

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL

MAYARA MAGNA SILVA

ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DE *CYATHEA*  
*PRAECINCTA* (KUNZE) DOMIN (CYATHEACEAE), SAMAMABAIA  
ARBORESCENTE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA  
BRASILEIRA

RECIFE - PERNAMBUCO  
2016

MAYARA MAGNA SILVA

ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DE *CYATHEA*  
*PRAECINCTA* (KUNZE) DOMIN (CYATHEACEAE), SAMAMABAIA  
ARBORESCENTE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA  
BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Biologia Vegetal da  
Universidade Federal de Pernambuco como  
requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Iva Carneiro Leão Barros  
Área de Concentração: Ecologia e Conservação  
Linha de Pesquisa: Ecologia de Populações e Comunidades

RECIFE - PERNAMBUCO  
2016

Catálogo na Fonte:  
Bibliotecária Elaine Cristina Barroso, CRB-4/1728

Silva, Mayara Magna

Estrutura populacional e fenologia de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), samambaia arborescente endêmica da Floresta Atlântica brasileira / Mayara Magna Silva. – Recife: O Autor, 2017.

58 f.: il., fig, tab.

Orientadora: Iva Carneiro Leão Barros

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Biologia Vegetal, 2017.

*Inclui referências e anexos*

1. Samambaia 2. Fenologia vegetal 3. Mata Atlântica I. Barros, Iva Carneiro Leão (orient.) II. Título.

587.3

CDD (22.ed.)

UFPE/CCB-2017-288

MAYARA MAGNA SILVA

“ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DE *Cyathea praecincta* (KUNZE) DOMIN (CYATHEACEAE), SAMAMABAIA ARBORESCENTE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA BRASILEIRA”

APROVADA EM 16/02/2016

BANCA EXAMINADORA:

---

Dra. Iva Carneiro Leão Barros (Orientadora) – UFPE

---

Dra. Flávia Carolina Lins da Silva – UFRPE

---

Dra. Ariadna Valentina de Freitas e Lopes – UFPE

Recife- PE  
2016

“Acredito, há muitos anos, que Deus é o grande arquiteto por trás de toda natureza [...] Todos os meus estudos científicos a partir daquele tempo confirmaram minha fé. Considero a Bíblia como minha principal fonte de autoridade.”

Sir Ghillean Prance

À minha avó Judite (*in memoriam*), por  
ter me ensinado o amor às plantas e por  
todo carinho. DEDICO.

A Deus, luz da luz, que nunca me deixa  
caminhar sozinha. OFEREÇO.

## AGRADECIMENTOS

Em todas as etapas da minha vida Deus tem colocado pessoas maravilhosas para colaborarem comigo, e nessa não seria diferente. Desta forma, só me resta agradecer a todos que me ajudaram, de alguma forma, para a conclusão deste trabalho.

Primeiramente, agradeço a Deus, autor da minha vida, por tudo que Ele tem feito por mim e por tudo que Ele representa em minha vida.

De forma mais que especial, agradeço aos meus pais por todo apoio nesse processo. Obrigada paiinho por me levar sempre ao campo e por ser meu exemplo de dedicação. Obrigada mainha, por toda preocupação desde o momento em que eu saía de casa até o momento em que eu chegava, por chorar e rir comigo e por todo carinho. MUITÍSSIMO obrigada aos dois por todas as orações e pela dedicação na minha criação e na de Max (meu irmão). Falando nele, também agradeço por nunca ter se negado a me levar ao campo quando nosso pai não podia. Tú é chato pra caramba, Max!

Agradeço à minha orientadora, a Profa. Iva, por todos os ensinamentos, carinho e palavras de apoio nesses cinco anos de convivência. Obrigada por ter aceitado uma completa estranha em seu Laboratório para realizar a Iniciação Científica e por estar sempre presente nessa minha vida acadêmica. A senhora representa muito para mim.

Ao meu namorado, Henrique Costa, por me ajudar em praticamente todas as coletas (indo até mesmo com dor na coluna) e por toda a paciência com minhas crises de ansiedade e estresses da vida. Obrigada por sempre estar presente, meu amor!

Aos meus amigos, sim, amigos, Lucas Erickson e Rafael Farias, pela ajuda em todos os processos dessa Dissertação e por todo apoio e companheirismo nesses anos de convivência no Laboratório. Vocês merecem um artigo na Nature, meninos !!!!!

Aos meus irmãos de pais diferentes, Vinicius Nascimento e Deric Cavalcante, pela ajuda em algumas viagens a campo, por sempre estarem dispostos a ajudar, seja lá no que fosse, e por sempre estarem comigo nos momentos difíceis. Vocês são os melhores amigos que alguém poderia ter!

Às minhas amigas Ana Elizabete e Karina Roque, por também estarem comigo nos momentos difíceis, por sempre me escutarem, por me darem bronca quando estava errada, por valorizar minhas qualidades, por todo incentivo e, principalmente, por me aguentar por todos esses longos anos. Amo vocês!

À Evânia, responsável pelos trabalhos de campo da Usina Trapiche (Sirinhaém), por ir comigo nos trabalhos de campo sempre que os afazeres da Usina lhe permitiam, colaborando comigo até mesmo em finais de semana (dias do seu descanso) e nas suas férias. Obrigada pela sua agradável presença nessas coletas e por ser essa pessoa maravilhosa que és! Agradeço também a “Seu” Silva, homem batalhador, por sempre ir quando Evânia não podia e por sempre ajudar no que fosse possível. Vocês merecem tudo de bom nessa vida.

Existem muitas pessoas que gostaria de agradecer nesse momento, só que teria que escrever outra Dissertação apenas com agradecimentos. Essas pessoas me ajudaram de alguma forma na realização desse Estudo, seja pelo incentivo ou pelas palavras de conforto. Cada um sabe a forma que me ajudou, e a todos vocês meu muitíssimo obrigado!

Que Deus abençoe e ilumine o caminho de todos vocês!!!!

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

(Antoine de Saint-Exupéry)

## RESUMO

Os estudos populacionais fornecem informações vitais sobre fatores que regulam a sobrevivência das espécies de plantas, sendo importantes ferramentas para a implementação de planos de conservação de populações naturais de espécies de plantas endêmicas da Floresta Atlântica brasileira. Desta forma, este estudo objetivou avaliar a estrutura populacional e a fenologia de uma população de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), uma samambaia arborescente endêmica da Floresta Atlântica brasileira, localizada em um remanescente florestal no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Para as análises estruturais, foram contabilizados todos os indivíduos férteis e estéreis da espécie em uma área total de 1800 m<sup>2</sup>, através dos quais foram analisados a densidade da população e os padrões de distribuição espacial e etária dos indivíduos. Foram amostrados 98 indivíduos, apresentando uma baixa densidade (5,4 indivíduos por 100m<sup>-2</sup>), um padrão de distribuição espacial agregado ( $I_a = 2,12$ ;  $p = 0,0002$ ) e uma distribuição por classes de tamanho obedecendo ao padrão exponencial ou “J-invertido”. Dos indivíduos amostrados, foram selecionados 47 para o acompanhamento fenológico, durante o período de 18 meses, avaliando a influência da temperatura e pluviosidade em seus eventos fenológicos. Foi observado um padrão contínuo e pouco sincrônico das fenofases, com uma similaridade entre a produção de folhas novas ( $5,82 \pm 8,28$  folhas por ano<sup>-1</sup>) e de mortalidade ( $5,53 \pm 9,39$  folhas mortas por ano<sup>-1</sup>). A fertilidade das plantas foi correlacionada com a sazonalidade pluviométrica, e as demais fenofases não sofreram um controle rigoroso das variações climáticas, sugerindo, nestas últimas, um forte controle endógeno. Foi observada uma baixa sincronia entre indivíduos produzindo folhas mortas ( $Z = 0,32$ ) e novas ( $Z = 0,3$ ), e uma assincronia para os indivíduos produzindo folhas férteis ( $Z = 0,06$ ), revelando uma variação intraespecífica na população. Os resultados obtidos indicam que o local de estudo apresenta condições ambientais favoráveis para a sobrevivência de *C. praecincta*, evidenciando um grande potencial de recomposição da população, através de sua regeneração natural.

**Palavras-chaves:** Samambaia arborescente; Cyatheaceae; Endêmica; Estrutura populacional; Fenologia.

## ABSTRACT

Population studies provide vital information on factors that regulate the survival of plant species. They are, therefore, important tools for the implementation of natural populations conservation plans of endemic plants of the Brazilian Atlantic Forest. Thus, this study aimed to evaluate the population structure and the phenology of one population of *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), an endemic tree fern of the Brazilian Atlantic Forest, located in a forest remaining in the state of Pernambuco, northeastern Brazil. For structural analysis, we recorded all fertile and sterile individuals of the species in an area of 1800 m<sup>2</sup>, with which we analyzed the density of the population and patterns of spatial and length classes distribution of individuals. We sampled 98, which shows a low density (5.4 individuals per 100m<sup>-2</sup>) and an aggregate spatial distribution pattern ( $I_a = 2,12$ ;  $p = 0,0002$ ). Also, its length class distribution followed the exponential pattern or “reverse J-shaped”. We selected 47 individuals from the population for phenological monitoring during the period of 18 months, in which the influence of temperature and rainfall on its phenological events were evaluated. We observed a continuous and little synchronic pattern on the phenophases, with a similarity between the production of new leaves ( $5.82 \pm 8.28$  a year) and mortality ( $5.53 \pm 9.39$  a year). Fertility was correlated with rainfall seasonality, and other phenophases did not undergo a rigorous control of climate variations, suggesting, in this case, a strong endogenous control. We observed a low synchrony between individuals producing dead ( $Z = 0.32$ ) and new ( $Z = 0,3$ ) leaves, which reveals a intraspecific variation on the population. This results indicate that the study site has favorable environmental conditions for the survival of *C. praecincta*, which shows great potential for restoration of the population through its natural regeneration.

**Key words:** Cyatheaceae; endemic; phenology; population distribution; tree fern.

## LISTA DE FIGURAS

### MANUSCRITO I: Estrutura populacional de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), samambaia endêmica da Floresta Atlântica brasileira

	Pág.
<b>Figure 1</b> Spatial distribution of <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin in an Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil. A - Total individuals sampled within 25m <sup>2</sup> ; B - Spatial distribution of sterile <i>C. praecincta</i> individuals within 25m <sup>2</sup> ; C - Spatial distribution of fertile of <i>C. praecincta</i> individuals within 25m <sup>2</sup> . Ia= Aggregation index; the highly clustered pattern in the population is represented by the black patches.....	40
<b>Figure 2</b> Caudex length classification of a <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze.) Domin population in an Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil .....	41

### MANUSCRITO II: Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil

	Pág.
<b>Figura 1</b> Climatograma para o município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil durante o período de Junho de 2014 a Novembro de 2015 (18 meses).....	52
<b>Figura 2</b> Produção foliar de uma população de <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015. Valores de Produção de folhas estéreis e Produção de folhas férteis foram retirados do último mês de estudo, devido a dificuldade de distinção entre estas folhas.....	55

**Figura 3** Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015, com as médias mensais e desvios padrões de cada fenofase e as proporções mensais de indivíduos manifestando cada fenofase. Valores de Produção folhas estéreis e Produção folhas férteis foram retirados do último mês de estudo ..... **57**

## LISTA DE TABELAS

### MANUSCRITO II: Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1</b> Fenologia foliar de <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015 (18 meses).....	<b>56</b>
<b>Tabela 2</b> Coeficientes de correlação de Pearson (r) e Spermann (rs) dos padrões fenológicos de <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin com os fatores climáticos (média mensal de temperatura e pluviosidade mensal acumulada) no local de estudo entre o período de junho de 2014 a novembro de 2015 (18 meses). Teste com dados climáticos do respectivo mês de acompanhamento (0), um mês antes da monitorização (1) e dois meses antes de monitorização (2).....	<b>58</b>

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>15</b>
1.1 Estrutura Populacional.....	15
1.2 Fenologia .....	16
1.3 Cyatheaceae .....	17
<b>2. Revisão de literatura .....</b>	<b>19</b>
2.1 Estrutura Populacional de samambaias arborescentes.....	19
2.2 Fenologia de samambaias arborescentes .....	21
2.3 Espécies endêmicas.....	27
<b>3. Referências bibliográficas .....</b>	<b>28</b>
<b>4. Manuscrito I: Population structure of the endangered endemic tree fern <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin (Cyatheaceae) in brazilian Atlantic Forest .....</b>	<b>37</b>
4.1 Abstract.....	38
4.2 Resumo .....	39
4.3 Introduction .....	39
4.4 Material and methods .....	40
4.4.1 Study site .....	40
4.4.2 Field work and data analysis.....	40
4.5 Results .....	41
4.6 Discussion.....	42
4.7 Acknowledgements .....	42
4.8 References .....	43
<b>5. Manuscrito II: Fenologia foliar de <i>Cyathea praecincta</i> (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil .....</b>	<b>47</b>
5.1 Resumo .....	49
5.2 Introdução.....	50
5.3 Materiais e métodos.....	52
5.3.1 Área de estudo .....	52
5.3.2 Dados Climáticos.....	52
5.3.3 Espécie estudada.....	53
5.3.4 Observações fenológicas .....	53
5.3.5 Análise dos dados .....	54

5.4 Resultados.....	55
5.5 Discussão.....	59
5.5.1 Aspectos temporais.....	59
5.3.2 Produção, expansão e mortalidade foliar.....	60
5.3.3 Produção de folhas férteis e estéreis.....	60
5.3.4 Sincronia dos eventos fenológicos.....	61
5.3.5 Sincronia X Fenologia.....	61
5.6 Referências bibliográficas.....	62
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>66</b>
Anexo 1: Normas para publicação na revista Iheringia – Série Botânica.....	67
Anexo 2: Normas para publicação na revista Journal of Botany Research.....	70

## 1. Introdução

A organização das comunidades e a manutenção da diversidade podem ser discutidas a partir da análise de suas populações. Os estudos das características das populações de plantas podem auxiliar na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, já que em um ecossistema os componentes estão entrelaçados em uma rede complexa de interdependência, onde o desaparecimento de uma espécie compromete as condições de vida de várias outras espécies (MACIEL, 2007).

Os estudos populacionais de espécies de plantas fornecem informações vitais sobre o estabelecimento, densidade, abundância, requisitos ambientais, aspectos reprodutivos e estruturais de suas populações, fatores que regulam a sobrevivência das espécies de plantas. Desta forma, os estudos desta natureza incluem a abordagem de parâmetros relacionados à fenologia, densidade e ainda distribuição espacial e etária dos indivíduos (HAGGERTY, 2008; HUTCHINGS, 1997).

