo atrás da sede	Painel/SC	-49.882694	-27.922778	Det: Salino, A. 04/2007; BHCB-SL 110108 Coleta: Salino, A. 11938 03/04/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	73. Pedra Branca	Matos Costa/SC	-51.03	-26.460083	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10557 Coleta: Gasper, A.L. de 1233 14/01/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	74. Arredores do Cepa Rugendas-Univille, Rio Natal.	São Bento do Sul/SC	-49.378611	-26.250556	Det: Pereira, J.B.S. 09/09/2009; UPCB 65506 Coleta: Meyer, F.S. 840 22/11/2008.
<i>P. pleopeltidis</i>	75. Campo do Areião	Monte Castelo/SC	-50.309056	-26.822167	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10560 Coleta: Gasper, A.L. de 1119 11/12/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	76. Serra da Esperança	Lebon Régis/SC	-50.674361	-26.819806	Det: Labiak, PH 22/09/2008; FURB 10559 Coleta: Gasper, A.L. de 1173 15/12/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	77. Subida do Pico do Itapeva	Campos do Jordão/SP	-45.583333	-22.75	Det: Prado, J. 24/11/2014; IPA 65602 Coleta: Prado, J.; Yano, D.; Yano, D. 1038 14/02/2000.
<i>P. pleopeltidis</i>	78. Parque Estadual Intervales	Iporanga/SP	-48.363333	-24.3075	Det: Salino, A. 04/2003; BHCB-SL 81141 Coleta: Salino, A. 8615 19/04/2003.
<i>P. pleopeltidis</i>	79. PETAR Núcleo Caboclos	Iporanga/SP	-48.693	-24.539	Det: Mazziero, F. F. F. 14/05/2012; UPCB 78780 Coleta: Mazziero, F.F.F. 1019 29/04/2012.
<i>P. pleopeltidis</i>	80. Serra do Japi, Estrada para a torre da TV Cultura	Jundiá/SP	-46.966667	-23.25	Det: Prado, J.; Hirai, R.Y. 2009; UEC 155842 Coleta: Hirai, R.Y.; et al. 632 16/10/2009.
<i>P. pleopeltidis</i>	81. Estação Ecológica do Bananal, nas trilhas da Estação	Bananal/SP	-44.366111	-22.819444	Det: Salino, A. 03/2001; BHCB-SL 57686 Coleta: Salino, A. 6268 08/03/2001.
<i>P. pleopeltidis</i>	82. Orla de floresta	Pindamonhangaba /SP	-45.45	-22.716667	Det: Ditttrich, V.A.O. 04/2002; BHCB-SL 74311 Coleta: Ditttrich, V.A.O. 1107 02/04/2002.
<i>P. pleopeltidis</i>	83. Estrada para Campos do Jordão, a 12km do limite	São Bento do Sapucaí/SP	-45.643333	-22.655	Det: Prado, J. 2009; ESA095443 Coleta: Paula-Souza, J. et al. 5765 11/07/2006.
<i>P. pleopeltidis</i>	84. Parque Estadual de Campos do Jordão	Campos do Jordão/SP	-45.464444	-22.691667	Det: Prado J. 27/09/2010; SPSF37733 Coleta: R.T.Polisel et al.240 30/04/2007.
<i>P. pleopeltidis</i>	85. Parque Nacional da Serra da Bocaina	São José do Barreiro/SP	-44.633333	-22.746389	Det: Mynssen C. em2012; RB00673627 Coleta: Mynssen, C. 1274 05/10/2011.
<i>P. schwackeana</i>	1. RPPN Serra do Teimoso	Jussari/BA	-39.523389	-15.154389	Det: Salino, A 06/2002. BHCB-SL 75292 Coleta: Salino, A; Jardim, JG 8188 02/11/2002.
<i>P. schwackeana</i>	2. Fazenda Serra bonita, 9,7 Km W de Camacã	Camacan/BA	-39.565278	-15.391667	Det: Matos, F.B. 01/01/2006. UPCB 54630 Coleta: Matos, F.B. 1091 03/03/2006.
<i>P. schwackeana</i>	3. Serra do Peito-de-Moça	Arataca/BA	-39.4080556	-15.2027778	Det: F. Matos MO 100306402 Coleta: Pedro L.R. et al. 2722 11/08/2009.
<i>P. schwackeana</i>	4. Reserva Biológica, Córrego do Veado	Pinheiros/ES	-40.2133	-18.3703	Det: Coelho, R. 2012. VIES 29709 Coleta: Coelho, R. 231 13/12/2012.
<i>P. schwackeana</i>	5. Rio Saltinho	Santa Teresa/ES	-40.506944	-19.936111	Det: A. Salino/XI-2006. MBML-Herbario 26159 Coleta: L. Kollmann; et al 8190 29/07/2005.

Continua

Cont. Tabela 1

Espécie	Localidade	Município/Estado	Longitude	Latitude	Referencias
<i>P. schwackeana</i>	6. Distrito de Talismã, Fazenda Duas Barras	Santa Maria do Salto/MG	-40.060806	-16.398389	Det: Salino, A 03/2004. BHCB-SL 87254 Coleta: Salino, A 9547 10/03/2004.
<i>P. schwackeana</i>	7. Alto Rio Grande	Santana do Garambéu/MG	-44.142722	-21.589833	Det: Salino, A 06/2001. BHCB-SL 60306 Coleta: Salino, A; Mota, RC 6969 07/06/2001.
<i>P. schwackeana</i>	8. Parque Estadual da Serra do Papagaio, Trilha Serra da Careta	Baependi/MG	-44.776194	-22.113111	Det: V.A.O. Dittrich 05/2015. CESJ 67298 Coleta: V.A.O. Dittrich; L.V. Lima; E. Landroz 1998 21/03/2015.
<i>P. schwackeana</i>	9. Ausente	Bandeira/MG	-40.521056	-15.825056	Det: Salino, A 10/2003. BHCB-SL 85179 Coleta: Salino, A <i>et al.</i> 9099 06/10/2003.
<i>P. schwackeana</i>	10. Distrito de Nova Colônia, Hotel Fazenda Santa Inês	Ewbank da Câmara/MG	-43.85	-21.919753	Det: Salino, A 05/2005. BHCB-SL 99474 Coleta: Salino, A 10429 08/05/2005.
<i>P. schwackeana</i>	11. Fazenda Limoeiro	Almenara/MG	-40.855361	-16.057333	Det: Salino, A 02/2004. BHCB-SL 87092 Coleta: Salino, A <i>et al.</i> 9385.
<i>P. schwackeana</i>	12. Ausente	Altinho/PE	-36.02902777	-8.3700277	
<i>P. schwackeana</i>	13. Matas do Brejo dos Cavalos	Caruaru/PE	-36	-8.310556	HUEFS 84258 Coleta: Xavier, S.R.da S. 69 11/07/2001.
<i>P. schwackeana</i>	14. Parque Nacional do Itatiaia, Cachoeira do Poranga	Itatiaia/RJ	-	-	Det: E. R. Damasceno em 15/09/2009. RB00581860. Coleta: E. R. Damasceno, 215 16/12/2008
<i>P. schwackeana</i>	15. Estação Ecológica de Bananal, Trilha para o pico do Caracol	Bananal/SP	-44.360389	-22.779722	Det: Salino, A 09/2001. BHCB-SL 62883 Coleta: Salino, A 7551 13/09/2001.
<i>P. schwackeana</i>	16. Cachoeira Véu da Noiva,	Barra do Turvo/SP	-48.450278	-24.720278	Det: Salino, A 03/2005. BHCB-SL 91715 Coleta: Salino, A 10307 30/03/2005.
<i>P. schwackeana</i>	17. PETAR, Núcleo Casa de Pedra	Iporanga/SP	-48.693	-24.539	Det: Mazziero, F. F. F. 12/12/2011. UPCB 78537 Coleta: Mazziero, F.F.F. 861 03/12/2011.
<i>E. herminieri</i>	1. Morro do Bronze	Guaraqueçaba/PR	-48.29	-25.3	Det: Matos, F.B. 12/2015; UPCB 80739 Coleta: Labiak, P.H. 5536 21/08/2013.
<i>E. herminieri</i>	2. Usina Colônia, Córrego da Guariba	Jaqueira/PE	-	-	Det: Lopes, MS; Barros, ICL; MBM 292333 Coleta: Lopes, MS 650 06/12/2001.
<i>E. herminieri</i>	3. Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo de Curucutu	Itanhaém/SP	-46.828611	-24.166389	Det: Salino, A.; Melo, L.C.N. 11/2001; BHCB-SL 58956 Coleta: Salino, A. 6590 17/04/2001.
<i>E. herminieri</i>	4. Parque Estadual Carlos Botelho, Núcleo Sete Barras	Sete Barras/SP	-47.916667	-24.166667	Det: Dittrich, V.A.O. 10/2002; UEC 138673 Coleta: Breier, T.B.; Budke, J.C. 516 21/08/2002.
<i>E. herminieri</i>	5. Próximo ao Lot. Costa do Sol	Bertioga/SP	-45.926667	-23.755278	Det: V.A.O. Dittrich 03/2008; CESJ 64105 Coleta: V.A.O. Dittrich; R.A.F. Lima 1531 11/03/2008.

Legenda: Acrônimos dos Herbários: Herbário da UFPR (UPCB); Herbário de Samambaias e Licófitas da UFMG (BHCB-SL); Herbário do Museu Botânico Municipal Curitiba/PR (MBM); Herbário Anchieta do Instituto Anchieta de Pesquisas (PACA-AGP); Herbário da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ); Herbário Leopoldo Krieger da UFJF (CESJ); (Herbário Dr. Roberto Miguel Klein da Universidade Regional de Blumenau (FURB); Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB); Herbário Escola de Florestas Curitiba, UFPR (EFC); Herbário do Parque da Ciência Newton Freire Maia (IRAI); Herbário do Instituto de Ciências Naturais, UFRGS (ICN); Herbário do Departamento de Botânica da UFSC (FLOR); Fototeca Paulo Schwirkowski (FPS); Herbário Dárdano de Andrade Lima, Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA); Herbário Dom Bento José Pickel, Instituto Florestal (SPSF). Det – Determinador.