### 1.1 Estrutura Populacional

A maneira mais rápida de avaliar o estado de uma população é através das análises de sua estrutura populacional (PETERS, 1994; LYKKE, 1998), uma vez que são resultados de mecanismos evolutivos e ecológicos sobre seus membros atuais e ancestrais (MARTINS, 1987). A análise estrutural das populações vegetais pode ser considerada como um parâmetro da forma como a mesma está explorando o ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 1989) e respondendo a perturbações em determinado local (HARPER, 1977), além de fornecer informações sobre a estabilidade (SHAUKAT *et al.*, 2012) e os processos de regeneração da população (CLARK, 1994), sendo uma importante ferramenta para a elaboração de planos de conservação das espécies de plantas endêmicas da Floresta Atlântica.

Cada população de planta possui características que lhes permitem ocupar um ambiente que apresente condições adequadas ao seu desenvolvimento, onde o tamanho da população pode variar de acordo com vários fatores ecológicos relativos ao habitat ocupado (NEWTON, 2007). Estes fatores, associados com as características das espécies, agem diretamente sobre a estrutura da população, caracterizado, de uma maneira simples, pela densidade e distribuição de indivíduos no espaço, além das suas proporções nas classes etárias (RICKLEFS, 2003; GUREVITCH *et al.*, 2009).

Os indivíduos de uma população diferem em idade e tamanho, sendo essas mudanças consideradas como componentes da estrutura populacional. Nos trópicos, a estrutura etária

dos vegetais tem sido avaliada utilizando-se classes de tamanho, devido à dificuldade de se determinar a idade das plantas nesta região (HARTSHORN, 1975), e vêm sendo muito utilizada em estudos de populações vegetais, pois se acredita que sejam reflexos da ação de fatores bióticos e abióticos sobre as taxas de crescimento e mortalidade, bem como de eventos passados de recrutamento (ALCALÁ & MATOS, 2008).

A estrutura da população também incorpora a distribuição espacial de plantas em um determinado ambiente (HUTCHINGS, 1997), que apresenta padrões resultantes de vários fatores que interagem entre si (MEIRELLES & LUIZ, 1995). A distribuição espacial de uma espécie em um ecossistema pode apresentar-se agrupada, aleatória ou regular (KREBS, 1989). A dispersão agregada ocorre quando alguns indivíduos formam “manchas” em porções específicas no ambiente; na distribuição regular os organismos estão distribuídos mais homogeneamente no ambiente e a distribuição aleatória ocorre quando existe igual probabilidade de um organismo ocupar qualquer ponto no espaço, ou seja, quando estão distribuídos ao acaso.

## 1.2 Fenologia

A fenologia é definida, na sua forma mais simples, como a dimensão temporal da história natural de uma espécie (FORREST & MILLER-RUSHING, 2010) e sua relação principalmente com o clima (LEE *et al.*, 2008), ou seja, abrange os eventos biológicos, tanto vegetativos quanto reprodutivos, ao longo do ciclo de vida dos seres vivos. Desta forma, os estudos acerca dos padrões fenológico se tornam essenciais, pois possibilitam determinar as causas e consequências dos diversos fatores condicionantes, como o clima, sobre respostas funcionais das espécies (GOULART *et al.*, 2005), fornecendo informações que podem auxiliar na conservação das espécies (MORELLATO *et al.*, 2016).

Nas plantas, os eventos fenológicos são regulados por características endógenas, associadas a fatores bióticos e, principalmente, abióticos, que são os fatores de pressão seletiva que levam à formação de padrões fenológicos característicos de cada espécie (WHITMORE, 1990). Neste sentido, a pluviosidade e a temperatura têm sido identificadas como os principais fatores externos que controlam o ritmo fenológico das espécies vegetais localizadas nos trópicos (SARMIENTO & MONASTERIO, 1976; BORCHERT, 1983; MORELLATO *et al.*, 1989; SCHAİK *et al.*, 1993), podendo controlar diretamente ou indiretamente os eventos biológicos das plantas.

A pluviosidade está integrada à ocorrência de eventos fenológicos das espécies tropicais, seja em termos de produção (ANGULO-SANDOVAL & AIDEN 2000; ANGULO-SANDOVAL *et al.*, 2004) ou senescência foliar (SANTOS & FISCH, 2013). As variações na pluviosidade influenciam a fenologia através de efeitos na umidade do solo e estado de água na planta (REICH, 1994). Assim, a variação sazonal no estado hídrico das plantas constitui a ligação causal entre sazonalidade climática e fenologia (MORAES, 2011).

A temperatura do ar, por sua vez, influencia os processos fisiológicos das plantas, interferindo em cada subperíodo do ciclo das plantas (ARNOLD, 1959), além de acelerar o desenvolvimento vegetal, ou prolongar o ciclo de vida (BERGAMASCHI, 2007). Assim, fica evidente que esta variável influencia fortemente os eventos fenológicos das espécies de plantas (BLACKMAN *et al.*, 1955).

### 1.3 Cyatheaceae

Na Floresta Atlântica Brasileira, a família Cyatheaceae é constituída exclusivamente por espécies arborescentes de samambaias, apresentando uma estrutura semelhante a um tronco, denominado de cáudice, que se diferencia da estrutura lenhosa encontrada nas coníferas e angiospermas por não possuir um crescimento secundário (LARGE & BRAGGINS, 2004). Em alguns táxons, este cáudice é circundado pelas bases dos pecíolos que permanecem retidas mesmo após à abscisão da folha, providenciando um excepcional microhabitat que favorece o estabelecimento de epífitas de diversos grupos ou fornecem sítios seguros em que espécies de árvores se estabelecem e se desenvolvem o suficiente para se enraizar no chão (ROBERTS *et al.*, 2005; GAXIOLA *et al.*, 2008).

As espécies de Cyatheaceae são encontradas ao longo dos trópicos, subtropicais e ao sul de regiões temperadas (KRAMER, 1990), porém seu centro de diversidade e endemismo se encontra nas florestas tropicais (TRYON & GASTONY, 1975). No Brasil, a maior representatividade desta família é encontrada na Floresta Atlântica, onde se apresenta como a família com uma das maiores proporções de espécies endêmicas entre as samambaias deste domínio (WINDISCH & SANTIAGO, 2015; STEHMANN *et al.*, 2009).

Em climas tropicais e subtropicais, variações climáticas, principalmente de temperatura e pluviosidade, podem interferir no crescimento ou em outros processos do desenvolvimento das Cyatheaceae, incluindo produção, expansão e senescência foliar, onde a maioria de suas espécies apresenta um padrão sazonal em seus eventos fenológicos, geralmente correlacionados com a variação destas variáveis climáticas (SEILER, 1981; ASH,

1987; CHIOU *et al.*, 2001; NAGANO & SUZUKI, 2007; MEHLTRETER & GARCÍA-FRANCO, 2008; LEE *et al.*, 2009a; NEUMANN *et al.*, 2014). Além disso, populações de espécies de Cyatheaceae estão intimamente relacionadas ao ambiente físico, podendo exibir variações nas características populacionais, como distribuição espacial, estabelecimento e crescimento, devido a modificações no habitat (TRYON & TRYON, 1982).

As espécies de Cyatheaceae são sensíveis a modificações ambientais provocadas pela devastação ou fragmentação da vegetação (SANTIAGO *et al.*, 2014), porém podem ocupar uma diversidade de habitats, sendo que a maioria das espécies endêmicas da Floresta Atlântica ocorrem preferencialmente no interior florestal de fragmentos mais preservados. Tal fato pode estar relacionado à exigência dessas plantas por um habitat específico, possuindo uma pequena faixa de tolerância aos fatores ecológicos, dentro das quais sua existência é possível, classificando estas espécies como especialistas quanto ao habitat. Assim sendo, estudos referentes às características populacionais de suas espécies se tornam essenciais, pois fornecem informações importantes que podem auxiliar na preservação destas espécies, assim como das espécies epifíticas a elas associadas.

De um modo geral, a maioria dos trabalhos com Cyatheaceae na Floresta Atlântica é de cunho florístico-taxonômico e apenas apresentam dados sucintos sobre a ecologia de suas espécies (e.g. AMBRÓSIO & BARROS, 1997; PIETROBOM & BARROS, 2006a; KOZERA *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2013; ATHAYDE FILHO & FELIZARDO, 2010; GONZATTI *et al.*, 2014; MACEDO *et al.*, 2013; PACIENCIA & PRADO, 2005; SCHWARTSBURD & LABIAK, 2007; HIRAI & PRADO, 2014). Os estudos populacionais que abordam especificamente os aspectos ecológicos dos representantes dessa família, principalmente os aspectos fenológicos e estruturais, se concentram na região sul/sudeste do país (SCHMITT & WINDISCH, 2001; 2005; 2007; 2012; LEHN & RESENDE; 2007; LEHN & LEUCHTENBERGER, 2009; SCHMITT *et al.*, 2009).

Os estudos referentes às características populacionais das espécies de Cyatheaceae endêmicas da Floresta Atlântica são importantes ferramentas para a implementação de planos de conservação de suas populações naturais, sendo essenciais para avaliar a futura sobrevivência destas espécies. Além disso, estudos desta natureza podem auxiliar na manutenção de várias outras espécies, uma vez que as samambaias arbóreas são componentes importantes na vegetação tropical, desempenhando papéis ecológicos significativos, como, por exemplo, abrigar muitas espécies de invertebrados, líquens e fungos,

além de servir como forófito para epífitas, possuindo espécies restritas a seus cáudices (MORAN *et al.*, 2003).

Diante deste contexto, o presente trabalho envolve estudos de uma população de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin. (Cyatheaceae), uma espécie endêmica da Floresta Atlântica Brasileira e considerada vulnerável na porção localizada ao norte do Rio São Francisco. A população foi analisada sob dois enfoques, um estrutural e outro fenológico, abordados em dois capítulos distintos. O primeiro capítulo analisa a estrutura populacional através da descrição da sua densidade, padrão de distribuição espacial e avaliações da distribuição de frequência dos indivíduos em classes de altura. O segundo capítulo aborda o desenvolvimento esporofítico da espécie, relacionando os eventos fenológicos à pluviosidade e à temperatura.

## **2. Revisão de literatura**

### 2.1 Estrutura populacional de samambaias arborescentes

Na década de 70, começaram os estudos de autoecologia das samambaias arborescentes nas regiões neotropicais, que desempenham importantes funções nos habitats onde estão inseridas e, durante décadas, tem atraído a atenção de ecologistas. Dentre eles podemos destacar o trabalho de Conant (1976) com populações de *Alsophila bryophila* R.M. Tryon e *Cyathea arborea* (L.) Sm. (Cyatheaceae), em uma floresta secundária de Porto Rico. Dentre os principais resultados, foi observado que o crescimento do cáudice de *C. arborea* foi maior e seu tempo de vida menor, quando comparada ao desenvolvimento de *A. bryophila*.

Entre os primeiros trabalhos que discutem os aspectos estruturais de samambaias arborescentes podem-se destacar o realizado por Young e León (1989), na Amazônia Peruana, sobre a diversidade e importância das especializações edáficas das samambaias dessa região. Os autores observaram que populações de *Cyathea lasiosora* (Mett.ex Kuhn) Domin (= *Trichipteris nigra* (Mart.) R.M. Tryon), única samambaia arborescente encontrada na área de estudo, tiveram distribuições nas classes de altura similares quando comparadas entre as áreas de solo argiloso e arenoso. A espécie apresentou um maior número de indivíduos na menor classe de altura e poucos indivíduos na última classe, nas duas áreas.

Em uma população de *Cyathea spinulosa* Wall. ex Hook. em uma floresta temperada no Japão, Nagano & Suzuki (2007), observou uma maior frequência de indivíduos na primeira

classe de altura, que decrescia a medida que aumentavam-se as classes. Os indivíduos maiores que um metro, que correspondia a 24% da população, estavam férteis, na maioria dos casos.

Na análise estrutural de populações de *Alsophila firma* e *Cyathea fulva* (Cyatheaceae), Pérez-Paredes *et al.* (2014), em várias áreas de bosque montano em Hidalgo, México, também definiu quais variáveis ambientais mais relacionadas com a densidade e distribuição destas populações. As populações de ambas as espécies foram consideradas dinâmicas (com um número elevado de indivíduos pequenos e um número menor de indivíduos de tamanho intermediário) e normais (presença de indivíduos em todas as classes de altura com domínio daqueles de tamanho intermediário). A relação entre as variáveis ambientais analisadas e as densidades observadas foi diferente entre as duas espécies. Os resultados indicaram que a altitude foi o fator ambiental que permitiu explicar de melhor maneira as diferenças nas densidades populacionais encontradas, enquanto que para *C. fulva* a cobertura do dossel florestal foi a variável mais importante neste aspecto.

Na Índia, Paul *et al.* (2015) analisaram a estrutura populacional e o estado de regeneração de uma população de *Cyathea gigantea* (Wallich ex Hook. f.) Holttum em seu habitat natural. A população apresentou uma distribuição em classes de altura em forma de pirâmide invertida, onde a base corresponde aos indivíduos jovens, seguido dos imaturos e no topo os adultos. Desta forma, verificou-se que a população apresentava uma maior concentração de indivíduos maduros, com poucos indivíduos jovens e imaturos, descrevendo a estrutura de uma população instável. A análise de regeneração indicou uma pobre regeneração de *Cyathea gigantea* no local de estudo, podendo esta falha estar relacionada ao baixo recrutamento, morte dos indivíduos, crescimento lento do cáudice, ou até a interferência humana no ecossistema.

No Brasil, os trabalhos que abordam a estrutura espacial de espécies arborescentes de samambaias são ainda mais escassos em comparação com os fenológicos, e também estão localizados nas regiões Sul e Sudeste do país.

Schmitt & Windisch (2005) analisaram a estrutura de populações de *Alsophila setosa* Kaulf. crescendo em dois remanescentes de floresta estacional semidecidual no Sul do Brasil: Morro Reuter e Sapiranga. As populações apresentaram um número superior de indivíduos nas classes de menor altura e um número menor nas classes de maior altura, podendo indicar que as populações estão estáveis ou em fase de expansão. As espécies em ambos os fragmentos apresentaram um padrão agregado na distribuição espacial, podendo ser decorrente da reprodução vegetativa.

Na população de *Cyathea delgadii*, Schmitt & Windisch (2007) analisaram a estrutura populacional da espécie, além dos aspectos fenológicos abordados na seção anterior. Na população foi amostrado 44 indivíduos, com 36 deles estéreis e oito férteis. Plantas férteis foram registradas apenas a partir da classe 3 e tinham altura mínima de 1,7 metros. A densidade observada na área foi de 1,15 ( $\pm 2,18$ ) indivíduos por 10m<sup>2</sup>. A espécie apresentou padrão espacial agregado e uma frequência de indivíduos superior nas classes de menor tamanho.

Lehn e Resende (2007) estudaram a estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb., em Floresta Estacional Semidecidual no Mato Grosso do Sul. A população era composta quase que exclusivamente por indivíduos adultos (cerca de 98% da população) dispostos por todas as classes de altura. A fertilidade não se mostrou associada ao comprimento do cáudice. Outro aspecto relevante em relação à população estudada, refere-se ao baixo número de indivíduos nas classes de maior altura.

Em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista no Paraná, Marques e Krupek (2014) objetivaram analisar a distribuição espacial e estrutura populacional de uma população de *Dicksonia sellowiana* Hook, com o intuito de determinar as propriedades ecológicas e relações existentes entre as características populacionais da espécie. A população foi considerada como adulta e já bem estabelecida na área do estudo, devido ao baixo número de indivíduos jovens encontrados. Em relação à distribuição espacial, foi observada uma agregação da população que os autores associaram às condições ambientais do local.

Tamaki *et al.* (2014) acompanharam a sobrevivência e crescimento de exemplares de *Cyathea atrovirens* (Langsd.& Fisch.) Domin que permaneceram na beira de estrada após o desmatamento para construção de uma rodovia no estado de São Paulo e de indivíduos transferidos para áreas de mata nativa. A taxa de sobrevivência de ambos os experimentos foi elevada, cerca de 97% para as plantas que permaneceram na beira da estrada e de 80% para as transplantadas. A sobrevivência dos exemplares transplantados se confirmou após cerca de dois anos após a realocação, pois não foi observado mais mortes de exemplares. Concluiu-se que os espécimes de *C. atrovirens* sobrevivem após a supressão da vegetação e após a realocação, sugerindo que é uma espécie resistente às adversidades ambientais.

## 2.2 Fenologia de samambaias arborescentes

Os principais estudos que abrangem os aspectos fenológicos das samambaias foram realizados na região tropical, com foco nos neotrópicos, se iniciando com o trabalho de

Shreve (1914), em uma Floresta Montana Úmida da Jamaica. O autor acompanhou o desenvolvimento foliar de algumas espécies de plantas vasculares, entre elas *Alsophila auneae* D.S. Conant (= *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn) (Cyatheaceae), que apresentou uma expansão de 4,94 cm por dia, superior ao das demais plantas estudadas, com formações de novas folhas durante o inverno e primavera.

No entanto, os estudos ecológicos abordando a influência dos fatores abióticos no desenvolvimento das samambaias começaram a ser mais explorados na década de 70, destacando-se o trabalho de Kornás (1977), que discutiu alguns aspectos gerais da sazonalidade das samambaias em floresta do Zâmbia. O autor observou que 60% das espécies analisadas possuíam um pronunciado e regular padrão sazonal no seu desenvolvimento, estando relacionado com o regime de chuvas. Desta forma, indicou que a pluviosidade seria um fator determinante no desenvolvimento de algumas samambaias.

Seiler (1981) analisou alguns aspectos fenológicos de uma população de *Alsophila salvinii* Hooker em uma Floresta Submontana em El Salvador. Segundo o autor, foram produzidas poucas folhas durante os dois anos de estudo, mesmo no período seco, onde foi observado um aumento na produção foliar. A taxa de senescência foi sazonal, onde poucas folhas morreram durante o período seco. Além disso, o autor observou que foram necessários de 3 - 4 meses para a expansão total das folhas no período seco, e de 2 - 3 meses no período chuvoso.

Em outro estudo realizado na mesma formação florestal em El Salvador, Seiler (1984) constatou a ocorrência de uma variação no comprimento da lâmina foliar e comprimento do estípite em uma população de *Alsophila tryoniana* (Gastony) D.S. Conant (= *Nephelea tryoniana* Gastony). Suas análises indicaram uma correlação entre tamanho da folha e tamanho do cáudice, no qual os indivíduos menores apresentavam estípites maiores em relação ao comprimento da lâmina foliar.

Ash (1986), estudando a demografia de *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae) em uma floresta primária no Fiji, observou poucos esporófitos jovens da espécie, o que atribuíram à escassez de sítios para o estabelecimento dos indivíduos, que aparentemente seriam locais úmidos e sombreados. As folhas se expandiam em poucas semanas e apresentavam uma longevidade de cerca de dois anos, exceto quando acontecia algum dano à folha. A expansão foliar foi assíncrona em todas as plantas e ocorria durante o período seco.

Ash (1987) verificou que a produção de folhas em *Cyathea hornei* (Baker) Copel, presente na Floresta Tropical de Viti Levu em Fiji, foi maior na estação úmida e quente, com

uma longevidade foliar entre 1.1-1.6 ano e uma produção de folhas entre 3-9 folhas ano. Além disso, o autor encontrou plantas férteis a partir de 150 cm de altura.

Contudo, nenhum estudo havia sido desenvolvido no sentido de relacionar padrões fenológicos ou desenvolvimento do cáudice entre habitat, sendo primeiramente proposto por Bittner e Breckle (1995). Os autores relacionaram padrões de crescimento em espécies de Cyatheaceae entre formações florestais primárias e secundárias em uma Reserva Biológica na Costa Rica. Foi observado que as espécies que ocorriam na floresta secundária produziam mais folhas e cresciam até três vezes mais do que as espécies que ocorriam na floresta primária. Além disso, a produção de esporos mostrou uma correlação entre espécies, habitat e altura do cáudice.

Neste mesmo sentido, Arens e Sánchez-Baracaldo (2000) analisaram a variação das dimensões foliares em três populações de *Cyathea caracasana* (Klotzch) Domin, sob condições distintas (local aberto, sub-bosques com dosséis alto e baixo) em uma floresta nublada dos Andes. Dentre os resultados encontrados foi observado uma diferença do comprimento médio do estípite e da lâmina foliar entre os habitats, sendo menor no local aberto e maior na região da floresta com dossel baixo.

Para a mesma espécie, Arens (2001) desenvolveu um estudo analisando as diferenças entre a produção e longevidade foliar, comprimento do cáudice e produção de esporos nos mesmos ambientes sucessionais. No local aberto, *Cyathea caracasana* apresentou as maiores taxas de crescimento do cáudice e de produção foliar e a menor longevidade foliar. Os resultados de ambos os trabalhos sugerem que *C. caracasana* tem um melhor desenvolvimento em habitats ensolarados, como ambientes antropizados ou clareiras.

Em relação a populações de samambaias arborescentes crescendo em um mesmo habitat, Durand e Goldstein (2001), realizaram um estudo visando avaliar o potencial reprodutivo e a taxa de crescimento relativo, compreendendo a produção de folhas novas, longevidade foliar e taxa de crescimento do cáudice, de espécies nativas de *Cibotium* Kaulf. (Cibotiaceae) em relação à espécie invasiva *Sphaeropteris cooperi* (Hook. ex F. Muel.) Tryon (Cyatheaceae) em remanescentes de Floresta Tropical no Havaí. Como esperado pelos autores, a média de crescimento do cáudice, produção de folhas e esporos em *S. cooperi* foram significativamente maior em comparação às espécies nativas, porém com longevidade foliar menor do que as espécies de *Cibotium*. Além disso, a produção de folhas férteis nas espécies nativas apresentou um padrão fortemente sazonal, aparentando não corresponder com a pluviosidade.

Chiou *et al.* (2001), analisando a fenologia de *Cibotium taiwanense* Kuo, observaram que as folhas férteis da espécie apresentaram maior longevidade em relação às estéreis e a liberação de esporos ocorreu na estação seca e, nesta mesma estação, ocorreu um pico na produção foliar. O autor destacou que a fenologia da espécie parece ser mais afetada pela temperatura do que pela pluviosidade.

Um padrão fenológico sazonal também foi reportado para *Cyathea spinulosa* Wall. ex Hook. em uma Floresta Temperada no Japão (Nagano & Suzuki, 2007). As folhas dos indivíduos estéreis apresentaram uma diferença de comprimento entre as estações, sendo maiores no verão em comparação com o inverno. Esta diferença também foi encontrada para a longevidade foliar: as folhas que emergiram entre a primavera e o inverno tendiam a ter menor longevidade do que aquelas que emergiam entre o verão e o outono; as folhas tinham vida média de sete meses.

Mehlreter e García-Franco (2008) também observaram uma sazonalidade no desenvolvimento de uma população de *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant em uma Floresta Submontana no México. Na população foi observada uma baixa frequência de indivíduos na classe de menor altura, que poderia indicar uma restrição de sítios para o estabelecimento da espécie. A luz pareceu proporcionar a maturidade das plantas, devido a porcentagem relativa de indivíduos férteis nas classes de maior altura. A espécie apresentou um padrão sazonal em sua fenologia, perdendo suas folhas no período mais seco e com um pico de produção foliar após as primeiras chuvas, padrão característico de espécies decíduas.

Com o mesmo objetivo de analisar a correlação entre eventos fenológicos e fatores ambientais, Lee *et al.* (2009a) acompanharam o desenvolvimento de *Cyathea hancockii* Copel., *Cyathea metteniana* (Hance) C. Chr. e *Cyathea podophylla* (Hook.) Copel. em uma Floresta Subtropical em Taiwan. Em geral, os autores observaram que folhas férteis das espécies emergiam nos meses mais frios e as estéreis em meses relativamente mais quentes. Outros eventos fenológicos como maturação e liberação dos esporos, expansão foliar e senescência ocorriam principalmente nos meses mais quentes, contudo apenas a emergência de folhas estéreis em *C. hancockii* e *C. podophylla* demonstrou correlação com a temperatura, um dos dois fatores ambientais analisados. A média de longevidade foliar foi de 15 - 28 meses, dependendo da espécie, com nenhuma diferença significativa entre a longevidade das folhas férteis e estéreis.

Também em Taiwan, Lee *et al.* (2009b), em uma Floresta Ombrófila Subtropical, monitoraram 16 espécies de samambaias, entre elas *Cyathea podophylla* (Hook.) Copel. e

*Cyathea spinulosa* Wall. ex Hook.. A emergência das folhas estéreis de algumas espécies, incluindo *Cyathea spinulosa*, foi significativamente correlacionada com a média mensal de temperatura, não estando correlacionada com a pluviosidade. Estas folhas apresentaram maior longevidade do que as folhas férteis, padrão observado também em outras espécies do estudo. A senescência foliar, da mesma forma, foi significativamente correlacionada com a média mensal de temperatura.

Ramírez-Valencia *et al.* (2009) analisaram a fenologia e crescimento do cáudice de *Dicksonia sellowiana*, na Reserva de Río Blanco na Colômbia, registrando trimestralmente o diâmetro e o comprimento do cáudice, o número de folhas emitidas e seu estado reprodutivo, totalizando 11 meses e três coletas. A espécie teve um incremento de 1,2 centímetros em diâmetro e 6,7 centímetros em altura. A produção de folhas foi estável, com a mesma permanência de nove folhas durante o período de estudo. Apenas plantas maiores de 4 metros se encontravam férteis, onde os meses de março e setembro apresentaram os mais elevados registros de plantas férteis.

Pérez-Paredes *et al.* (2014), estudaram populações de *Alsophila firma* e *Cyathea fulva* em várias áreas de Bosque Montano em Hidalgo, México, relacionando alguns aspectos fenológicos e estruturais (tratado na próxima seção) entre as localidades. A produção de folhas nas diferentes fenofases entre as populações de ambas as espécies foi assíncrona, ou seja, foi observado folhas em fenofases distintas (novas, vegetativas, férteis e senescentes) em um mesmo período, com variações entre as épocas do ano. *A. firma* apresentou um número mais elevado de folhas novas no período de seca e o de folhas maduras nos meses mais chuvosos; o de folhas senescentes foi independente da época. Em *C. fulva* o número de folhas novas e senescentes foi maior no período chuvoso e o de folhas maduras foi mais elevado no mês mais seco.

Os trabalhos fenológicos com samambaias arborescentes no Brasil são poucos e ainda recentes, estando concentrados na região Sul do país, destacando-se entre eles aqueles realizados por Schmitt & Windisch. Os autores, em 2001, estudaram a influência de geadas sobre os esporófitos de *Alsophila setosa* Kaulf (Cyatheaceae) em duas formações vegetais secundárias no estado do Rio Grande do Sul. Foram analisados os danos causados sobre as folhas e báculos antes, durante e depois do inverno e observaram que a espécie apresentou uma boa adaptação a este período. Os indivíduos perdem suas folhas durante as geadas e rebrotam ao final das mesmas.

Em Morro Reuter, Schmitt *et al.* (2009) estudaram os padrões fenológicos e o crescimento do cáudice em uma população de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), analisando a sincronia e a correlação destes eventos fenológicos com pluviosidade, fotoperíodo e temperatura. Foi encontrado uma sincronia na produção foliar da população, com a maioria sendo produzidas na primavera, entretanto não foram encontradas correlações significativas desta fenofase com os fatores ambientais. O maior pico de senescência coincidiu com o maior pico de produção foliar que também não se correlacionou com as variáveis ambientais. A maioria dos indivíduos produziram esporos com uma sincronia mais elevada no verão, estando correlacionada com o fotoperíodo e temperatura.

Para uma população de *Cyathea delgadii* Sternb., Schmitt & Windisch (2007) constataram uma variação intraespecífica no crescimento do cáudice da espécie, que crescia em média 4,65 centímetros por ano. A produção de folhas foi assíncrona e não apresentou correlação com a pluviosidade. Ocorreu uma produção de esporos e folhas o ano inteiro, contudo a maioria dos esporos eram liberados entre o verão e início do inverno. Não houve uma correlação entre produção de folhas e senescência com pluviosidade.

Lehn e Leuchtenberger (2008) verificaram as respostas de uma população de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin., crescendo em um local desprovido completamente de vegetação, após a passagem do fogo, em relação a alguns aspectos fenológicos dos esporófitos. Após a ocorrência da queimada, onde houve perda total de folhas nos 10 indivíduos monitorados, todas as plantas produziram novas folhas e cresceram em média 0,7 cm por mês. Os autores destacaram que, ao final do estudo (que teve duração de uma ano), as primeiras folhas férteis produzidas após a queimada já mostravam sinais de senescência, sendo bem provável que as frondes vegetativas não apresentem longevidade muito acentuada, padrão pouco comum para as samambaias arborescentes. Este estudo mostrou a capacidade de resiliência de *C. atrovirens* após sofrer impactos causados pelo fogo, uma vez que o restabelecimento na produção de folhas, tanto estéreis quanto férteis, ocorreu gradualmente após a queimada.