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018).

Nota: Tabela desenvolvida pelo autor com base nos dados informados nos diversos trabalhos e fontes citados na referência.

Obtenção das variáveis ambientais

As variáveis bioclimáticas foram obtidas no banco de dados do WorldClim versão 1.4, elas utilizam informações interpoladas derivadas de dados de temperatura e pluviosidade entre 1950-2000 (HIJMANS, *et al.* 2005). As variáveis topográficas foram adquiridas a partir de dados do satélite SRTM da NASA (JARVIS, *et al.* 2008). Quanto a variável de vegetação: tipo de vegetação obtida a partir do mapa de vegetações do Brasil (VELOSO, *et al.* 1991). Já a variável tipo de solo foi adquirida a partir do mapa de solos do Brasil (EMBRAPA, 1999), ao passo que a variável hidrológica se obteve a partir do satélite SRTM da NASA (LEHNER; VERDINI; JARVIS, 2006), Tabela 2.

Tabela 2 – Conjunto de variáveis ambientais disponíveis para modelagem de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN, com indicação das que foram selecionadas para o modelo final de cada planta

Variável ambiental	Código	<i>Elaphoglossum herminieri</i>	<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	<i>Pteris schwackeana</i>
Temperatura média anual*	BIO 1			X
Variação diurna média de temperatura*	BIO 2	X	X	
Isotermalidade*	BIO 3		X	
Sazonalidade da temperatura*	BIO 4	X	X	
Temperatura máxima do mês mais quente*	BIO 5			
Temperatura máxima do mês mais frio*	BIO 6			
Amplitude térmica anual*	BIO 7			
Temperatura média do trimestre mais úmido*	BIO 8	X	X	
Temperatura média do trimestre mais seco*	BIO 9	X		
Temperatura média do trimestre mais quente*	BIO 10			
Temperatura média do trimestre mais frio*	BIO 11		X	
Precipitação anual*	BIO 12			
Precipitação do mês mais chuvoso*	BIO 13			
Precipitação do mês mais seco*	BIO 14			
Sazonalidade da precipitação*	BIO 15			
Precipitação do trimestre mais chuvoso*	BIO 16			
Precipitação do trimestre mais seco*	BIO 17			
Precipitação do trimestre mais quente*	BIO 18			
Precipitação do trimestre mais frio*	BIO 19			X
Altitude**	ALTI	X	X	X
Declividade**	DECL		X	X
Tipo de solo***	SOLO	X	X	X
Tipo de vegetação****	VEGE	X	X	X
Densidade da malha de drenagem*****	DENS			

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018).

Nota: Tabela desenvolvida pelo autor com base nas seguintes referências. Legenda: Tipo de Variável: * Bioclimática (HIJMANS *et al.* 2005); ** Topográfica (JARVIS *et al.* 2008); *** Solo (EMBRAPA 1999); **** Vegetação (VELOSO *et al.* 1991) e ***** Hidrológica (LEHNER; VERDINI; JARVIS, 2006). X: Variável selecionada para elaboração do Modelo Final de Distribuição da Espécie.

Portanto, dentre as variáveis ambientais disponíveis para utilização na elaboração dos MDE's temos aquelas que são contínuas e as categóricas, sendo assim, as 19 bioclimáticas (BIO 1 a BIO 19: todas são contínuas), as duas topográficas (altitude e declividade: ambas contínuas), a de vegetação (tipo de vegetação: categórica), a de solo (tipo de solo: categórica) e a hidrológica (densidade da malha de drenagem: contínua). Os dados ambientais brutos foram extraídos de todas as camadas raster dos registros de ocorrência para cada uma das espécies usando SAGA GIS 2.1.0, formando-se assim um conjunto de variáveis ambientais (as Bios) (SAGA DEVELOPMENT TEAM 2013). Dentre as variáveis bioclimáticas Bios extraídas, aquelas que são contínuas foram submetidas a uma análise de correlação de Pearson com auxílio do software Paleontological Statistics (Past) version 3.20 (HAMMER *et al.*, 2001) para minimizar o número de variáveis, descartando-se aquelas que estavam altamente correlacionadas ($r > 0,8$ e $p < 0,05$) e os fatores ambientais não correlacionados foram selecionados. Segundo Robertson *et al.*, (2001), este tipo de análise indica as variáveis com maior poder de explicação para geração do modelo de distribuição de espécie. As variáveis bioclimáticas categóricas não se adequam a esse tipo de análise (PEARSON, 1901). Portanto, sua seleção para geração do modelo baseou-se fundamentalmente em critérios arbitrários referentes à biologia da espécie como: afinidade por locais úmidos e sombreados, declividade, locais com altas altitudes e microambientes específicos.

Neste contexto, as variáveis BIO 2, BIO 4, BIO 7, BIO 8, BIO 9, BIO 15, ALTI, DECL, DENS, SOLO e VEGE (Tabela 2) foram selecionadas para rodar o modelo inicial de *Elaphoglossum herminieri* (BORY & FÉE) T.MOORE. Enquanto as variáveis BIO 2, BIO 3, BIO 4, BIO 8, BIO 11, BIO 12, BIO 13, BIO 19, ALTI, DECL, DENS, SOLO e VEGE foram usadas para rodar o modelo inicial de *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota. Já para a espécie *Pteris schwackeana* Christ, foram selecionadas as variáveis BIO 1, BIO 3, BIO 7, BIO 17, BIO 19, ALTI, DECL, DENS, SOLO e VEGE. As variáveis que contribuíram valores iguais ou inferiores a 0,5 (5%) na construção das réplicas dos modelos iniciais para cada uma das espécies no Algoritmo (MaxEnt) foram descartadas para elaboração dos MDE's finais. Dessa forma, os modelos finais das três espécies foram elaborados apenas com as variáveis descritas a seguir. *E.*

herminieri: BIO 2, BIO 4, BIO 8, BIO 9, ALTI, SOLO e VEGE; *P. pleopeltidis*: BIO 2, BIO 3, BIO 4, BIO 8, BIO 11, ALTI, DECL, SOLO e VEGE; e *P. schwackeana*: BIO 1, BIO 19, ALTI, DECL, SOLO e VEGE (Tabela 2).

3.5.4 Modelagem – A distribuição potencial das três espécies de samambaias pouco encontradas selecionadas, foi definida com base em um modelo gerado pelo algoritmo da máxima entropia (MaxEnt) software versão 3.3.3k (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006; PHILLIPS; DUDIK, 2008).

Os modelos de distribuição das três espécies de samambaias foram elaborados considerando as variáveis ambientais selecionadas entre as opções (Tabela 2) e os registros de ocorrência (pontos) de cada espécie no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica Brasileira, sendo que *E. herminieri* contou com cinco pontos, *P. pleopeltidis* com 85 pontos e *P. schwackeana* com 17 (Tabela 1). A seleção dos pontos de ocorrência respeitou a distância mínima de 1km², para minimizar possíveis efeitos de agrupamento nas análises (HERNANDEZ, *et al.* 2006). Como os pontos de ocorrência das espécies foram obtidos a partir de dados de herbários, e não de coletas aleatórias, um arquivo de polarização foi fornecido durante a modelagem pelo Maxent. O arquivo de grade de polarização foi gerado no software (SAGA GIS) ponderado por um kernel Gaussiano com um desvio padrão (SD) de 200 km (conforme Elith; Kearney; Phillips, 2010). Para evitar valores extremos, a grade resultante foi dimensionada para ter um máximo de 20 e um mínimo de 1.

Para a construção dos modelos, Foram escolhidas as seguintes configurações: número máximo de pontos de fundo = 10 000, limite de convergência = 0,00001, multiplicador de regularização = 1, número máximo de iterações = 5000. Essas configurações permitiram tempo adequado para a convergência do modelo (STOHLGREN *et al.*, 2011; ELMORE *et al.*, 2013; SOLHJOUY-FARD *et al.*, 2013). A saída logística de Maxent foi utilizada, o que fornece resultados para os valores de predição que variam de 0 (habitat inadequado) a 1 (habitat ideal).

Um teste de Jackknife foi selecionado para mostrar a importância relativa de cada preditor, comparando modelos com todas as combinações de variáveis ambientais, medindo a importância de cada variável. Uma análise de característica operativa do receptor (ROC) foi utilizada para avaliar a qualidade do modelo (FIELDING; BELL, 1997). Uma medida da área sob a curva ROC (AUC) também foi calculada. Ela mostrou o desempenho do modelo e o peso do erro de omissão e do erro de comissão. A AUC assume uma gama de valores de 0 a 1, mas os modelos úteis produzem

valores de AUC de 0,7 a 0,9, e valores de AUC acima de 0,9 caracterizam modelos com discriminação quase perfeita (FIELDING; BELL, 1997; PEARCE; FERRIER, 2000). Como forma de validar o modelo recomenda-se um tomar um limite de corte para distinguir áreas ambientalmente adequadas (ALMEIDA JR., 2010). No presente estudo considerou-se o limite de corte para 10% do treino logístico. Uma das formas para se avaliar (validação) o poder preditivo de um modelo consiste em dividir o conjunto total de dados geográficos (pontos de ocorrência conhecidos) em dois conjuntos um de teste e um de treino (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000). Uma validação cruzada de 50 vezes foi executada usando o conjunto de dados de ocorrência total de cada espécie dividido aleatoriamente em um teste de 25% e um treino de 75% (PHILLIPS *et al.*, 2006; PHILLIPS; DUDÍK, 2008), isso para os modelos de *Pleopeltis pleopeltidis* e *Pteris schwackeana*. O mesmo não foi possível de execução para o modelo de *Elaphoglossum herminieri* principalmente pelo fato da espécie apresentar apenas cinco pontos de ocorrência dentro da Floresta Atlântica Brasileira, e amostras de tamanhos tão pequenos não permitiriam tais análises (PETERSON; PAPES 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição geográfica e registros de ocorrência georreferenciados

A espécie *Elaphoglossum herminieri* apresenta distribuição geográfica do tipo neotropical, com ocorrência confirmada em cinco estados do Brasil, e dentro do domínio da Floresta Atlântica encontra-se georreferenciada no ponto de origem da coleta apenas em três estados, com uma única localidade de ocorrência na FAN (SILVA *et al.*, Cap. 2). A espécie *Pleopeltis pleopeltidis* apresenta distribuição restrita aos países da América Sul, e no Brasil tem ocorrência confirmada e georreferenciada em 12 estados: Bahia, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (SILVA *et al.*, Cap. 2). Dos 85 pontos de ocorrência utilizados para elaboração dos MDE's para espécie, apenas dois localizam-se em territórios da FAN. Já a espécie *Pteris schwackeana* possui distribuição restrita ao Brasil (endêmica), com ocorrência registrada e georreferenciada nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo (SILVA *et al.*, Cap. 2). Dos 17 pontos de

ocorrência utilizados para elaboração dos MDE's para espécie, apenas um encontram-se na FAN.

Modelos de distribuição ecológicos

O MDE final para a espécie *Elaphoglossum herminieri* foi estatisticamente significativo, com $p=0.004$, taxa de erro de omissão de 10%, $AUC= 0.877$, e desvio padrão= 0.107. Na Tabela 3 podemos ver a porcentagem da contribuição de cada variável ambiental e importância da permutação entre elas na elaboração do MDE final. A variável, Tipo de Solo (SOLO) com contribuição de 43.8% e importância de permutação de 63.7%, foi a que mais se destacou. A avaliação da importância de cada variável na construção do MDE através dos resultados do teste de Jackknife para a espécie pode ser observada no Gráfico 1 A. De acordo com esse teste a variável Variação diurna média de temperatura (BIO 2) foi a mais importante na elaboração do modelo.

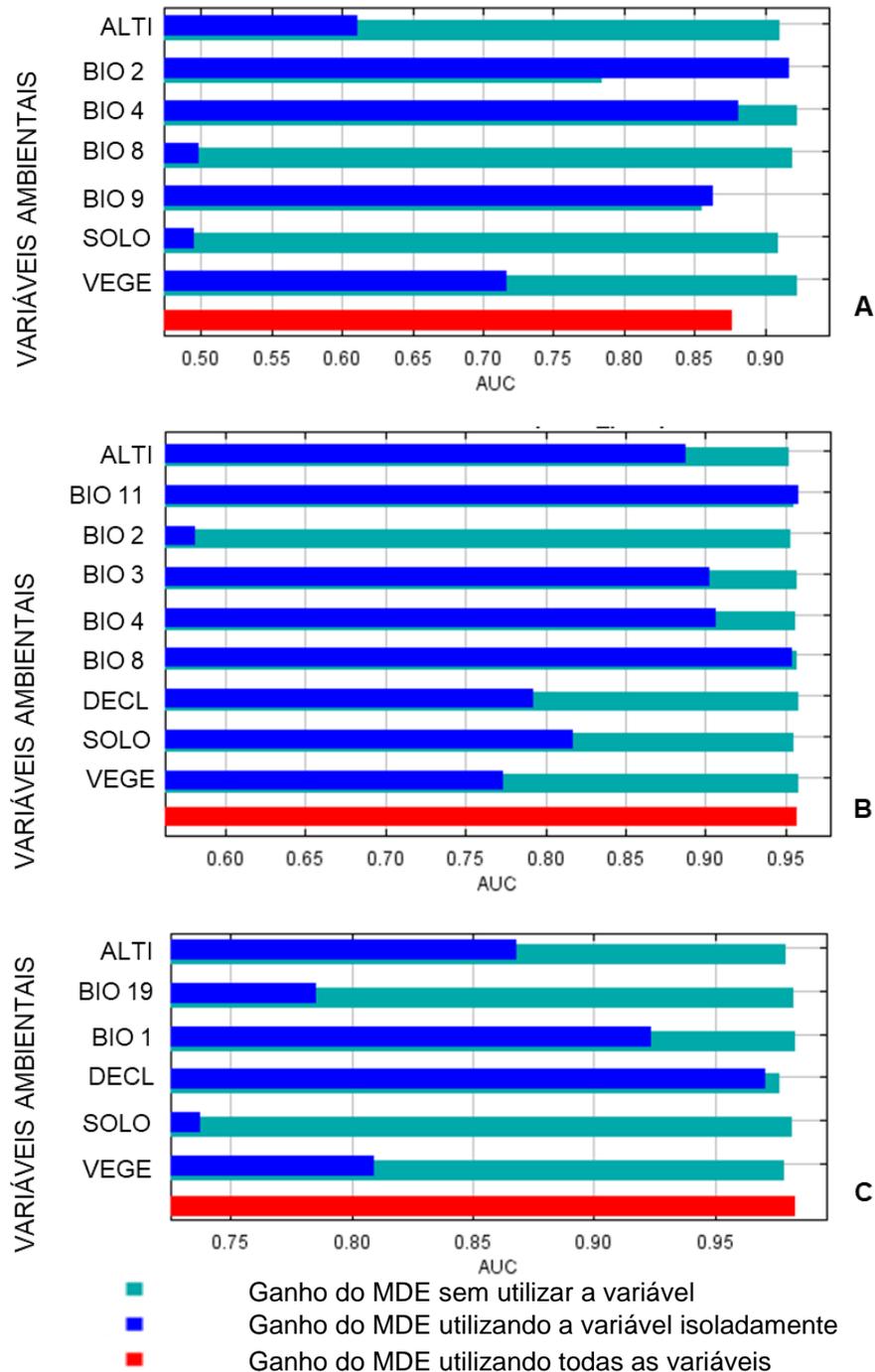
Tabela 3 – Valores da porcentagem da permutação de contribuição e importância relativa das variáveis ambientais para as estimativas dos modelos finais de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN

Espécie	Variável	Contribuição (%)	Importância (%)
<i>Elaphoglossum herminieri</i>	SOLO	43.8	63.7
	ALTI	23.6	9.2
	VEGE	12.2	5.8
	BIO 4	12.1	7.1
	BIO 2	4.9	13.9
	BIO 9	2.7	0.2
	BIO 8	0.7	0.2
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	BIO 11	63.6	77
	BIO 8	12.6	0
	SOLO	10.8	11.2
	DECL	7.5	0.8
	VEGE	1.9	2.1
	BIO 2	1.9	6.7
	ALTI	1.6	2.2
	BIO 4	0.1	0
	BIO 3	0	0

<i>Pteris schwackeana</i>	SOLO	37	27.1
	BIO 1	25.2	3.6
	DECL	17.6	3.4
	VEGE	13.4	0
	BIO 19	5.6	60.8
	ALTI	1.1	5.2

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Tabela desenvolvida pelo autor com dados do estudo. Legenda: Variáveis Ambientais: BIO 1 – Temperatura média anual; BIO 2 – Variação diurna média de temperatura; BIO 3 – Isotermalidade; BIO 4 – Sazonalidade da Temperatura (desvio padrão * 100); BIO 7 – Amplitude térmica anual; BIO 8 – Temperatura média do trimestre mais úmido; BIO 11 – Temperatura média do trimestre mais frio; BIO 15 – Sazonalidade da Precipitação (coeficiente de variação); BIO 19 – Precipitação do trimestre mais frio; ALTI – Altitude; DECL – Declividade; SOLO – Tipo de solo; e VEGE – Tipo de vegetação. AUC = Área sob a curva ROC.

Gráfico 1 – Valores relativos do teste Jackknife da AUC dos modelos finais de três espécies de samambaias pouco encontradas na FAN



Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Gráfico elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos na pesquisa. Legenda: Valores relativos do teste Jackknife da AUC dos modelos finais para as espécies: A – *Elaphoglossum herminieri*, B – *Pleopeltis pleopeltidis* e C – *Pteris schwackeana*. Variáveis Ambientais: BIO 1 – Temperatura média anual; BIO 2 – Variação diurna média de temperatura; BIO 3 – Isotermalidade; BIO 4 – Sazonalidade da Temperatura (desvio padrão * 100); BIO 7 – Amplitude térmica anual; BIO 8 – Temperatura média do trimestre mais úmido; BIO 11 – Temperatura média do trimestre mais frio; BIO 15 – Sazonalidade da Precipitação (coeficiente de variação); BIO 19 – Precipitação do trimestre mais frio; ALTI – Altitude; DECL – Declividade; SOLO – Tipo de solo; e VEGE – Tipo de vegetação. AUC = Área sob a curva ROC.

A espécie *Pleopeltis pleopeltidis* também apresentou MDE final estatisticamente significativo com o $p < 0.0001$, taxa de erro de omissão de 4%, desvio padrão = 0.027 e AUC = 0.957. A variável ambiental Temperatura média do trimestre mais frio (BIO 11) foi a que apresentou maiores porcentagens de contribuição e importância de permutação com 63.6 e 77% respectivamente (Tabela 3). Em relação ao teste de Jackknife, Temperatura média do trimestre mais úmido (BIO 8) e BIO 11 foram as variáveis mais importantes para modelar o nicho ecológico da espécie (Gráfico 1B).

O MDE final para a espécie *Pteris schwackeana* também se apresentou significativo estatisticamente, com o $p < 0.0001$, taxa de erro de omissão de 2,5%, desvio padrão = 0.060 e AUC = 0.984. A variável, Tipo de Solo (SOLO) apresentou maiores valores de contribuição (37%) e importância (27.1%) (Tabela 3). A variável Declividade (DECL) foi a mais importante para prever a distribuição potencial da espécie de acordo com o teste de Jackknife (Gráfico 1C).