Schmitt e Windisch (2012) observaram a produção e a senescência de folhas, assim como a formação e liberação de esporos e a taxa anual de crescimento de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin., em um Parque Municipal no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Os autores constataram que com o aumento da temperatura, pluviosidade e fotoperíodo havia um aumento na frequência de indivíduos produzindo folhas novas e senescentes, contudo estes eventos não foram influenciados pelos fatores climáticos. A

produção e liberação dos esporos apresentaram uma sincronia na primavera e verão. As demais fenofases também não estavam correlacionadas com a pluviosidade, como era esperado para florestas sob clima não-sazonal.

### 2.3 Espécies endêmicas

Dentre os trabalhos que abordam a autoecologia de samambaias arborescentes endêmicas destaca-se o de Tanner (1983), cujo objetivo foi avaliar alguns aspectos estruturais e fenológicos de uma população de *Alsophila auneae* D.S. Conant (= *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn) em uma Floresta Montana da Jamaica. O autor observou pouca variação na frequência de indivíduos por classe de altura, com poucos indivíduos em cada classe. Em relação à fenologia, foi constatado um aumento na produção foliar da população após o período chuvoso, ao contrário do observado por Seiler (1981). Segundo o autor, a taxa de produção foliar foi maior nos indivíduos com cáudices maiores que 40 centímetros, com média de 0,66 novas folhas por 30 dias em comparação a 0,26 novas folhas nos indivíduos menores. Contudo, não foi encontrado correlação entre produção foliar e altura do cáudice. A taxa de senescência variou entre 0,36 a 0,48 folhas por 30 dias, onde as folhas tinham uma vida média de cerca de 525 dias.

Outro importante trabalho desenvolvido com samambaias arborescentes endêmicas foi o realizado por Ortega (1984), cujo objetivo foi analisar alguns aspectos ecológicos de *Sphaeropteris senilis* (Klotzch) R.M. Tryon. Foi registrado um crescimento lento nos indivíduos analisados e uma maior frequência de indivíduos jovens, demonstrando uma situação de equilíbrio nas populações estudadas. O autor ainda destacou que devido ao seu endemismo, sua distribuição e por sua preferência de habitat a espécie pode ser considerada como indicador biológico de florestas primárias e pouco perturbadas.

No Brasil, dos estudos populacionais com samambaias arborescentes endêmicas, destaca-se um estudo conduzido por Neumann, Schneider e Schmitt (2014), que analisaram a fenologia vegetativa e reprodutiva de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae). Foi encontrada uma forte correlação entre produção de folhas, senescência e média de folhas férteis com a temperatura e fotoperíodo, entretanto não encontraram uma forte influência da pluviosidade nas fenofases. Os autores também descobriram que plantas mais altas produziram folhas maiores e produziram um maior número de folhas férteis, senescentes e emergentes.

Informações referentes à *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin, estão distribuídas, em sua maioria, em estudos de cunho florístico (e.g. Pereira, *et al.*, 2013; Pietrobom & Barros, 2006b, Prado e Sylvestre, 2010). Até o presente momento, foi encontrado na literatura apenas um trabalho que discute a ecologia dos esporófitos dessa espécie, sendo realizado por Silva (2008) nas matas da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Frei Caneca, Alagoas. O estudo apresentou dados sucintos sobre os aspectos fenológicos e sua relação com a pluviosidade de 10 indivíduos de *C. praecincta* e de outras três populações de espécies de Cyatheaceae. Em relação à estrutura populacional de *C. praecincta*, ainda não foram encontrados registros na literatura.

Nesta revisão, fica evidente a carência de estudos que abordem os aspectos fenológicos e estruturais das espécies de Cyatheaceae, principalmente àquelas restritas à Floresta Atlântica. Estes estudos são importantes para se verificar a atual situação das poucas espécies endêmicas dessa família, auxiliando na elaboração de programas de manejo e conservação destas espécies, bem como de seus respectivos ecossistemas.

### **3. Referências Bibliográficas**

- ALCALÁ, M. & MATOS, D. M. S. 2008. Estrutura populacional e distribuição espacial de *Pachystroma longifolium* (Ness) I. M. Johnst. (Euphorbiaceae) em um fragmento de Floresta Estacional semidecídua em São Carlos, SP. In Anais do II Simpósio de Ecologia. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- AMBRÓSIO, S. A. & BARROS, I. C. L. 1997. Pteridófitas de uma área remanescente de Floresta Atlântica do estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **11** (2): 105 - 113.
- ANGULO-SANDOVAL P. & AIDE, T. M. 2000. Leaf Phenology and Leaf Damage of Saplings in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Biotropica*, 32(3): 415–422.
- ANGULO-SANDOVAL, P.; FERNÁNDEZ-MARÍN, H.; ZIMMERMAN, J. K. & AIDE, T. M. 2004. Changes in patterns of understory leaf phenology and herbivory following hurricane damage. *Biotropica*, 36(1): 60–67.
- ARENS, N. C. 2001. Variation in performance of the tree fern *Cyathea caracasana* (Cyatheaceae) across a successional mosaic in Andean cloud forest. **American Journal of Botany** **88** (3): 545-551.

- ARENS, N. C.; BARACALDO, P. S. 2000 Variation in the tree fern stipe length with canopy height: tracking preferred habitat through morphological change. **American Fern Journal** **90** (1): 1-15.
- ARNOLD, C.Y. 1959. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science** **74**: 430-445.
- ASH, J. 1986. Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany** **34**: 207-215.
- ASH, J. 1987. Demography of *Cyathea hornei* (Cyatheaceae), a tropical tree-fern from Fiji. **Australian Journal of Botany** **35** (3): 331-342.
- ATHAYDE FILHO, F. P. & FELIZARDO, M. P. P. 2010. Análise florística e ecológica das samambaias e licófitas da principal nascente do Rio Pindaíba, Mato Grosso. **Pesquisas Botânicas** **61**: 229-244.
- BERGAMASCHI, H. 2007. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B. & MORELATTO, L. P. C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Paraná: Embrapa Florestas. CD-ROM.
- BITTNER, J.; BRECKLE, S. W. 1995. The growth rate and age of tree fern trunks in relation to habitats. **American Fern Journal** **85** (2): 37-42.
- BLACKMAN, G. E., J. N. BLACK & A. W. KEMP. 1955. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. X. An analysis of the effects of seasonal variation in daylight and temperature on the growth of *Heliantus annuus* in the vegetative phase. **Annals of Botany New Series** **19** (76): 527-548.
- BORCHERT, R. 1983. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica** **15**: 81 - 89.
- CHIOU, W. L.; LIN, J. C.; WANG, J. 2001. Phenology of *Cibotium taiwanense* (Dicksoniaceae). **Taiwan Journal for Science** **16** (4): 209-215.
- CLARK, D. A. 1994. Plant Demography. In: LUCINDA, A; MACDADE, I; BAWA, K. S.; HESPENHEIDE, H. A. & HARTSHORN, G. S. **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest**. Chicago: The University of Chicago Press. Pp 90-105.
- CONANT, D. S. 1976. Ecogeographic and systematic studies in American Cyatheaceae. **Dissertação**, Universidade de Harvard, Cambridge.

- DURAND, L. Z.; GOLDSTEIN, G. 2001. Growth, leaf characteristics, and spore production in native and invasive tree ferns in Hawaii. **American Fern Journal** **91(1)**: 25-35.
- FORRES, T. J. & MILLER-RUSHING, A. J. 2010. Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. **The Royal Society** **365**: 3101-3112.
- GAXIOLA, A. L. E. BURROWS & D. A. COOMES. 2008. Tree fern trunks facilitate seedling regeneration in a productive lowland temperate rain forest. **Oecologia** **155**: 325-335.
- GONZATTI, F.; VALDUGA, E.; WASUM, R. A. & SCUR, L. 2014. Florística e aspectos ecológicos de samambaias e licófitas em remanescentes de matas estacionais decíduas da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** **12 (2)**: 90-97.
- GOULART, M. F.; LEMOS-FILHO, J. P. & LOVATO, M. B. 2005. Phenological Variation Within and Among Populations of *Plathymentia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and Transitional Sites. **Annals of Botany** **96**: 445-455.
- GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. 2009. Ecologia vegetal. 2. ed. Porto Alegre: Artmed. 592 p.
- HAGGERTY, B. P.; MAZER, S. J. 2008. **The Phenology Handbook: a guide to phenological monitoring for students, teachers, families, and nature enthusiasts**. Santa Barbara: University of California. 40 p.
- HARPER, J. L. 1977. **Population biology of plants**. London: Academic Press. 892p.
- HARTSHORN, G. S. 1975. A matrix model of tree population dynamics. In: GOLLEY, F. B. & MEDINA, E. Tropical ecological systems: trends in terrestrial and aquatic research. New York: Springer Verlag. Pp. 41-51.
- HIRAI, R. Y. & PRADO, J. 2014. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Pteridophyta: 3. Cyatheaceae. **Hoehnea** **41(2)**: 173-180.
- HUTCHINGS, M. J. 1997. The structure of plant populations. In: CRAWLEY, M. J. **Plant Ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications. Pp. 325-358.
- KORNÁS, J. 1977. Life-forms and seasonal patterns in the pteridophytes in Zambia. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae** **46**: 669-690.
- KOZERA, C.; RODRIGUES, R. R. & DITTRICH, A. O. 2009. Composição florística do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morrete, PR, Brasil. **Floresta** **39 (2)**: 323-334.

- KRAMER, K. U. 1990. Cyatheaceae. In: KRAMER, K. U.; GREEN, P.S. **The Families and Genera of Vascular Plants: Pteridophytes and gymnosperms**. Berlin: Springer-Verlag. 404p.
- KREBS, C. J. 1989. **Ecological Metodology**. New York. Congress. 654p.
- LARGE, M. F. & BRAGGINS, J. E. 2004. **Tree ferns**. Cambridge: Timber Press, Inc. 359p.
- LEE P. H.; HUANG Y. M. & CHIOU W. L. 2008. The phenology of *Osmunda claytoniana* L. in the Tataka area, Central Taiwan. **Taiwan Journal of Forest Science** **23**:71-79.
- LEE, P.H.; CHIOU, W.M. & HUANG, Y.M. 2009a. Phenology of three *Cyathea* (Cyatheaceae) ferns in northern Taiwan. **Taiwan Journal of Forest Science** **24** (4): 233-42.
- LEE, P.H.; LIN, T.T. & CHIOU, W.M. 2009b. Phenology of 16 species of ferns in a subtropical forest of northeastern Taiwan. **Journal of Plant Research** **122**: 61-42.
- LEHN, C.R. & RESENDE, U.M. 2007. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb.(Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. **Revista Biociências** **13**(3-4): 188-195.
- LEHN, C.R. & LEUCHTENBERGER, C. 2008. Resistência ao fogo em uma população de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas** **21**(3): 15-21.
- LYKKE, A. M. 1998. Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants' size class distributions and local information. **Biodiversity and Conservation** **7**: 1261-1275.
- MACEDO, T. S.; GOÉS NETO, A. & NONATO, F. R. 2013. Análise florística e fitogeografia das samambaias e licófitas de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Santa Teresinha, Bahia, Brasil. **Rodriguésia** **64** (3): 561-572.
- MACIEL, B. A. 2007. Mosaicos de Unidades de Conservação: uma estratégia de conservação para a Mata Atlântica. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília. 182p.
- MARQUES, M. M. & KRUPEK, R. M. 2014. Distribuição espacial e estrutura populacional de *Dicksonia sellowiana* Hook. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em União da Vitória, Paraná. **Ambiência** **10**: 351-362.
- MARTINS, P.S. 1987. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação “in situ”. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais** **35**: 71-78.

- MEIRELLES, M.L. & LUIZ, A.J.B. 1995. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** **18** (2):185-189.
- MEHLTRETER, K. & GARCÍA-FRANCO, J. G. 2008. Leaf Phenology and Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a Lower Montane Mexican Forest. **American Fern Journal** **98** (1): 1-13.
- MORAES, A. C. S. 2011. Fenologia e síndromes de polinização e dispersão e potencial hídrico de espécies lenhosas de Cerrado, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Botânica) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. 76p.
- MORAN R. C.; KLIMAS S. & CARLSEN M. 2003. Low-trunk epiphytic fern on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica** **35**: 48-56.
- MORELLATO, L. P. C.; RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F.; JOLY, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e Floresta Mesófila Semi-decídua na Serra do Japí, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, **12**: 85 - 98.
- MORELLATO L. P. C.; ALBERTON B.; ALVARADO S. T.; BORGES B.; BUISSON E.; CAMARGO M. G. G.; CANCIAN L. F.; CARSTENSEN D. W.; ESCOBAR D. F. E.; LEITE P. T. P.; MENDOZA I.; ROCHA N. M. W. B.; SOARES N. C.; SILVA T. S. F.; STAGGEMEIER V. G.; STREHER A. S.; VARGAS B. C. & PERES C. A. 2016. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation** **195**: 60–72.
- NAGANO, T.; SUZUKI, E. 2007. Leaf demography and growth pattern of the tree fern *Cyathea spinulosa* in Yakushima Island. **Tropics** **16** (1): 47-57.
- NEUMANN M. K.; SCHNEIDER P. H. & SCHMITT J. L. 2014. Phenology, caudex growth and age estimation of *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) in a subtropical forest in southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica** **28** (2): 274-280.
- NEWTON, A. C. 2007. Forest Ecology and Conservation. Oxford: Oxford University Press. 454 p.
- OLIVEIRA, P. E. A. M.; RIBEIRO, J. F.; GONZALES, M. I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kyelmeyera coriaceae* Mart. de cerrados de Brasília. **Revista Brasileira de Botânica** **12**(2): 39-47.
- ORTEGA, F. 1984. Notas sobre la autecologia de *Sphaeropteris sanilis* (Kl) Tryon (Cyatheaceae) em el Parque Nacional El Ávila - Venezuela. **Pittieria** **12**: 31-53.

- PACIENCIA, M.L.B. & PRADO, J. 2005. Distribuição espacial de pteridófitas na Mata Atlântica do sul da Bahia. **Hoehnea** **32(1)**: 103-117.
- PAUL, A.; BHATTACHARJEE, S.; CHODHURY, B. I. & MOHAMED, L. K. 2015. Population Structure and Regeneration Status of *Cyathea gigantea* (Wallich ex Hook. f.) Holttum, a Tree Fern in Arunachal Pradesh, India. **Journal of Forest and Environmental Science** **31 (3)**: 164-176.
- PEREIRA, A. F. N.; SILVA, I. A.A; SANTIAGO, A. C. P. & BARROS, I. C. L. 2013. Richness, geographic distribution and ecological aspects of the fern community within the Murici Ecological Station in the state of Alagoas, Brazil. **Acta Botanica Brasilica** **27(4)**: 788-800.
- PÉREZ-PAREDES, M. G.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, A. & TEJERO-DÍEZ, J. D. 2014. Estructura poblacional y características del hábitat de dos especies de Cyatheaceae del estado de Hidalgo, México. **Botanical Sciences** **92 (2)**: 259-271.
- PETERS, C. M. 1994. **Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: an ecological primer**. Washington: Biodiversity Support Program. 47p.
- PIETROBOM, M. R. & BARROS, I. C. L. 2006a. Pteridófitas da Mata do Estado, Município de São Vicente Férrer, Estado de Pernambuco, Brasil: Cyatheaceae, Dennstaedtiaceae. **Revista de Biologia Neotropical** **3(2)**: 109-124.
- PIETROBOM, M. R & BARROS, I. C. L. 2006b. Associações entre as espécies de pteridófitas em dois fragmentos de Floresta Atlântica do Nordeste brasileiro. **Biotemas**, **19 (3)**: 15-26.
- PRADO, J. & SYLVESTRE, L. S. 2010. Lista de espécies: samambaias e licófitas. In: FORZZA, R.C.; LEITMAN, P.M.; COSTA, A.F.; CARVALHO Jr., A.A.; PEIXOTO, A.L.; WALTER, B.M.T.; BICUDO, C.; ZAPPI, D.; COSTA, D.P.; LLERAS, E.; MARTINELLI, G.; LIMA, H.C.; PRADO, J.; STEHMANN, J.R.; BAUMGRATZ, J.F.A.; PIRANI, J.R.; SYLVESTRE, L.; MAIA, L.C.; LOHMANN, L.G.; QUEIROZ, L.P.; SILVEIRA, M.; COELHO, M.N.; MAMEDE, M.C.; BASTOS, M.N.C.; MORIM, M.P.; BARBOSA, M.R.; MENEZES, M.; HOPKINS, M.; SECCO, R.; CAVALCANTI, T.B.; SOUZA, V.C. 2010. **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Andréa Jakobsson Estúdio. P. 522-567.

- RAMÍREZ-VALENCIA, V.; SANÍN, D.; ÁLVAREZ-MEJÍA, L.M. 2009. Estimación Del Crecimiento de *Dicksonia sellowiana* Hook., (Dicksoniaceae Hook.), en la Reserva Forestal Protectora de Río Blanco, Manizales, Caldas, y Registros Colombianos de su Fertilidad. **Boletín Científico Museo de Historia Natural 13 (1)**: 17- 29.
- REICH, P. B. 1994. Phenology of tropical forest: Patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany 73**: 141-159.
- RICKLEFS, R. E. 2003. A economia da natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503 p.
- ROBERTS, N. R., P. J. DALTON & G. J. JORDAN. 2005. Epiphytic ferns and bryophytes of Tasmania tree ferns: A comparison of diversity and composition between two host species. **Austral Ecology 30**: 146-154.
- SANTIAGO, A. C. P.; SOUSA, M. A.; SANTANA, E. S. S. & BARROS I. C. L. 2014. Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. **Biotemas 27 (2)**: 9-18.
- SANTOS, C. H. V. & FISCH, S. T. V. 2013. Fenologia de espécies arbóreas em região urbana de Taubaté, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana 8 (3)**: 01-17.
- SARMIENTO, G.; MONASTERIO, M. 1983. Life forms and phenology. In: BOULIERE, F. (Ed.). **Ecosystems of the world: tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier. Pp. 79 - 108.
- SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences of consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics 24**: 353 - 377.
- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2001. Prejuízos causados pela geada no desenvolvimento de *Alsophila setosa* Kaulf. (Pteridophyta, Cyatheaceae). **Revista de estudos / Centro Universitário Feevale 24**: 79-88.
- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica 19 (4)**: 859-865.
- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2006. Phenological aspects of frond production in *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae: Pteridophyta) in southern Brazil. **Fern Gazette 17**: 263-270.

- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2007. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **21** (3): 731-740.
- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2012. Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) in secondary forest, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **72**(2): 397-405.
- SCHMITT, J. L.; SCHNEIDER, P. H.; WINDISCH, P. G. 2009. Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23** (1): 282-291.
- SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. 2012. Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) in secondary forest, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **72**(2): 397-405.
- SCHMITT, J. L.; SCHNEIDER, P. H.; WINDISCH, P. G. 2009. Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **23** (1): 282-291.
- SCHWARTSBURD, P. B. & LABIAK, P. H. 2007. Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Hoehnea** **34**(2): 159-209.
- SEILER, R. L. 1981. Leaf Turnover Rates and Natural History of the Central American Tree Fern *Alsophila salvinii*. **American Fern Journal** **71** (3): 75-81.
- SEILER, R. L. 1984. Trunk Length and Frond Size in a Population of *Nephelea tryoniana* from El Salvador. **American Fern Journal** **74** (4): 105-107.
- SHAUKAT, S. S.; AZIZ, S.; AHMED, W. & SHAHZAD, A. 2012. Population structure, spatial pattern and reproductive capacity of two semi-desert undershrubs *Senna holosericea* and *Fagonia indica* in Southern Sindh, Pakistan. **Pakistan Journal of Botany** **44**(1): 1-9.
- SHREVE, F. 1914. **A Montane Rain-Forest**: A contribution to the physiological plant geography of Jamaica. Washington : Carnegie Institution of Washington.
- SILVA, F.C.L., 2008. **Ecofisiologia de Cyatheaceae (Monilophyta): fenologia, banco de esporos, anatomia e germinação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. 84 p.
- STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SOBRAL, M. & KAMINO, L. H. Y. 2009. Gimnospermas e Angiospermas In: STEHMANN, J. R.; FORZZA, R. C.; SALINO,

- A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P. & KAMINO, L. H. Y. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 516p.
- TAMAKI, V; NIEVOLA, C. C.; MEDINA, I. A.; LOPES, E. A. & SUZUKI, R. M. 2014. Sobrevivência de *Cyathea atrovirens* (Cyatheaceae; Pteridophyta) após desmatamento. **Revista do Instituto Florestal** **26** (2): 215-225.
- TANNER, E. V. J. 1983. Leaf demography and growth of tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. **Botanical Journal of the Linnean Society** **87** (3): 213-227.
- TRYON, R. M & GASTONY, G. J. 1975. The biogeography of endemism in the Cyatheaceae. **Fern Gazette** **11**: 73 - 79.
- TRYON, R. M. & TRYON, A.F. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to tropical America**. Nova York: Springer-Verlag. 857p.
- WINDISCH, P. G. & SANTIAGO, A. C. P. 2015. Cyatheaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90850>>. Acesso em: 28 Set. 2015.
- WHITMORE, T. C. 1990. Seasonal rhythms. In: WHITMORE, T. C. An introduction to tropical rain forests. Oxford: Clarendon Press. Pp. 52-57.
- YOUNG, K.R. & LEÓN, B. 1989. Pteridophyte species diversity the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. **Brittonia** **41**:388-395.

**4. Manuscrito I - Population structure of the endangered endemic tree fern *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae) in Brazilian Atlantic Forest**

Artigo aceito pela

Iheringia-Série Botânica

4.1 Abstract – This study aimed to determine the population structure of *Cyathea praecincta* in an Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil. Individuals of *C. praecincta* were recorded inside 1800 m<sup>2</sup> of interior forest area. Caudex height was measured in order to classify specimens into length classes and relate this variable with fertility of individuals. Ninety-eight individuals were sampled, featuring a low population density (5.4 individuals per 100 m<sup>2</sup>) when compared to other tree fern populations. The spatial distribution was clustered (Ia = 2.12; p = 0.0002) and the length class distribution followed an exponential or reverse J-shaped pattern. The high number of individuals classified in the smaller length class (0 to 0.25 m) may be an indication that the studied population is under expansion. This endorses the need for conservation of the study area and for reducing the risk of local extinction by disturbances.

Key words: Arborescent, caudex length, population density, aggregated distribution, Northeastern Atlantic Forest.

4.2 Resumo – **Estrutura populacional da samambaia arborescente ameaçada *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), endêmica da Floresta Atlântica Brasileira.**

Este estudo teve como objetivo determinar a estrutura populacional de *Cyathea praecincta* em área de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Indivíduos de *C. praecincta* foram contabilizados em uma área de 1800 m<sup>2</sup> do interior florestal. A altura do cáudice foi mensurada para classificar espécimes em classes de altura e relacionar esta variável com a fertilidade dos indivíduos. Foram amostrados 98 indivíduos, apresentando uma baixa densidade (5.4 indivíduos por 100 m<sup>2</sup>), quando comparada a outras populações de samambaias arborescentes. A distribuição espacial foi agregada (Ia = 2.12; p = 0.0002) e a distribuição por classes de altura seguiu o padrão exponencial ou J-invertido. O alto número de indivíduos em classes de menor altura (0 a 0.25 m) pode ser um indicativo que a população estudada está em expansão. Assim, se reforça a necessidade de conservação da área de estudo em prol de reduzir os riscos de extinção local por distúrbios.

Palavras-chaves: Arborescentes, altura do cáudice, densidade populacional, distribuição agregada, Floresta Atlântica Nordestina.

#### 4.3 Introduction

Investigating the natural population structure, i.e. density, spatial distribution, and age class classification (Ricklefs 2003, Gurevitch *et al.* 2009), represents the fastest way to evaluate the status of a population on a particular location (Peters 1994). This information allows formulating hypotheses on the processes that shape population structure (Dale 1999) as well as sheds light on key aspects such as how habitat exploitation (Oliveira *et al.* 1989) and population regeneration (Clark 1994) has taken place in the area.

The understanding of how populations are structured on a natural space must be a prerequisite for the development of conservation strategies, especially in the case of threatened species (Krishna *et al.* 2009). For example, the survey on the population structure and preferential habitats of *Cyathea cunninghamii* Hook.f. and *Cyathea x marcescens* N.A Wakef. in Australia carried out by Peacock *et al.* (2013) provided fundamental information for the elaboration of the management and conservation plan of these species. In the present study, we surveyed a population of *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae). This tree fern is endemic to the Brazilian Atlantic Forest, occurring from the northeast state of Pernambuco to the southern state of Santa Catarina (Windisch & Santiago 2015), and is classified as a vulnerable species according to the IUCN criteria (Weigand & Lehnert 2016). This species has only rarely been recorded in inventories carried out in Northeastern Atlantic Forest (e.g. Pietrobon & Barros 2007, Pereira *et al.* 2013, Silva *et al.* 2011), which represents the most fragmented and unknown biogeographical unit of this biome, and with the highest number of endemic and/or endangered species populations (Rodrigues *et al.*, 2004) outside protected areas (Ranta *et al.*, 1998, Uchôa-Neto 2002).

Studies involving *C. praecincta* usually present floristic data and only brief information on the species ecology, precisely its preference for forest interior and less anthropized environments (Pietrobon & Barros 2007, Pereira *et al.* 2013). In this context, this study aimed to increase the knowledge on the ecology of *C. praecincta* by analyzing the population structure of the species, including information on the population spatial distribution and density.

#### 4.4 Material and Methods

##### 4.4.1 Study site

The study was performed in a Northeastern Atlantic Forest (NAF) fragment known as “Mata do Tauá” (08°35'50"S and 35°10'02"W), with approximately 280 ha of dense rain forest vegetation, located in the municipality of Sirinhaém, Pernambuco, Northeastern of Brazil. The climate in the area is hot and wet (As) with a short dry season (October to December, < 60 mm), average annual temperature of 24°C and annual rainfall of 2100 mm (Climate-Data.Org 2015). The site is not an official Conservation Unit, but the management of the Mill responsible for the area (Trapiche Mill) controls and monitors the use of the forest.

##### 4.4.2 Field work and data analysis

Seventy-two contiguous 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) plots were established inside a total area of 1800 m<sup>2</sup> (60 x 30 m) where the species occurred inside the forest, including moist slopes close to watercourses. The number of *C. praecincta* individuals per plot, the presence of fertile leaves and the caudex length of these individuals were recorded. In this study, each erect caudex with a crown of fronds was recognized as an individual and underground connections between caudices were not considered. The above-ground portion of caudices was considered in measurements. Partially exposed caudices (i.e. partially covered by soil) were assigned to the smaller length class. Fertility rate was based on the number of individuals with fertile leaves. Population density was determined based on the average number of individuals per 100 m<sup>2</sup>, according to the criteria employed by Schmitt & Windisch (2005). The spatial distribution pattern was determined through the Aggregate Index (Ia) proposed by Perry *et al.* (1998), which characterizes three patterns: (I) clustered, when values are higher than 1; (II) regular, when values are lower than 1; and (III) random, when values are equal to 1. This index was computed in the SADIEShell software (Perry *et al.* 1998).

The area of occurrence of the population was mapped using Cartesian coordinates (*X* and *Y*) and each plot was described considering its spatial position. This analysis was performed in the SADIEShell software (Perry *et al.* 1998).

Individuals were classified into height interval classes determined by Tanner (1983) for tree fern species, with adaptations, as follow: 0 to 0.25 m (Class 1), > 0.25 to 0.5 m (Class 2), > 0.5 to 0.75 m (Class 3), > 0.75 to 1.0 m (Class 4), > 1.0 to 1.25 m (Class 5), > 1.25 to 1.5 m (Class 6), > 1.5 to 1.75 m (Class 7) and > 1.75 m (Class 8).

To analyze the relationship between caudex height and fertility of individuals, a logistic regression was carried out using the software Statistica 7.0 (StatSoft 2002). For all tests, the significance level adopted was  $p \leq 0.05$ .

#### 4.5 Results

Among the 98 *C. praecincta* individuals sampled, 72 were sterile, corresponding to 5.4 individuals per 100 m<sup>2</sup>. The longer caudex recorded was 1.98 m and 46 individuals had non-exposed caudices, with leaves emerging almost directly from the ground. There was no record of individuals in more than 50% of the plots (46) and the highest number of individuals per plot was 18. The population showed a highly clustered spatial distribution pattern ( $I_a = 2.12$ ;  $p < 0.001$ ) (Fig. 1).