Vale ressaltar que o tipo solo foi a variável que mais contribuiu na elaboração dos MDE's finais de duas das três espécies estudadas Tabela 3. Outras variáveis também selecionadas de acordo com a biologia das espécies também se destacaram como, declividade, tipo de vegetação e altitude. De fato, corroborando com a afirmação de KAMINO *et al.* (2011) para a escolha dos preditores que mais se adequam a situação, é de grande importância conhecer a ecologia e biologia da espécie, assim como a geografia e história da área de estudo. De acordo com Guisan e Zimmermann (2000) as espécies tendem a compensar as diferenças regionais no clima mudando suas posições topográficas e selecionando microambientes semelhantes.

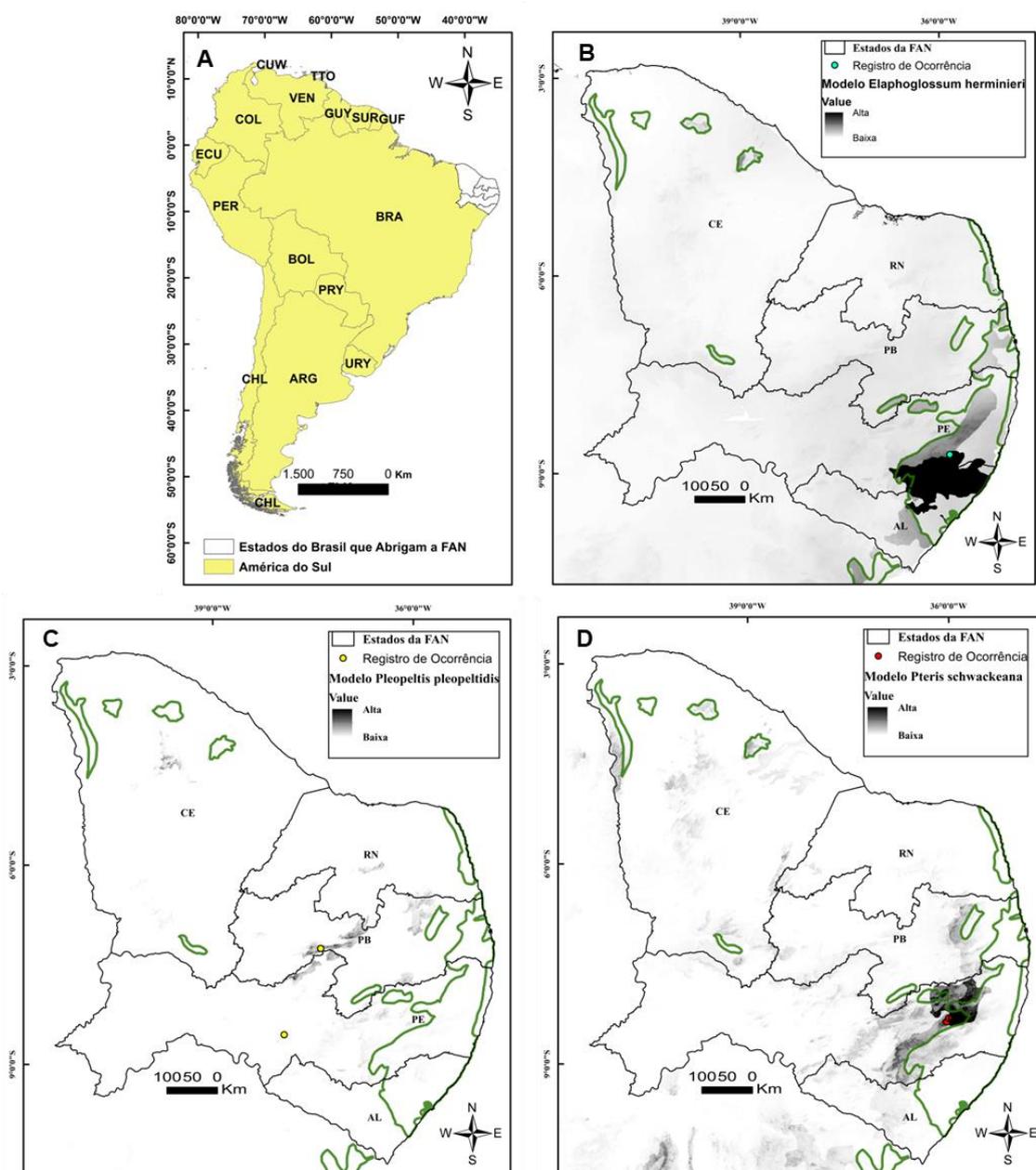
Considerando o método utilizado (algoritmo), os poucos pontos de ocorrência georreferenciada disponíveis e os valores da AUC apresentados pelo modelo final de cada uma das espécies, os modelos gerados neste estudo apresentaram rendimento e qualidade de previsão satisfatória. Neste aspecto avaliativo o método Maxent foi também utilizado no trabalho de Marco Jr., e Siqueira (2009) e se destacou em comparação com outras técnicas de MDE's. O Maxent é um algoritmo amplamente usado em estudos que modelam a distribuição de espécies ameaçadas, pouco encontradas e raras, onde quase sempre há apenas dados de presença e poucos registros de ocorrência (MARCO Jr.; SIQUEIRA, 2009; MAGALHÃES Jr., *et al.*, 2017). Em seu estudo Guisan; Zimmermann (2000) descrevem as principais formas para avaliar o poder preditivo de um modelo. Dentre elas, a abordagem que utiliza dois conjuntos de dados, um para calibrar e outro para avaliar (validar) o modelo, esses

conjuntos também são chamados de treinamento e de teste. Neste estudo essa abordagem foi possível apenas para as espécies *Pleopeltis pleopeltidis* e *Pteris schwackeana*. Neste sentido o p-valor, a taxa de erro de omissão, o desvio padrão e valores obtidos AUC também foram utilizados com esse propósito.

No entanto, no caso de *Elaphoglossum herminieri*, devido à disponibilidade de somente cinco pontos de ocorrência conhecida na Floresta Atlântica Brasileira, não foi possível validar o modelo usando essa técnica de partição dos dados para criação de subconjuntos de teste e de treino. Situação semelhante ocorreu no estudo de Giovanelli *et al.*, (2008), para uma perereca rara na região Sudeste do Brasil, a *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae) com apenas três pontos de ocorrência, também não foi possível validar o modelo por meio dessas abordagens. Dessa forma sugerimos que o MDE de *Elaphoglossum herminieri* não deve ser interpretado como um mapa probabilístico de ocorrência da espécie na FAN e sim como uma análise preliminar da distribuição potencial da mesma.

A Figura 1 mostra a distribuição potencial de *Elaphoglossum herminieri* (B), *Pleopeltis pleopeltidis* (C) e *Pteris schwackeana* (D) na FAN.

Figura 1 – Distribuição Potencial das espécies, *Elaphoglossum herminieri* (Bory & Fée) T. Moore, *Pleopeltis pleopeltidis* (Fée) de la Sota, e *Pteris schwackeana* Christ, na FAN



Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Mapas elaborados pelo autor com base nos resultados obtidos na pesquisa. Legenda: A – Figura cartográfica dos países da América do Sul com destaque aos estados do Brasil que abrigam a região da FAN; B – Modelo final da espécie *E. herminieri*; C – Modelo final da espécie *P. pleopeltidis*; e D Modelo final da espécie *P. schwackeana*. Estados: Alagoas – AL; Ceará – CE; Paraíba – PB; Pernambuco – PE e Rio Grande do Norte – RN.

Em relação aos modelos das três espécies, o de *Elaphoglossum herminieri* previu uma distribuição potencial bem mais ampla, enquanto que o de *Pleopeltis pleopeltidis* foi de distribuição mais restrita. Podemos notar que houve aqui uma relação inversamente proporcional entre a quantidade de pontos utilizados na elaboração do MDE e o tamanho da área prevista como potencial.

A Tabela 4 cita os municípios da FAN com áreas de alta adequação para cada uma das espécies. Mesmo assim, é preciso ficar atento ao contexto histórico da paisagem, principalmente porque a área potencialmente adequada pode se encontrar numa região metropolitana, ou seja, uma área sobre intenso impacto antrópico, como ocorreu no estudo de Maciel; Oliveira e Alves (2010) na modelagem do nicho ecológico das espécies raras de *Paspalum L.* (Poaceae) em Pernambuco.

Tabela 4 – Municípios localizados nos estados que abrigam a FAN com áreas de alta adequação para ocorrência potencial de três espécies de samambaias pouco encontradas

Espécie	Estado	Municípios com áreas de alta adequação para ocorrência Potencial
<i>Elaphoglossum herminieri</i>	AL	Viçosa, Cajueiro, Capela, Atalaia, Mar Vermelho, Pindoba, Maribondo, Branquinha, Murici , Flexeiras, São Luís do Quitunde, Passo de Camaragibe, São Miguel dos Milagres, São José da Laje , Ibateguara , Colônia Leopoldina, Novo Lino, Jundiá, Campestre, Jacuípe, Japaratinga, Porto Calvo, Porto de Pedras, Matriz de Camaragibe, Joaquim Gomes, União dos Palmares, Santana do Mundaú, Chã Preta, Quebrangulo.
	PE	Barreiros, Água Preta, Xexéu, Palmares, Catende, Maraial , Jaqueira* , São Benedito do Sul , Quipapá , Canhotinho, Angelim, São João, Palmeirina, Garanhuns, Brejão, Terezinha, Correntes e Lagoa do Ouro.
<i>Pleopeltis pleopeltidis</i>	CE	Canindé .
	PB	Junco do Seridó, Areia de Baraúnas, Cacimbas, Maturéia* e Mãe d'Água, Imaculada.
	PE	Quixaba e Carnaíba.
<i>Pteris schwackeana</i>	RN	Bodó.
	CE	Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croatá, Ipueiras, Poranga, Guaramiranga e Pacoti .
	PE	Taquaritinga do Norte , Toritama, Brejo da Madre de Deus , Caruaru* , São Caetano, Altinho* , Camocim de São Félix, Sairé, Bezerros , Gravatá , Riacho das Almas, Cumaru, Frei Miguelinho, Vertentes, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Casinhas, Orobó, Bom Jardim, João Alfredo, Salgadinho e Passira.

Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Tabela elaborada pelo autor com base nos resultados obtidos na pesquisa. Legenda: Estados: Alagoas – AL; Ceará – CE; Paraíba – PB; Pernambuco – PE e Rio Grande do Norte – RN. Destaque na cor amarela sobre os nomes dos municípios com estudos desenvolvidos com o grupo das samambaias. * Município com localidade de ocorrência da espécie.

Após uma análise mais apurada dos modelos e com base na literatura é possível indicar áreas potenciais para futuros esforços de coleta para cada uma das espécies modeladas: como exemplo a Reserva Biológica Pedra Talhada para a espécie *Elaphoglossum herminieri* (Apêndice A). Assim como também podemos indicar áreas potencialmente inadequadas para coleta (Apêndice B).

Em relação à conservação, as três espécies de samambaias estudadas ocorrem pelo menos em uma área protegida. Há pouco mais de uma década o MMA, (2000) elegeu várias áreas prioritárias para conservação das formações vegetais da Floresta Atlântica do Brasil. Os autores verificaram que 48% das áreas propostas localizavam-se na região Nordeste, com destaque para alguns dos estados constituintes da FAN, Ceará, Alagoas e Pernambuco. Essas áreas em sua maioria apresentam pequena extensão, reflexo do processo de fragmentação existente na região, tanto de forma natural, os enclaves de mata atlântica em meio a Caatinga (brejos nordestinos) quanto de forma antrópica, decorrente da ocupação humana desenfreada (MMA, 2000). Neste sentido, alguns dos municípios considerados adequados para ocorrência potencial das espécies de samambaias analisadas neste estudo, já abrangem parcial ou totalmente algumas das áreas prioritárias para conservação da FAN (MMA, 2000). Sendo assim, os resultados do presente estudo reafirmam a importância da conservação das áreas prioritárias, tanto para FAN quanto para as espécies de samambaias estudadas.

Vale ressaltar que na última década diversos trabalhos com o grupo das samambaias foram realizados na FAN (SANTIAGO; BARROS 2002; LOPES, 2003; SANTIAGO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2007; PEREIRA, 2007; SILVA; PEREIRA; BARROS, 2011; PEREIRA *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2013; SILVESTRE; XAVIER, 2013; BARROS *et al.*, 2014; MENDONÇA, 2015), englobando dessa forma vários dos municípios que possuem áreas adequadas para ocorrência potencial de *E. herminieri*, *P. pleopeltidis*, e *P. schwackeana*, porém as mesmas não foram comumente encontradas. Isto pode indicar duas situações: a primeira que provavelmente há outros fatores envolvidos nessa distribuição tão restrita como alterações ambientais ou/e antrópicas, características intrínsecas às espécies e às interações interespecíficas, por exemplo, a competição. A segunda é que talvez os esforços de coleta ainda não sejam suficientes para encontrar novas populações dessas espécies, principalmente naqueles estados da FAN com menos trabalhos de campo desenvolvidos com o grupo.

Finalmente a revelação de áreas com alta adequação para ocorrência potencial dessas espécies na FAN permitirá o direcionamento de novas coletas para locais pouco explorados. Portanto os resultados deste estudo poderão contribuir também no processo de seleção de áreas prioritárias para conservação das mesmas.

CONCLUSÕES

Após a análise dos modelos foi possível apontar aqueles municípios que possuem áreas com condições climáticas favoráveis à ocorrência potencial das espécies. E o mais importante, evidenciou-se que provavelmente a distribuição restrita dessas espécies na FAN não está somente ligada a fatores climáticos e sim a diversos outros como alterações ambientais, antrópicas e interação com outros organismos, fatores esses que não podem ser aferidos pelos MDE's. Diante dos resultados, verificou-se que mesmo com a realização de vários estudos com o grupo das samambaias na FAN as espécies estudadas não foram amplamente encontradas, limitando-se sua distribuição conhecida a uma ou duas localidades de ocorrência. Diante disto sugerimos que sejam necessários mais estudos de cunho florístico com o grupo das samambaias, especialmente com essas espécies pouco encontradas, sobretudo nos estados da FAN menos estudados. E finalmente, sugerimos que os trabalhos futuros que visem o encontro dessas espécies na FAN utilizem os modelos aqui gerados como ponto de partida, ou seja, para realizarem coletas mais direcionadas. Os modelos também poderão servir como subsídio no processo de seleção de áreas prioritárias para conservação dessas espécies na FAN.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA Jr., E. B. **Diversidade de *Manilkara Adans.* (Sapotaceae) para o Nordeste do Brasil.** Thesis, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 157 pp. 2010.
- ANDERSON, R. P. *et al.* Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. New York: **Ecological modelling**, v. 162, n. 3, p. 211-232, 2003.
- BARROS I. C. L. *et al.* Distribuição vertical de samambaias epífitas em um fragmento de floresta atlântica no nordeste do Brasil. **Iheringia**, Série Botânica 69: 143-153. 2014.
- BARROS, I. C. L. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas do Engenho Animoso (Amaraji, Pernambuco, Brasil). **Revista de Geografia** (UFPE) V.30, N.2, p.241-253. 2013.
- BARROS, I. C. L. *et al.* **Pteridófitas.** In PÔRTO, K. C; ALMEIDA-CORTEZ, J. S; TABARELLI, M. (Orgs.). **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco.** Brasil, Ministério do Meio Ambiente: Brasília cap. 7, p. 147-171. 2005.

BARROS, I. C. L.; WINDISCH, P. G. Pteridophytes of the state of Pernambuco, Brazil: rare and endangered species. Abstract of the International Symposium: Fern Flora Worldwide threats and Responses. University of Surrey, Guildford. **Fern Gazette**, v. 16, n. 6/8, p. 430-430, 2002.

EMBRAPA, Sistema de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 412 p. 1999.

ELMORE, A. J. *et al.* Characterizing tenant behavior for placement and crisis mitigation in multitenant DBMS. **In Proceedings of the 2013 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data**. ACM. p. 517–528. 2013.

ELITH, J.; KEARNEY, M.; PHILLIPS, S. J. The art of modeling ranges shifting species. **Methods in Ecology and Evolution**, 1: p. 330-342. 2010.

FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental conservation**, 24: p. 38-49. 1997.

FORZZA, R. C. *et al.* **Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 de Janeiro, 2018.

FORZZA, R. C. *et al.* Herbário Virtual Re flora. **Unisanta BioScience**, 4(7), p. 88-94. 2016.

GIANNINI, T. C. *et al.* Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

GIOVANELLI, J. G. R. *et al.* Modelagem do nicho ecológico de *Phyllomedusa ayeaye* (Anura: Hylidae): previsão de novas áreas de ocorrência para uma espécie rara. **Neotropical Biology and Conservation**. 3, p. 59-65. 2008.

GOGOL-PROKURAT, M. Predicting habitat suitability for rare plants at local spatial scales using a species distribution model. **Ecological Applications**, [s.l.], v. 21, n. 1, p.33-47, jan. 2011.

GRAHAM, C. H. *et al.* New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology and Evolution** 19, p. 497-503. (2004).

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological modelling**, v. 135, n. 2, p. 147-186, 2000.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9 p. 2001.

HERNANDEZ, P. A. *et al.* The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Ecography**, vol. 29, p. 773-785. 2006.

HIJMANS, R. J. *et al.* Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, vol. 25, p. 1965-1978. 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro: 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 18/01/2018. 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.; EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de solos do Brasil**. Rio de Janeiro: 1 mapa. Escala 1:5 000 000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html>>. Acesso em: 10/01/2018. 2001.

JARVIS, A. *et al.* **Hole-filled SRTM for the globe**. Version 4, Available from the CGIAR-CSI SRTM 90m. 2008.

KAMINO, L. H. Y. *et al.* Challenges and perspectives for species distribution modelling in the neotropics. **Biology Letters** doi:10.1098/rsbl.2011.0942. 2011.

KAMINO, L. H. Y. **Modelos de Distribuição Geográfica Potencial: Aplicação com Plantas Ameaçadas de Extinção da Floresta Atlântica**. 133 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2009.

LEHNER, B; VERDINI, K; JARVIS, A. **HydroSheds – Technical Documentation**. Versão 1. P. 27. doi. http://gisdata.usgs.net/HydroSHEDS/downloads/HydroSHEDS_TechDoc_v10.pdf. Acessado em 15 de Maio de 2016. 2006.

LOPES, M. S. **Florística, aspectos ecológicos e distribuição altitudinal das pteridófitas em remanescentes de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 77p. 2003.

LORENA, A. C. *et al.* Potential distribution modelling using machine learning. In: **International Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems**. Springer Berlin Heidelberg, p. 255-264. 2008.

MACIEL, J. R; OLIVEIRA, R. C; ALVES, M. Aspectos da distribuição e conservação de *Paspalum L.* (Poaceae) em Pernambuco. **Hoehnea** 37 (4): p. 801-812. 2010.

MARCO Jr., P; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade** 5: p. 65-76. 2009.

MAGALHÃES Jr., A. J. C. *et al.* Potential distribution and conservation of the *Colobosauroides carvalhoi* Soares and Caramaschi, 1998: a rare and endemic lizard of Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. V 1. 2017.