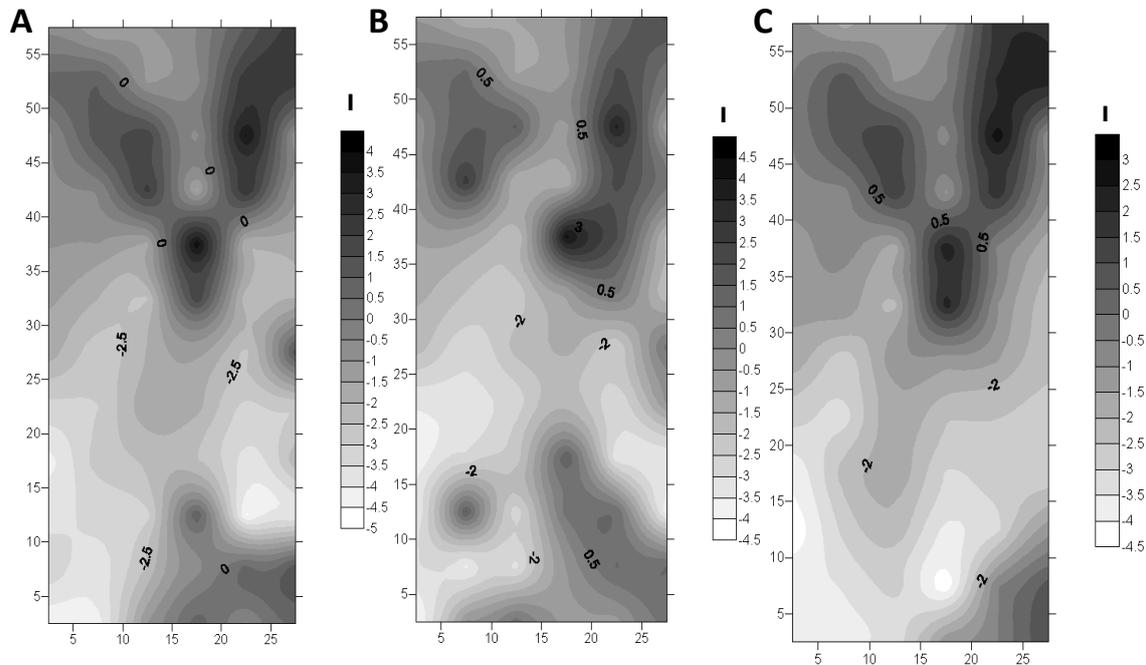


Figure 1: Spatial distribution of *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin in an Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil. A - Total individuals sampled within 25m<sup>2</sup>; B - Spatial distribution of sterile *C. praecincta* individuals within 25m<sup>2</sup>; C - Spatial distribution of fertile of *C. praecincta* individuals within 25m<sup>2</sup>.  $I_a$  = Aggregation index; the highly clustered pattern in the population is represented by the black patches.

Most individuals (68%) had small caudex length, classified in the shortest category, the class one (Fig. 2). Only one individual had the largest length, in the class eight (Fig. 2). The fertility rate was positively related to caudex length ( $\chi^2 = 41.5245$ ;  $df = 1$ ;  $p < 0.001$ ), although three fertile plants (with 5, 10 and 15 cm) were classified in the smaller length class.

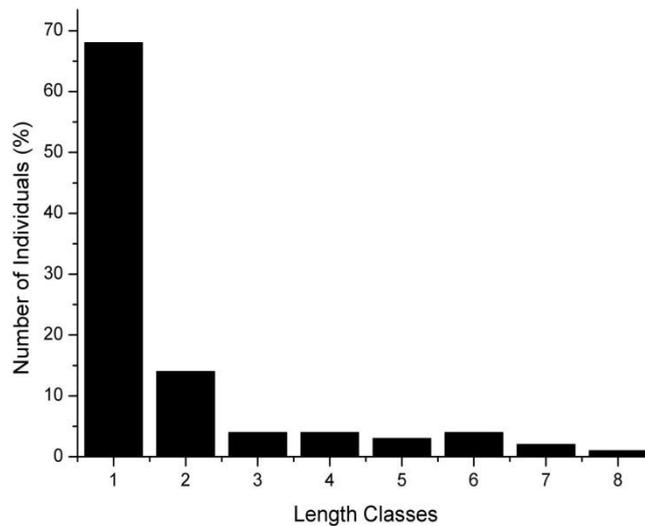


FIGURE 2: Caudex length classification of a *Cyathea praecincta* (Kunze.) Domin population in an Atlantic Forest fragment in Northeastern Brazil.

#### 4.6 Discussion

The *C. praecincta* population studied had low density when compared to other Cyatheaceae species. For example, densities of 17.4 and 11.5 individuals per 100 m<sup>2</sup> have been recorded for *Alsophila setosa* Kaulf. and *C. delgadii* Sternb., respectively, in southern Atlantic Forest (Schmitt & Windisch 2005, 2007, respectively), and 12.9 individuals per 100 m<sup>2</sup> for *C. delgadii* in the Brazilian Cerrado (Lehn & Resende 2007). This can be a reflection of the different conservation states of the Southern and Northeastern Atlantic Forest. The NAF has a history of intense anthropogenic disturbance, so that most of the forest remnants are small and isolated (Ranta *et al.* 1998). This can influence the density of plant populations (Young *et al.* 1996). In fact, large populations of Cyatheaceae species in NAF fragments are rare (Iva Barros, unpublished data), and this is linked to the land use dynamics.

The clustered distribution found in the studied *C. praecincta* population is typical of Cyatheaceae (Arens & Baracaldo 1998, Schmitt & Windisch 2005, 2007, Lehn & Resende 2007, Jones *et al.* 2007) and herbaceous ferns (Mallmann *et al.* 2013). This pattern can be a result of fern spore dispersion, where most of the spores land close to the parent plant (Wolf *et al.* 2001), or a result of vegetative reproduction, as reported in other Cyatheaceae (e.g. Schmitt & Windisch 2005; Lehn & Resende 2007), and/or microhabitat spatial arrangement, which may have influenced the high number of plots without *C. praecincta* individuals in the present study. Some microhabitats do not favor the occurrence of the species, like highly wet

soils (close to watercourses) that offer little stability for caudex fixation. Furthermore, strong dominance of angiosperms in some spots may also lead to absence of *C. praecincta* individuals, either by hampering spore germination or by prompting intense competition for resources.

The high proportion of individuals on the smaller height classes observed in the present *C. praecincta* population has been also reported for other Cyatheaceae species, including *Sphaeropteris senilis* (Klotzsch) R.M. Tryon (Ortega 1984), *A. setosa* (Schmitt & Windisch 2005), *C. delgadii* (Schmitt & Windisch 2007; Lehn & Resende, 2007), *C. spinulosa* Wall. ex Hook. (Nagano & Suzuki 2007) and *A. firma* (Baker) D. S. Conant (Mehlreter & García-Franco 2008). The result features an exponential or reverse J-shaped pattern (Scolforo *et al.* 1998), which is frequently associated with favorable environment conditions for establishment of new individuals in plant populations or the history of reproduction of the species in the area.

The relation between caudex height and fertility found in the present *C. praecincta* population has been reported for other tree ferns (e.g. Schmitt & Windisch 2005). The expression of this phenophase in plants in the first length class could be justified by the presence of vegetative reproduction in this population. As pointed by Schmitt & Windisch (2005), some tree ferns have the ability to form new plants from underground branches (i.e. stoloniferous propagation). This condition was also observed by Lehn & Rezende (2007) in *C. delgadii*, who reported a case where a 14 cm tall individual that had originated from vegetative reproduction was found producing fertile leaves. Thus, we emphasize the important role of vegetative reproduction, not only in the occupation of new spaces but also in the formation of fertile fronds in smaller individuals, as such branches may be small in size, but they have originated from older plants.

The low number of fertile plants in the *C. praecincta* population studied has been also reported in other tree ferns, such as *C. delgadii* (Santos & Windisch 2007). This result indicates that the population remains in initial stages of expansion in areas that favor the establishment of *C. praecincta*.

In short, the clustered distribution, which points to preference for specific habitats, associated with intense fragmentation of NAF fragments, may have caused the low density observed in *C. praecincta* when compared to others studies. Despite such low density, the high number of individuals classified in the smaller length class (0 to 0.25 m) may be an indication that the studied population is under expansion. This endorses the need for

conservation of the study area and for reducing the risk of local extinction by disturbances such as excessive tree removal that could modify the optimal microhabitat of the species, further increasing the vulnerable status of *C. praecincta*.

#### 4.7 Acknowledgements

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for providing research assistantships; the Trapiche Mill for allowing and supporting the development of this study in the Xanguá Forest; and to everyone who directly or indirectly helped in carrying out this study. We thanks two reviewers to their contributions.

#### 4.8 References

- Arens, N. C. & Baracaldo, P. S. 1998. Distribution of tree ferns (Cyatheaceae) across a successional mosaic in an Andean cloud Forest, Narino, Colombia. *American Fern Journal* 88: 60-71.
- Clark, D. A. 1994. Plant Demography. In *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest* (A. Lucinda, I. Macdade, K. S. Bawa, H.A. Hespenheide & G. S. Hartshorn, eds.). University of Chicago Press, Chicago, p. 90-105.
- Climate-Data.Org. 2016. Clima: Sirinhaém. Available in: <<http://pt.climate-data.org/location/4459/>>. Access in 04.06.2016.
- Coelho S. J., Carvalho E. M. A. F. & Maia L. G. S. 2007. Resgate das Pteridófitas na área diretamente afetada do Aproveitamento Hidrelétrico do Funil – MG. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 489-491.
- Dale, M. R. T. 1999. *Spatial pattern analysis in plant ecology*. Cambridge University, Cambridge. 326p.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M. & Fox, G. 2009. *Ecologia vegetal*. 2 ed. Artmed, Porto Alegre, v. 2, 574 p.
- Jones, M. M., Rojas, P. O., Tuomisto, H. & Clark, D. B. 2007. Environmental and neighbourhood effects on tree fern distributions in a neotropical lowland rain Forest. *Journal of Vegetation Science* 18: 13-24.
- Kornás, J. 1977. Life-forms and seasonal patterns in the pteridophytes in Zambia. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 46: 669-690.

- Krishna, U., Kanta, B. S., Dibyendu, A. Ratul, B. & John, L. N. 2009. Regeneration ecology and population status of a critically endangered and endemic tree species (*Ilex khasiana* Purk.) in north-eastern India. *Journal of Forestry Research* 20(3): 223-228.
- Lehn, C.R. & Resende, U.M. 2007. Estrutura populacional e padrão de distribuição espacial de *Cyathea delgadii* Sternb.(Cyatheaceae) em uma Floresta Estacional Semidecidual no Brasil Central. *Revista de Biociências* 13(3-4): 188-195.
- Mehlreter, K. & García-Franco, J.G. 2008. Leaf phenology and trunk growth of the deciduous tree fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a Lower montane Mexican forest. – *American Fern Journal* 98(1): 1-13.
- Mallmann, I. V., Rocha, L. D. & Schmitt, J. L. 2013. Padrão de distribuição espacial de quatro espécies de samambaia em três fragmentos de mata ciliar do rio Cadeia, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 11(2): 139-144.
- Nagano, T. & Suzuki, E. 2007. Leaf demography and growth pattern of the tree fern *Cyathea spinulosa* in Yakushima Island. *Tropics* 16(1): 47-57.
- Oliveira, P. E. A. M., Ribeiro, J. F., Gonzales, M. I. 1989. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Kyelmeyera coriaceae* Mart. de Cerrados de Brasília. *Revista Brasileira de Botânica* 12(2): 39-47.
- Ortega, F. 1984. Notas sobre la autoecología de *Sphaeropteris senilis* (KL) Tryon (Cyatheaceae) en el Parque Nacional el Avila - Venezuela. *Pittieria* 12: 31-53.
- Peacock, R. J., Downing, A., Brownsey, P. & Cameron, D. 2013. Distribution, habitat preferences and population sizes of two threatened tree ferns, *Cyathea cunninghamii* and *Cyathea x marcescens*, in south-eastern Australia. *Cunninghamia* 13: 001-024.
- Peters, C. M. 1994. Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: an ecological primer. Biodiversity Support Program, Washington. 45 p.
- Pereira, A. F. N., Silva, I. A. A., Santiago, A. C. P. & Barros, I. C. L. 2013. Richness, geographic distribution and ecological aspects of the fern community within the Murici Ecological Station in the state of Alagoas, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 27(4): 788-800.
- Perry, J.N.; Bell, E.D.; Smith, R.H. & Woiwod, I.P. 1998. SADIE: software to measure and model spatial pattern. *Aspects of Applied Biology* 46: 95-102.
- Pietrobon, M. R. & Barros, I. C. L. 2007. Pteridoflora do Engenho Água Azul, município de Timbaúba, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 58: 085-094.

- Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E. & Siitonen, M. 1998. The fragmented Atlantic rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of Forest fragments. *Biodiversity and Conservation* 7: 385-403.
- Ricklefs, R. E. 2003. *A economia da natureza*. 5 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 503 p.
- Rodrigues, A. S. L., Andelman, S. J., Bakarr, M. I., Boitani, L., Brooks, T. M., Cowling, R. M., Fishpool, L. D. C., Fonseca, G. A. B., Gaston, K. J., Hoffmann, M., Long, J. S., Marquet, P. A., Pilgrim, J. D., Pressey, R. L., Schipper, J., Sechrest, W., Stuart, S. N., Underhill, L. G., Walter, R. W., Watts, M. E. J. & Yan, X. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428: 640-643.
- StatSoft. 2002. *STATISTICA for Windows 6.0*. StatSoft, Tulsa. Computer program manual.
- Schmitt, J. L. & Windisch, P. G. 2005. Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4): 859-865.
- Schmitt, J. L. & Windisch, P. G. 2007. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21(3): 731-740.
- Scolforo, J. R. S., Pulz, F. A. & Melo, J. M. de. 1998. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In *Manejo Florestal* (J. R. S. Scolforo, ed.). UFLA/FAEPE, Lavras, p. 189-246.
- Silva, I. A. A., Pereira, A. F. N. & Barros, I. C. L. 2011. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 71(2): 421-430.
- Tanner, E. V. J. 1983. Leaf demography and growth of treefern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. *Botanical Journal of the Linnean Society* 87: 213-227.
- Uchôa-Neto, C. A. M. 2002. Integridade, grau de implementação e viabilidade das unidades de conservação de proteção integral na floresta Atlântica de Pernambuco. Dissertação 45 f., Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Weigand, A. & Lehnert, M. 2016. The scaly tree ferns (Cyatheaceae-Polypodiopsida) of Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 30(3): 1-15.
- Windisch, P. G. & Santiago, A. C. P. 2015. Cyatheaceae. In *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Available in: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90850>>. Access in 06.01.2016.

Wolf, P.G., Schneider, H. & Ranker, T. 2001. Geographic distributions of homosporous ferns: does dispersal obscure evidence of vicariance? *Journal of Biogeography* 28: 263-270.