- MENDONÇA, J. D. L. **Samambaias e licófitas da Floresta Atlântica Nordestina: Gradiente latitudinal, aspectos ambientais e distância geográfica.** Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação - PPGEC) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 75 p. 2015.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 40p. 2000.
- MORTON, C. V. Notes on Elaphoglossum: II. The Species of the French West Indies. **American Fern Journal**, v. 38, n. 4, p. 202-214, 1948.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. Oxford: **Nature**, v. 403, 2000.
- PAPES, M; GAUBERT, P. Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. **Diversity and distributions**, v. 13, n. 6, p. 890-902, 2007.
- PEARCE, J; FERRIER, S. An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. **Ecological modelling**, v. 128, n. 2-3, p. 127-147, 2000.
- PEARSON, K. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 2, n. 11, p. 559-572, 1901.
- PEREIRA, A. F. N. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia** 62 (1): p. 1-10. 2011.
- PEREIRA, A. F. N. *et al.* Composição florística e ecologia Pteridoflora de fragmentos de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica de Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, Potro Alegre, v.5, supl. 2, p. 489-491, julho. 2007.
- PEREIRA, A. F. N. **Riqueza, abundancia e ecologia de pteridófitas (Lycophyta e Monilophyta) em dois ambientes de um fragmento de floresta serrana (Mata da Reserva, Bonito, Pernambuco, Brasil).** Recife: Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado. 67 p. 2007.
- PETERSON, A.T; PAPES, M. Potential geographic distribution of the Bugun *Liocichla* *Liocichla bugunorum*, a poorly-known species from north-eastern India. **Indian Birds** Vol. 2 No. 6. 2006.
- PHILLIPS, S. J; ANDERSON, R. P; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3, p. 231-259. 2006.

- PHILLIPS, S. J; DUDIK, M. Modelling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, vol. 31, p. 161-175. 2008.
- PRADO, J; HIRAI, R. Y. **Pteris in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB92003>>. Acesso em: 23 Jul. 2018.
- RANTA, P. *et al.* The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. **Biodiversity and Conservation** v.7, p.385-403, 1998.
- RAXWORTHY C. J. *et al.* Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Nature** 426: p. 837-841, 2003.
- RÊGO, G. M; HOEFLICH, V. A. **Contribuição da Pesquisa Florestal para um Ecossistema em Extinção: Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 80. 2001.
- SAGA DEVELOPMENT TEAM. **System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) (version 2.1.0)**. Institute of Geography at the University of Hamburg, Germany. 2013.
- SANTIAGO, A. C. P. **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco: Florística, Biogeografia e Conservação**. 2006. 128 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia Vegetal. Recife, 2006.
- SANTIAGO, A. C. P; BARROS, I. C. L. Florestas Serranas de Pernambuco e sua Pteridoflora: Necessidade de Conservação. In **Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, Fortaleza: Rede PROUC e Fundação O Boticário**. p. 563-573. 2002.
- SANTOS, A. M. M; TABARELLI, M. **Integridade, Esforço e Diretrizes para Conservação dos Brejos de Altitude da Paraíba e Pernambuco**. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (Coord.). Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Brasília, DF : MMA; Universidade Federal de Pernambuco, cap. 22, p. 309-318. 2004.
- 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. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842011000300011>>. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 421-430, 2011.
- SILVA, J. M. C; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature** 404: 72-74. 2000.
- SILVESTRE, L; XAVIER, S. Samambaias em fragmento de Mata Atlântica, Sapé, Paraíba, Brasil Ferns in fragment of Atlantic forest, Sapé, Paraíba, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. 8. p. 431-447. 2013.
- SOLHJOUY-FARD, S. *et al.* Predicting habitat distribution of five heteropteran pest species in Iran. **Journal of Insect Science** 13, 116 p. 2013.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período (2005–2008) Relatório Parcial**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 156 p. 2009.

SPECIESLINK. **Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas**. Disponível em <<http://www.splink.org.br>>. Acesso em 18 Julho de 2018. 2018.

STOHLGREN, T. J; JARNEVICH, C. S; ESAIAS, W. E; MORISETTE, J. T. Bounding species distribution models. **Current Zoology**, 57, p. 642–647. 2011.

SOUZA, F. S; SALINO, A. **Pleopeltis in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB111502>>. Acesso em: 18 de Julho de 2018.

TABARELLI, M; SIQUEIRA-FILHO, J. A; SANTOS, A. M. M. **A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco**. In: PORTO, K; ALMEIDA-CORTEZ, J; TABARELLI, M (Orgs) Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco, MMA, Brasília, Brasil, p. 25-40. 2005.

VELOSO, H. P; RANGEL-FILHO, A. L. R; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema Universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 123 p. 1991.

WINDISCH, P. G; KIELING-RUBIO, M. A. *Elaphoglossum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB91033>>. Acesso em 18 de julho de 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo utilizou duas ferramentas importantíssimas no processo de tomada de decisões que visam à conservação: A lista de espécies e os Modelos de distribuição de espécies. No Capítulo 2 foi elaborada uma lista com as espécies pertencentes ao grupo das samambaias que estão mais vulneráveis as ameaças existentes por conta de sua distribuição restrita na FAN até então. No Capítulo 3 foram apresentados modelos de distribuição de espécies para três dessas espécies consideradas pouco encontradas na FAN. É provável que essa seja a primeira abordagem a utilizar essas duas técnicas juntas com o grupo das samambaias na FAN. Esperamos que esses resultados possam ser utilizados, na busca e no encontro de novas populações dessas espécies, nos processos de seleção de novas áreas prioritárias para conservação tanto das espécies de samambaias pouco encontradas como dos ecossistemas na FAN.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, S. T; BARROS, I. C. L. Pteridófitas de uma área remanescente de Floresta Atlântica do Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 105-113. 1997.
- ANDERSON, R. P; LEW, D; PETERSON, A. Townsend. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological modelling**, New York, v. 162, n. 3, p. 211-232, 2003.
- BARROS, S. C. A; XAVIER, S. R. S. Samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordestina (Parque Estadual Mata do XémXém, Bayeux, Paraíba). **Pesquisas: Botânica**, Porto Alegre, v. 64, p. 207-224, 2013.
- BARROS, I. C. L. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas do Engenho Animoso (Amaraji, Pernambuco, Brasil). **Revista de Geografia (UFPE)**, Recife, v. 30, n. 2, p. 241-253, 2013.
- BARROS, I. C. L; SANTIAGO, A. C. P. Samambaias e licófitas do Estado de Pernambuco, Brasil: Metaxyaceae. **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 215-218, 2010.
- BARROS, I. C. L; XAVIER, S. R. S. Salviniaceae do Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 246-248, 2007.
- BARROS, I. C. L. *et al.* Pteridófitas. In: PÔRTO, K. C; ALMEIDA-CORTEZ, J. S; TABARELLI, M. (Orgs.). **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. cap. 7, p. 147-171.
- BARROS, I. C. L. *et al.* Contribution to the study of pteridophytes of the Serra do Urubú, Maraial municipality Pernambuco state, Northeastern Brazil (Marattiaceae - Vittariaceae). **Anales del Jardín Botánico Madrid**, Madrid, v. 58, n. 2, p. 303-310, 2001.
- BARROS, I. C. L; WINDISCH, P. G. Pteridophytes of the state of Pernambuco, Brazil: rare and endangered species. **Fern Gazette**, London, v. 16, n. 6/8, p. 430-430, 2002.
- BARROS, I. C. L; LIRA, O. C; SILVA, A. J. R. Distribuição geográfica das Peteridófitas ocorrentes no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1-2, p. 47-84. 1988.
- BARREIRO, I. M. J. **Uso de modelagem de distribuição potencial como ferramenta para encontrar espécies pouco amostradas**. 2014. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Ilhéus, BA, 2014.
- BERRY, P. M. *et al.* Modelling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland. **Global Ecology and Biogeography**, Oxfordshire, v. 11, p. 453-462, 2002.

BEVILL, R. L; LOUDA, S. M. Comparisons of related rare and common species in the study of plant rarity. **Conservation Biology**, Lincoln, v. 13, p. 493-498, 1999.

BRAGA, E. C. B; GOMES, M. A. Educação Ambiental como Estratégia de Recuperação e Manejo dos Brejos de Altitude de Pernambuco e Paraíba. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (Coord.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília, DF: MMA; Universidade Federal de Pernambuco, 2004. cap. 21, p. 303-308.

COSTA, L. E. N. *et al.* Florística e aspectos ecológicos de samambaias em um remanescente de floresta atlântica de terras baixas (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Pesquisas, Botânica**, São Leopoldo, n. 64, p. 259-27, 2013.

FARIAS, R. P. *et al.* Inventory of Ferns and Lycophytes of the RPPN Pedra D'Antas, Pernambuco state, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 17, n. 4, e20170364, 2017.

FARIAS, R. P. *et al.* New records of Megalastrum in the northeastern Atlantic Forest. **Check List**, Recife, v. 11, n. 2, p. 1-3. 2015.

FARIAS, R. P; XAVIER, S. R. S; BARROS, S. C. A. Samambaias e licófitas da cachoeira do Roncador, Paraíba, Brasil. **Revista de biologia e farmácia**, Campina Grande, v. 08, n. 02, p. 165–175, 2012.

FORZZA, R. C. *et al.* **Lista de espécies da flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

GIANNINI, T. C. *et al.* Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 3, p. 733-749, 2012.

GOGOL-PROKURAT, M. Predicting habitat suitability for rare plants at local spatial scales using a species distribution model. **Ecological Applications**, [s.l.], v. 21, n. 1, p.33-47, jan. 2011.

GRAHAM, C. H. *et al.* New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. **Trends in Ecology and Evolution**, Munique, v. 19, p. 497-503, 2004.