Young, A., Boyle, T. & Brown, T. 1996. The population genetics consequences of habitat fragmentation for plants. *Tree* 11(10): 413-418.

**5. Manuscrito II - Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae) em um remanescente de Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil**

**Artigo a ser enviado ao  
Journal of Plant Research**

Mayara Magna Silva

Depto.de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Professor Moraes Rêgo,  
50560-901, Recife, PE, Brasil. Fone: (81) 3271-8849. E-mail: mayaramallet@yahoo.com.br

Área do trabalho: (2): Ecologia / Ecofisiologia / Biologia Ambiental

O trabalho contém duas tabelas e três figuras todas preto-e-brancas.

### 5.1 Resumo

Os estudos fenológicos de plantas vasculares endêmicas fornecem informações importantes que podem auxiliar na conservação destas espécies. Desta forma, o presente estudo objetivou analisar a fenologia de uma população de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin, uma samambaia arborescente endêmica da Floresta Atlântica brasileira. Para o acompanhamento fenológico, foram selecionados 47 indivíduos, de mais fácil acesso na área, nos quais foram analisadas a fenologia foliar (vegetativa e reprodutiva) da espécie, durante o período de 18 meses. A população apresentou uma fenologia contínua em seus eventos, possibilitando uma manutenção na sua taxa fotossintética. As taxas de produção de folhas novas ( $5,82 \pm 8,28$  folhas por ano<sup>-1</sup>) e de mortalidade ( $5,53 \pm 9,39$  folhas mortas por ano<sup>-1</sup>) foram similares, evidenciando a capacidade de manter um número estável de folhas. Foi observada uma baixa sincronia entre indivíduos produzindo folhas mortas ( $Z = 0,32$ ) e novas ( $Z = 0,3$ ), e uma assincronia para os indivíduos produzindo folhas férteis ( $Z = 0,06$ ), revelando uma variação intraespecífica na população. A sazonalidade pluviométrica teve um efeito restritivo na fertilidade das plantas, com uma maior produção de folhas férteis durante o período chuvoso. As demais fenofases não sofreram um controle rigoroso das variações climáticas, sugerindo um forte controle endógeno.

**Palavras-chaves:** Cyatheaceae, Fenologia, samambaia arborescente, Variáveis climáticas.

## 5.2 Introdução

Os eventos biológicos que ocorrem ao longo do ciclo de vida das plantas são regulados, de um modo geral, pelas mudanças periódicas no clima, que podem ser considerados um importante fator na seleção das espécies (Rathcke & Lacey 1985, Ferraz et al 1999, Begon et al 2006). A fenologia é o estudo da ocorrência destes fenômenos na história natural das espécies e sua relação principalmente com o clima (Lee et al 2008), possibilitando determinar causas e consequências dos diversos fatores condicionantes sobre processos do desenvolvimento reprodutivo e vegetativo das plantas. Desta forma, os estudos acerca dos padrões fenológico se tornam essenciais, pois refletem como o ambiente afeta o crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas (Farias et al 2015), fornecendo informações que podem auxiliar na conservação das espécies (Morellato et al 2016).

No grupo das samambaias, que independem de polinizadores e dispersores para seus eventos reprodutivos (Wagner & Gómez 1983), mudanças da temperatura do ar e da pluviosidade têm sido identificadas como os principais fatores externos a controlar direta ou indiretamente os ritmos fenológicos destas plantas, incluindo produção, expansão e senescência foliar (Arens 2001, Ash 1986, Farrar & Gooch 1975, Page 1997, Tanner 1983). Em climas tropicais, as samambaias têm demonstrado padrões fenológicos diversificados, embora estudos recentes evidencie a predominância de padrões fenológicos sazonais, geralmente correlacionadas com a pluviosidade (Mehltreter & Palacios-Rios 2003, Lee et al 2009, Souza et al 2013). Entretanto, algumas espécies não apresentam ritmos fenológicos sazonais, mesmo em áreas com uma estação seca bem definida (Farias & Xavier 2011, Farias et al 2015).

As samambaias arborescentes estão amplamente distribuídas nos trópicos, apresentando preferências por nichos climáticos altamente conservados e em regiões com uma limitada variação na temperatura do ar e na pluviosidade, onde sabe-se que pequenas variações dessas variáveis podem interferir no crescimento ou em outros processos de desenvolvimento destas plantas (Large & Braggins 2004). Estas espécies de samambaias são componentes importantes na vegetação tropical, desempenhando papéis ecológicos significativos, como, por exemplo, abrigar muitas espécies de invertebrados, líquens e fungos, além de servir como forófito para epífitas, possuindo espécies restritas a seus cáudices (Moran et al 2003). No Brasil, suas espécies representam um alvo de exploração extrativista, pois seus cáudices são utilizados como substratos para cultivo de plantas ornamentais ou plantas inteiras são utilizadas em jardinagem (Schmitt & Windisch 2012), além de serem utilizados

com finalidade medicinal. Desta forma, diante da importância ecológica destas espécies, o presente estudo teve como objetivo analisar a fenologia foliar de uma população de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin (Cyatheaceae), endêmica da Floresta Atlântica do Brasil, em um remanescente de Floresta Atlântica do Nordeste brasileiro.

### 5.3 Material e métodos

#### 5.3.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido em um fragmento florestal (Mata do Tauá) (08°34'S e 35°10'O), situada no município de Sirinhaém, Pernambuco, Nordeste do Brasil. O remanescente possui cerca de 280 hectares de vegetação Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE 1992), limitado por uma matriz de cana-de-açúcar.

#### 5.3.2 Dados Climáticos

O clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo As (quente e úmido), caracterizado por uma média anual de temperatura de 24°C e uma média anual de pluviosidade maior que 1155 milímetros, com uma média histórica anual de pluviosidade de 2973 mm registrados durante os últimos 20 anos, de acordo com os dados obtidos da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A área é caracterizada por um curto período seco (definido como a sequência de meses com precipitações pluviométricas mensais inferiores a 60 mm sensu Wright & Van Schaik 1994) entre outubro e dezembro (máxima de 55 mm). Os dados de temperatura e pluviosidade para o período de estudo são evidenciados na Figura 1. A temperatura variou entre a mínima de 24,8°C (julho 2015) e a máxima de 27,9°C (abril 2015) (Fig. 1). Os dados de pluviosidade e temperatura da região foram obtidos através da APAC e do site de informações meteorológicas Weatherbase (<http://www.weatherbase.com>), respectivamente.

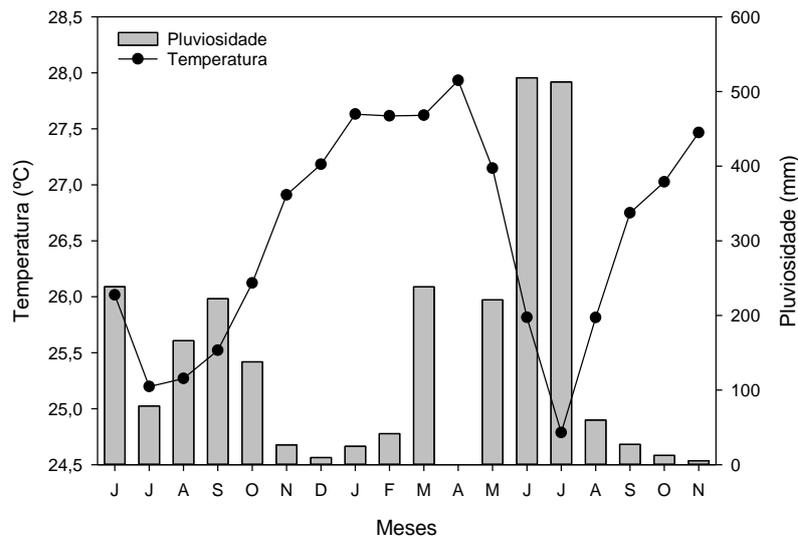


FIGURA 1. Climatograma para o município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015 (18 meses).

#### 5.3.4 Espécie estudada

*Cyathea praecincta* (Kunze) Domin é uma samambaia arborescente pertencente à família Cyatheaceae e endêmica da Floresta Atlântica do Brasil, ocorrendo de Pernambuco à Santa Catarina (Windisch & Santiago 2015). Esta espécie é caracterizada pelas folhas bipinadas com soros submarginais sem indúzio (Large & Braggins 2004) e pelas escamas da base do pecíolo grandes e alvas ou conspicuamente bicolores (Matos 2009). Na população estudada, os indivíduos apresentaram cáudice decumbente, variando entre zero (indivíduos com cáudice ainda não formado) e 196 cm, enquanto que o comprimento das folhas variou entre 17 e 218 cm.

#### 5.3.5 Observações fenológicas

O monitoramento da população de *C. praecincta* foi realizado mensalmente em 47 indivíduos, de mais fácil acesso na área, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015, totalizando 18 meses de observações. Os indivíduos foram marcados com etiquetas plásticas, numeradas e presas a um dos seus pecíolos ou, quando possível, ao cáudice. Para determinar a produção e expansão foliar, as folhas novas foram marcadas com etiquetas plásticas numeradas e seu desenvolvimento acompanhado.

### 5.3.6 Análise dos dados

As taxas de produção e mortalidade foliar foram determinadas a partir das respectivas médias mensais de folhas novas (sem levar em consideração a fertilidade da folha) e mortas que foram registradas na população. As taxas de produção de folhas férteis e estéreis corresponderam às médias mensais de produção destas folhas, respectivamente, onde não foram consideradas as folhas que emergiram no último mês de observação, devido à impossibilidade de diferenciação entre estas folhas. Foi utilizado o teste t-Student para amostras pareadas a fim de comparar as médias mensais de produção das folhas férteis e estéreis da população, através do programa STATISTICA 7.0 (Statsoft INC. 2002).

Os aspectos temporais de ocorrência das fases foliares foram utilizados para classificar a fenologia da população como sazonal ou contínua (modificado de Newstrom et al. 1994). Foi considerado padrão sazonal a ocorrência de determinado evento fenológico durante o período de estudo, com obrigatoriamente uma época de maior frequência de indivíduos e com ausência da fase foliar por período igual ou maior que dois meses. O padrão contínuo foi definido como a ocorrência sem interrupções ao longo do período de estudo.

Para estimar a sincronia das fenofases produção foliar, produção de folhas férteis e estéreis e mortalidade foliar foi utilizado o Índice de sincronia ( $Z$ ), adaptado de Augspurger (1983), que mede o grau de sobreposição entre pares de indivíduos de uma população em uma determinada fenofase, definido como:

$$Z = \sum_{i=1}^n x_i / n$$

onde,  $X_i$  = sincronia do indivíduo  $i$  com seus coespecíficos;  $n$  = número de indivíduos na população.

A sincronia de um determinado indivíduo com seus coespecíficos ou o índice de sincronia individual ( $x_i$ ) é definida por:

$$x_i = (1/n - 1) \cdot (1/f_i) \cdot \sum_{i=1}^n e_{j \neq i}$$

Onde:  $e_j$  = número de meses que os indivíduos  $i$  e  $j$  estão na mesma fenofase;  $f_i$  = número de meses em que o indivíduo  $i$  esta na fenofase;  $n$  = número de indivíduos na população. Quando  $Z = 1$  ocorre uma sincronia perfeita, isto é, todos os indivíduos da população apresentam-se simultaneamente na mesma fase fenológica. Quando  $Z = 0$ , não ocorre nenhuma sincronia entre os indivíduos da população.

A expansão foliar foi calculada como o número de centímetros que foram adicionados ao desenvolvimento das folhas em um mês e dividido pelo número de dias entre as medições (Schmitt e Windisch 2012).

A intensidade dos eventos fenológicos foi quantificada pela metodologia de Fournier (1974) que considera cinco categorias de intensidade (1 a 5 e intervalo de 25% entre cada categoria), sendo calculada pela equação:

$$\%Fournier = \left( \sum Fournier / 4 n \right) . 100$$

onde  $\sum$  Fournier = somatório das categorias de Fournier para cada indivíduo e  $n$  = número de indivíduos da amostra. Os valores iguais a zero representam ausência da fenofase (1).

As médias mensais da frequência de cada fenofase foram relacionadas à pluviosidade mensal acumulada e às médias mensais de temperatura de cada respectivo mês, assim como para dados climáticos de até dois meses anteriores. As análises foram realizadas através dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ), para a produção foliar, produção de folhas férteis e produção de folhas estéreis com as variáveis climáticas, e coeficiente de Spearman ( $r_s$ ), para mortalidade e expansão foliar com as variáveis climáticas. Os testes foram escolhidos após a análise da normalidade dos dados de cada parâmetro através do teste de Shapiro-Wilk (Zar 1999). Devido à dificuldade de se distinguir a fertilidade das folhas, o último mês de estudo não foi considerado nas análises envolvendo a produção de folhas férteis e estéreis. As análises estatísticas foram realizadas através do programa STATISTICA 7.0 (Statsoft INC. 2002). Para todas as análises estatísticas foram considerados significativos os valores de  $p \leq 0,05$ .

#### 5.4 Resultados

Foram observados dois períodos secos entre novembro de 2014 e fevereiro de 2015 (25,55 mm $\pm$ 13,04) e entre agosto e novembro de 2015 (26,2mm $\pm$ 24,24). Os meses de junho e julho de 2015 corresponderam aos meses mais chuvosos (média de 515,7 mm/mês), e os menores índices de pluviosidade foram registrados entre setembro e novembro de 2015 (média de 14,9 mm/mês). A temperatura variou entre a mínima de 24,8°C (julho 2015) e a máxima de 27,9°C (abril 2015) (Fig. 1).

Os eventos fenológicos de *Cyathea praecincta* foram contínuos durante o período de estudo, onde em todos os meses foram observadas as manifestações de todas as fenofases (Fig. 2). Os indivíduos permaneceram sempre-verdes, com uma taxa anual de 5,82 $\pm$ 8,28 folhas novas por ano<sup>-1</sup>, com cada indivíduo produzindo até duas folhas por mês. Apenas uma

das folhas emergentes ( $n = 234$ ) se apresentou necrosada e foi retirada das análises. As folhas onde foram observados danos mecânicos (com a quebra da raque) após sua total expansão morriam em cerca de quatro meses após o registro do dano. A taxa anual de mortalidade na população foi de  $5,53 \pm 9,39$  folhas mortas por ano<sup>-1</sup> (Tabela 1). A produção mensal de folhas estéreis ( $3,38 \pm 6,75$ ) diferiu da produção de folhas férteis ( $1,8 \pm 5,07$ ) ( $t = 3,4688$ ;  $p = 0,001$ ). A maioria dos indivíduos de *C. praecincta* exibiram apenas folhas estéreis ( $n=23$ ), onde sete produziram apenas folhas férteis.