GRINNELL, J. Field tests of theories concerning distributional control. **American Naturalist**, Chicago, p. 115-128, 1917.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological modelling**, Neuchâtel, v. 135, n. 2, p. 147-186, 2000.

IZCO, J. Types of rarity of plant communities. **Journal of Vegetation Science**, Rockville, v. 9, p. 641–646, 1998.

- KAMINO, L. H. Y. *et al.* Challenges and perspectives for species distribution modelling in the neotropics. **Biology Letters**, London, v. 8, p. 324-326, 2011.
- KAMINO, L. H. Y. **Modelos de Distribuição Geográfica Potencial: Aplicação com Plantas Ameaçadas de Extinção da Floresta Atlântica.** 2009. 133 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Belo Horizonte, 2009.
- LORENA, A. C. *et al.* Potential distribution modelling using machine learning. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL, ENGINEERING AND OTHER APPLICATIONS OF APPLIED INTELLIGENT SYSTEMS, 21., 2008, Wrocław, Poland. **Anais [...]** London, UK: Springer, 2008. p. 255-264.
- LOURENÇO, J. D. S; XAVIER, S. R. S. Samambaias da Estação Ecológica do Pau-Brasil, Paraíba, Brasil. **Pesquisas: Botânica**, Porto Alegre, v. 64, p. 225-242, 2013.
- MCINTYRE, S. Risks associated with the setting of conservation priorities from rare plant species lists. **Biological Conservation**, Munique, v. 60, p. 31–37, 1992.
- MENDONÇA, M. P; LINS, L.V. **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 40 p.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Oxford, v. 403, p. 853-858, 2000.
- PÄRTEL, M. *et al.* Grouping and prioritization of vascular plant species for conservation: combining natural rarity and management need. **Biological Conservation**, Munique, v. 123, p. 271-278, 2005.
- PAULA-ZÁRATE, E. L. **Florística e fitogeografia das Pteridófitas do Estado do Ceará, Brasil.** 2004. 269 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.
- PEREIRA, A. F. N. *et al.* Richness, geographic distribution and ecological aspects of the fern community within the Murici Ecological Station in the state of Alagoas, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 27, n. 4, p. 788-800. 2013.
- PEREIRA, A. F. N. **Florística, distribuição geográfica e efeito da fragmentação e perda de habitats das samambaias ocorrentes em Floresta Atlântica (Alagoas, Brasil).** 2012. 140 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Biologia Vegetal, Recife. 2012.
- PEREIRA, A. F. N. *et al.* Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 62, n. 1, p. 1-10, 2011.

PEREIRA, A. F. N. *et al.* Composição florística e ecologia Pteridoflora de fragmentos de Floresta Atlântica (Reserva Ecológica de Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil). **Revista Brasileira de Biociências**, Potro Alegre, v.5, supl. 2, p. 489-491, 2007.

PETERSON, A.T; PAPES, M. Potential geographic distribution of the Bugun *Liocichla Liocichla bugunorum*, a poorly-known species from north-eastern India. **Indian Birds**, Hyderabad, v. 2, n. 6, p. 146-149, 2006.

PIETROBOM, M. R; BARROS, I. C. L. Pteridoflora do Engenho Água Azul, município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 58, p. 085-094, 2007.

PIETROBOM, M. R; BARROS, I. C. L. Pteridófitas da mata do estado, município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: chave para as famílias Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae e Vittariaceae. **Rev. Biol. Neotrop.**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 125 -138, 2006.

PIETROBOM, M. R. **Florística e associações de espécies de pteridófitas ocorrentes em remanescentes da Floresta Atlântica Nordestina, Brasil**. 2004. 192 p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

PRADO, J. *et al.* Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1073-1083, 2015.

RABINOWITZ, D. Seven forms of rarity. In: Synge, H (ed.) **The biological aspects of rare plant conservation**. Chichester: John Wiley & Sons, 1981. p. 205-217.

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

RAXWORTHY C. J. *et al.* Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Nature**, Cambridge, v. 426, p. 837-841, 2003.

RÊGO, G. M; HOEFLICH, V. A. **Contribuição da Pesquisa Florestal para um Ecossistema em Extinção: Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001.

RODRÍGUEZ, J. P. *et al.* The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. **Diversity and Distributions**, Medford, v. 13, n. 3, p. 243-251, 2007.

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

SANTIAGO, A. C. P; BARROS, I. C. L; DITTRICH, V. A. O. Samambaias e licófitas do estado de Pernambuco, Brasil: Blechnaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 861-869, 2014.

SANTIAGO, A. C. P; BARROS, I. C. L. Nota sobre a ocorrência de *Metaxya Rostrata* (KUNTH) C. PRESL (Metaxyaceae – Pteridophyta), na Mata Atlântica do Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 21, n. 2, p. 53-58, 2013.

SANTIAGO, A. C. P. **Pteridófitas da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**: Florística, Biogeografia e Conservação. 2006. 128 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Biologia Vegetal. Recife, 2006.

SANTIAGO, A. C. P; BARROS, I. C. L. Pteridoflora do Refúgio Ecológico Charles Darwin (Igarassu, Pernambuco, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 597-604, 2003.

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., 2002, Fortaleza . **Anais [...]** Fortaleza: Rede PROUC; Fundação O Boticário, 2002. p. 563-573.

SANTOS, A. M. M; TABARELLI, M. Integridade, Esforço e Diretrizes para Conservação dos Brejos de Altitude da Paraíba e Pernambuco. In: PÓRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (Coord.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília, DF MMA; Universidade Federal de Pernambuco,. cap. 22, p. 309-318, 2004.

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

SILVESTRE, L. C. *et al.* Novos registros de samambaias e licófitas para o estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 26, n. 4, p. 267-269, 2013.

SILVESTRE, L. C. **Samambaias da RPPN Pacatuba, Sapé, Paraíba, Brasil**. 2011. 100 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa – PB, 2011.

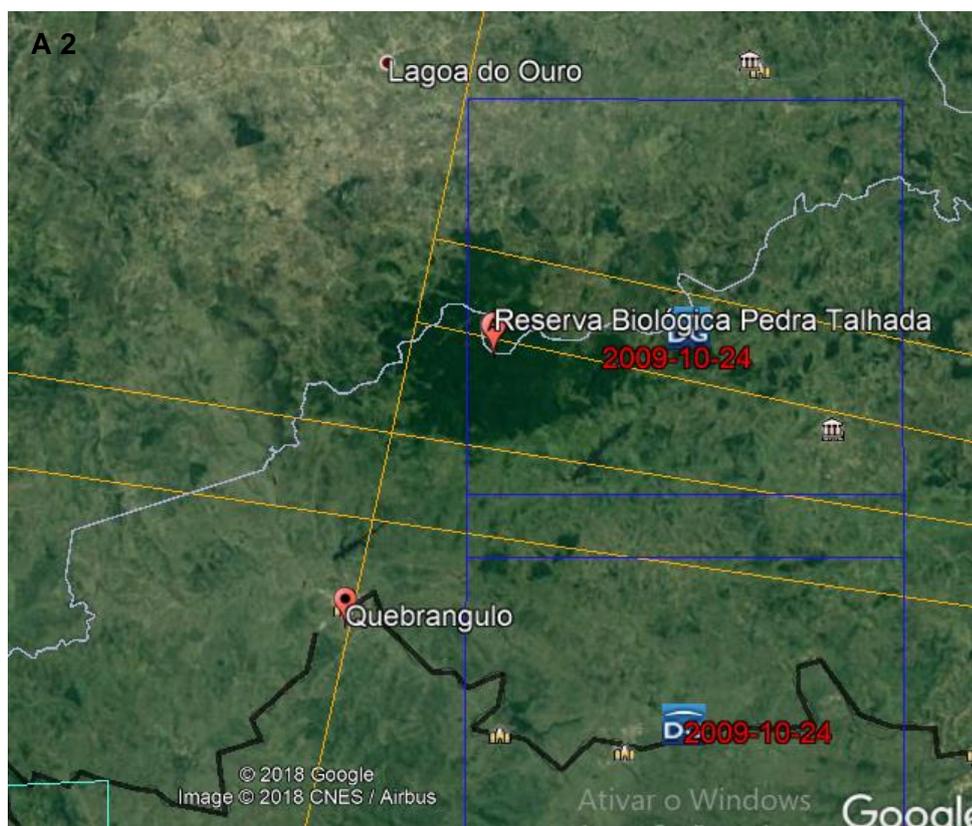
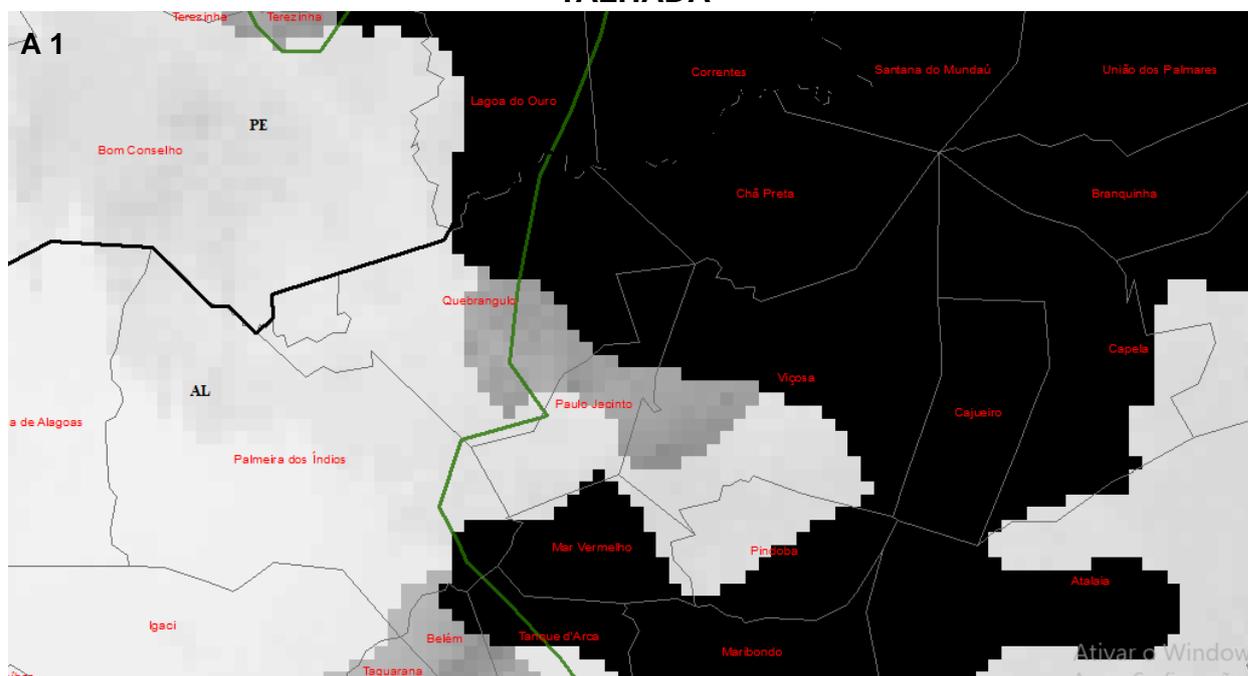
SIQUEIRA, M. F. *et al.* Something from nothing: using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, Munique, v. 17, p. 25-32, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período (2005–2008) Relatório Parcial**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. 156 p.

TABARELLI, M; SIQUEIRA-FILHO, J. A; SANTOS, A. M. M. A Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco. In: PORTO, K; ALMEIDA-CORTEZ, J; TABARELLI, M. (Orgs). **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**. Brasília, MMA, 2005. p. 25-40.

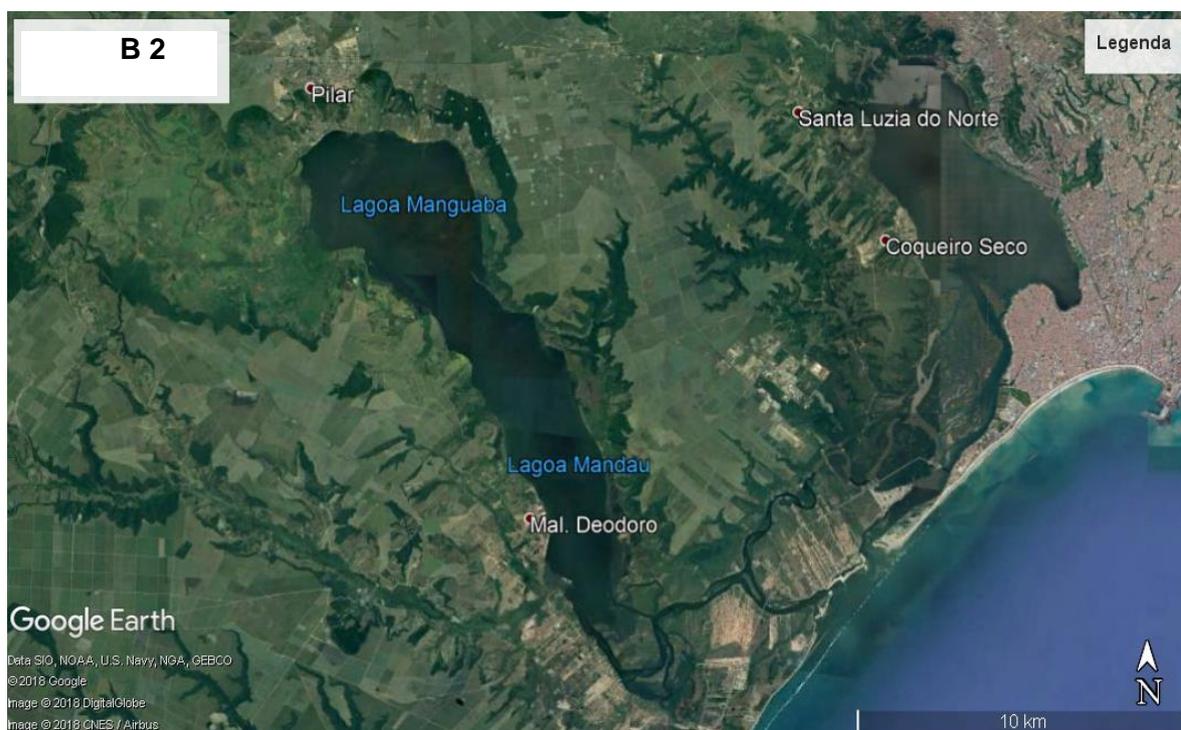
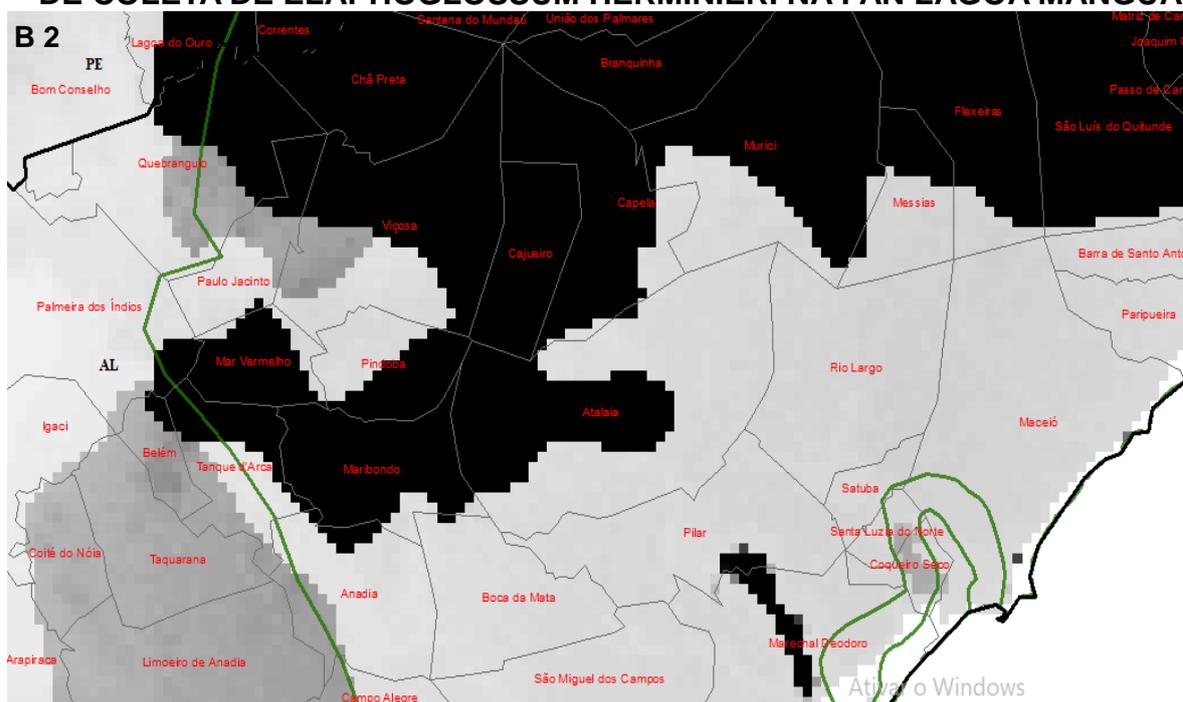
- TABARELLI, M; SANTOS, A. M. M. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (Coord.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília, DF : MMA; Universidade Federal de Pernambuco, cap. 2, p. 17-24, 2004.
- THEULEN, V. Conservação e manejo dos brejos de altitude no Estado de Pernambuco. In: PÔRTO, K. C; CABRAL, J. J. P; TABARELLI, M. (Coord.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília, DF: MMA; Universidade Federal de Pernambuco, cap. 20, p. 299-302. 2004.
- THUILLER, W. *et al.* Niche-based modeling as a tool for predicting the global risk of alien plant invasions. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 11, p. 2234-2250, 2005.
- WINDISCH, P. G. Towards assying biodiversity in Brazilian pteridophytes. In: BICUDO, C. E; MENEZES. N. A. **Biodiversity in Brazil: a first approach**. São Paulo: CNPq, , 1996. p. 109-117.
- XAVIER, S. R. S; BARROS, I. C. L. Pteridófitas Ocorrentes em Fragmentos de Floresta Serrana no Estado de Pernambuco, Brasil. Pernambuco: **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 83, p.13-21, 2003.
- XAVIER, S. R. S; BARROS, I. C. L. Pteridoflora e seus aspectos ecológicos ocorrentes no Parque Ecológico João Vasconcelos Sobrinho, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 19, n. 4, p. 775-781, 2005.
- ZANIEWSKI, A. E; LEHMANN, A; OVERTON, J. M. Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. **Ecological modelling**, Munique, v. 157, n. 2, p. 261-280, 2002.
- ZUQUIM, G. *et al.* **Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central**. Manaus: Attema, 2008. 316 p.

APÊNDICE A – LOCALIDADE POTENCIAL PARA ESFORÇO DE COLETA DE *ELAPHOGLOSSUM HERMINIERI* NA FAN RESERVA BIOLÓGICA PEDRA TALHADA



A 1 – Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Mapa elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos na pesquisa. Fonte: Elaboração própria. A 2– Fonte: Google Earth.

APÊNDICE B – LOCALIDADE POTENCIALMENTE INADEQUADA PARA ESFORÇO DE COLETA DE *ELAPHOGLOSSUM HERMINIERI* NA FAN LAGOA MANGUABA



B 1 – Fonte: SILVA, L. N. *et al.*, (2018). Nota: Mapa elaborado pelo autor com base nos resultados obtidos na pesquisa. Fonte: Elaboração própria. B 2– Fonte: Google Earth.