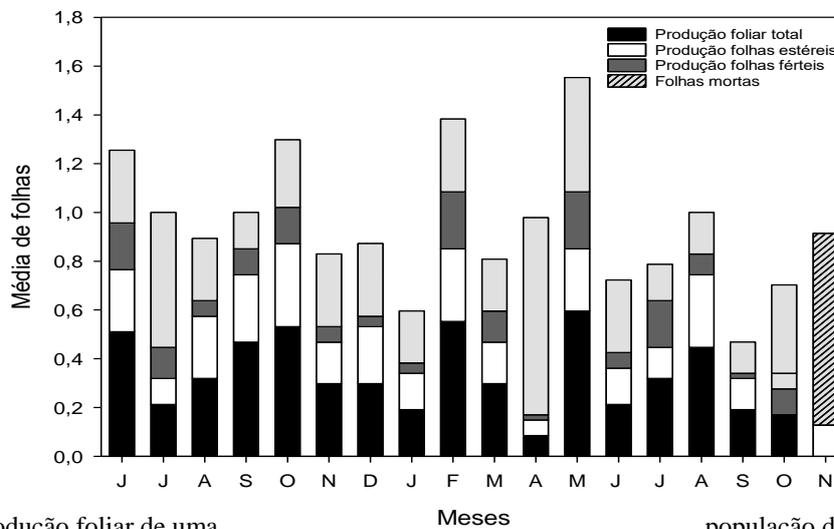


FIGURA 2: Produção foliar de uma população de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015. Valores de Produção de folhas estéreis e Produção de folhas férteis foram retirados do último mês de estudo, devido a dificuldade de distinção entre estas folhas.

A expansão foliar de *C. praecincta* ocorreu em cerca de três meses, sendo observado um rápido crescimento no primeiro mês após a emergência ( $5,4 \pm 4,9$  cm dia<sup>-1</sup>). A segunda maior taxa de expansão foliar ocorreu após 30 dias ( $2,17 \pm 3,3$  cm dia<sup>-1</sup>), e a terceira após 60 dias ( $0,39 \pm 0,14$  cm dia<sup>-1</sup>). As folhas em desenvolvimento, de uma forma geral, cessaram seu crescimento ao mesmo tempo em que a próxima folha mais jovem iniciou a sua fase de crescimento rápido. Durante os meses de acompanhamento, foi registrado que a expansão variou entre  $1,4 \pm 20,9$  cm dia<sup>-1</sup> (maio de 2015) e  $9,4 \pm 60,4$  cm dia<sup>-1</sup> (março de 2015), não sendo encontrada uma correlação entre este processo foliar com pluviosidade e temperatura (Tab. 2).

TABELA 1. Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015 (18 meses).

<i>Cyathea praecincta</i>	Média (± desvio padrão)	Mínimo	Máximo
Comprimento foliar (cm)			
Total	116,3±47,94	11	218
Férteis	149,58±22,72	93	218
Estéreis	96,67±48,63	11	200
Produção foliar			
Total	5,82±8,28	0,08±0,28 (Abr. 2015)	0,59±0,57 (Mai. 2015)
Férteis	1,82±5,07	0,02±0,14 (Abr. e Set.2015)	0,23±0,42 (Fev. e Mai.2015)
Estéreis	3,38±6,75	0,06±0,24 (Abr. 2015)	0,34±0,52 (Out. 2014)
Mortalidade foliar	6,02±9,83	0,12±0,33 (Set.2015)	0,78±0,88 (Nov. 2015)
Nº de folhas por planta	5,52±1,46	3	9

Em cada mês, as manifestações das fenofases ocorreram em menos de 55% da população, com exceção da mortalidade foliar para o mês de novembro 2015 (Fig. 3B), onde foi registrada uma maior frequência de indivíduos com folhas mortas (62%). Entretanto, foi observada uma baixa sincronia na mortalidade foliar ( $Z = 0,32$ ), assim como para a produção foliar ( $Z = 0,3$ ), durante o período de estudo. O menor índice de sincronia foi registrado para os indivíduos produzindo folhas férteis (0,06), principalmente durante o período seco ( $Z = 0,03$ ). Nos meses mais secos (abril e novembro de 2015) (Fig.1), foram observadas as menores intensidade na produção foliar (IF=2,12% e 3,19, respectivamente) (Fig. 3A), que corresponderam aos meses de maior intensidade na mortalidade foliar (IF=18,61% e 19,68%, respectivamente) (Fig. 3B). Entretanto, não foi encontrada correlação significativa entre estas fenofases e temperatura e pluviosidade (Tab.2). Do mesmo modo, não foi encontrada correlação entre temperatura e produção de folhas férteis e estéreis, e entre elas apenas a emergência de folhas férteis apresentou correlação com pluviosidade (Tab.2). Na análise de correlação entre as fases foliares e as variáveis temperatura e pluviosidade com os meses anteriores, não foi observada nenhuma correlação (Tab.2).

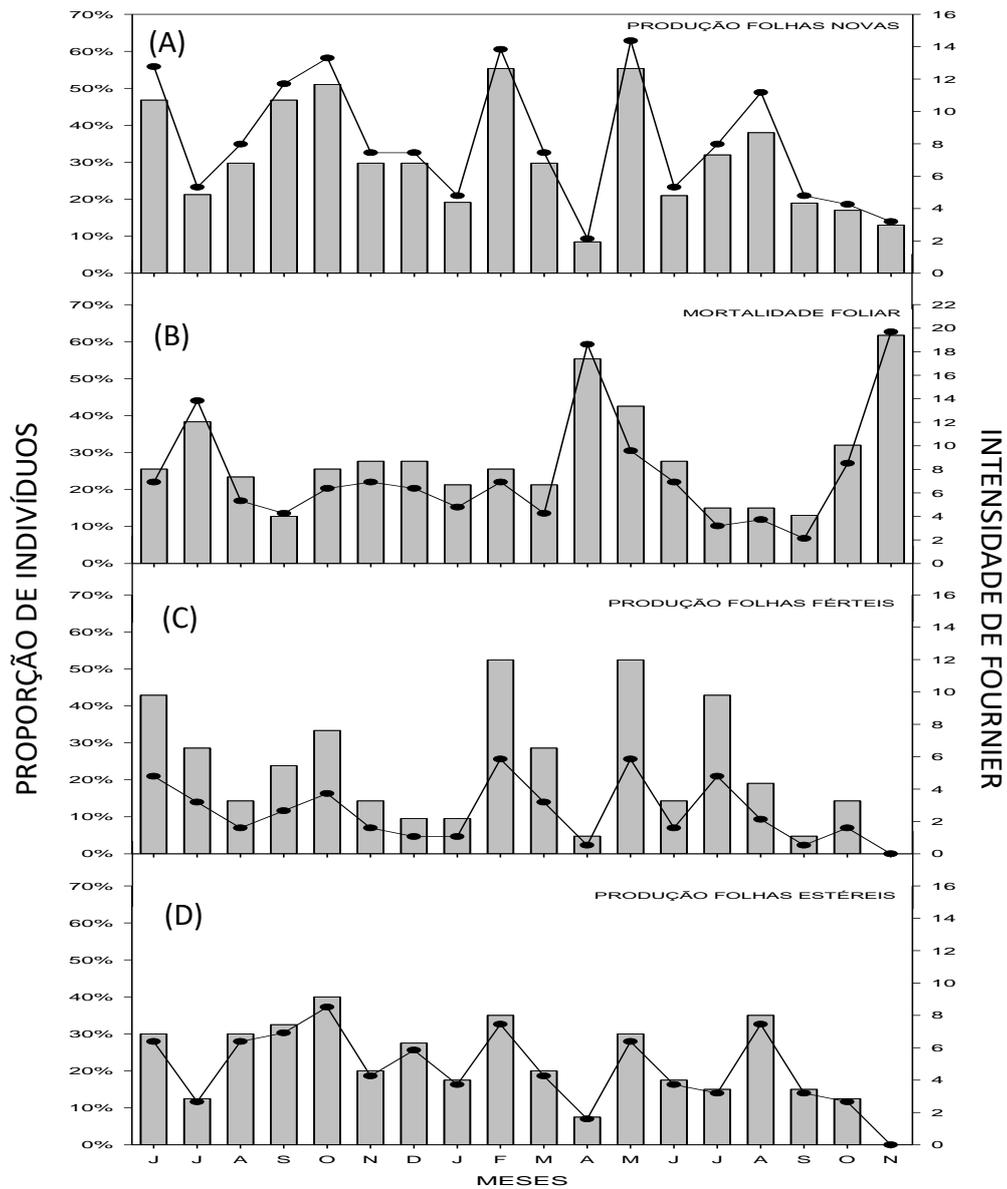


FIGURA 3: Fenologia foliar de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no município de Sirinhaém, Pernambuco, Brasil, durante o período de junho de 2014 a novembro de 2015, com as médias mensais e desvios padrões de cada fenofase e as proporções mensais de indivíduos manifestando cada fenofase. Valores de Produção folhas estéreis e Produção folhas férteis foram retirados do último mês de estudo.

TABELA 2: Coeficientes de correlação de Pearson (r) e Spermann (rs) dos padrões fenológicos de *Cyathea praecincta* (Kunze) Domin com os fatores climáticos (média mensal de temperatura e pluviosidade mensal acumulada) no local de estudo entre o período de junho de 2014 a novembro de 2015 (18 meses). Teste com dados climáticos do respectivo mês de acompanhamento (0), um mês antes da monitorização (1) e dois meses antes de monitorização (2).

Parâmetros fenológicos	Pluviosidade (mm)			Temperatura (°C)		
	0	1	2	0	1	2
Produção folhas novas (r)	0,40268	0,1382	0,23376	- 0,21981	- 0,17837	0,0061334
	p = 0,09	p = 0,58	p = 0,35	p = 0,39	p = 0,47	p = 0,98
Produção folhas férteis (r)	0,61351	0,006525	- 0,006525	- 0,27707	0,14591	0,37155
	<b>p = 0,04</b>	p = 0,60	p = 0,98	p = 0,34	p = 0,57	p = 0,14
Produção folhas estéreis (r)	0,2748	0,16194	0,53462	- 0,1146	- 0,3108	- 0,19634
	p = 0,47	p = 0,94	p = 0,53	p = 0,77	p = 0,22	p = 0,45
Expansão foliar (rs)	- 0,36761	-	-	0,32083	-	-
	p = 0,13	-	-	p = 0,19	-	-
Mortalidade foliar (rs)	- 0,4113	- 0,33871	0,37518	0,3518	0,32321	0,40316
	p = 0,08	p = 0,35	p = 0,37	p = 0,19	p = 0,25	p = 0,09

## 5.5 Discussão

### 5.5.1 Aspectos temporais

A fenologia contínua observada para os padrões fenológicos da população de *Cyathea praecincta* é uma característica pouco observada nas espécies de Cyatheaceae as quais geralmente apresentam um padrão sazonal em algumas fenofases (e.g. *Alsophila firma* (Baker) D.S. Conant, Mehlreter e García-Franco 2008; *C. delgadii* Sternb., Schmitt & Windisch 2007; *C. corcovadensis* (Raddi) Domin, Neumann et al 2014; *C. spinulosa* Wall. ex Hook., Nagano & Suzuki 2007; *C. hancockii* Copel., *C. metteniana* (Hance) C. Chr. & Tardieu, Lee et al 2009). Um padrão contínuo na produção e mortalidade foliar pode ser uma estratégia vantajosa para a planta, uma vez que possibilita que a taxa fotossintética seja mantida durante todo o ano (Jackson 1978). Em relação à produção de folhas férteis, a

produção contínua pode aumentar a possibilidade de recrutamento de novos indivíduos para a população de *C. praecincta*, através de um maior aproveitamento de nichos disponíveis.

### 5.5.2 Produção, expansão e mortalidade foliar

A similaridade encontrada entre as taxas de produção e mortalidade foliar demonstra uma tendência dos espécimes de *C. praecincta* em manter o número de folhas maduras (completamente expandidas) relativamente estáveis ao longo do seu ciclo de vida. *Sphaeropteris senilis* (Ortega 1984) também apresentou capacidade de recuperar praticamente todas as folhas perdidas, mantendo o número de folhas maduras relativamente estáveis durante seu ciclo de vida. Folhas extensas como as da espécie estudada requerem uma demanda energética elevada para sua produção (Jacobs 1988), o que pode explicar o fato de em poucos meses após emergência, as folhas de *C. praecincta* atingirem a maturidade e só então a próxima folha emergida iniciar a sua expansão.

As folhas recém-emergidas de *C. praecincta* se demonstraram resistentes a fatores externos, visto que apenas uma se apresentou necrosada. Diversos fatores exercem proteção dos báculos das espécies de Cyatheaceae, como o efeito tamponante do dossel no sub-bosque, amenizando as variações climáticas; em plantas mais altas, com maiores coroas de folhas, a matéria orgânica depositada na porção apical do cáudice (Schmitt & Windisch 2007) e a cobertura de escamas, que protegem o meristema apical (Barrington 1978).

A mortalidade foliar foi comumente associada a danos mecânicos, geralmente causados pela frequente queda de galhos das árvores do dossel florestal. Estes acidentes foram responsáveis pela elevada proporção de indivíduos apresentando folhas mortas em novembro 2015. Para *C. praecincta* o grande comprimento da folha e o porte arborescente sugere um aumento da vulnerabilidade das suas folhas a danos mecânicos, aumentando o risco de morte precoce destas folhas. A perda foliar nas espécies de Cyatheaceae pode acarretar tanto na morte do indivíduo (e.g. *A. salvinii* Hook., Seiler 1981), quanto à renovação foliar (e.g. *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin, Lehn & Leuchtenberger 2008). No presente estudo, o padrão de renovação parecer ser o responsável pelo balanço na produção e mortalidade foliar.

### 5.5.3 Produção de folhas férteis e estéreis

A diferença apresentada entre produção de folhas férteis e estéreis na população de *C. praecincta*, com poucas folhas férteis sendo produzidas, é comumente observada em outras espécies de Cyatheaceae, como em *C. podophylla* (W. J. Hook.) Copel. e *C. spinulosa* ex W. J.

Hook. (Lee et al. 2009), *C. lasiosora* (Kuhn) Domin (Young & León 1989) e *A. setosa* (Schmitt & Windisch 2006a). Um dos fatores limitantes na produção de folhas férteis em *C. praecincta*, assim como relatado por Schmitt & Windisch (2007) para *C. delgadii*, pode ser a frequência de indivíduos que chegam à idade reprodutiva. Cerca de metade dos indivíduos de *C. praecincta* produziram apenas folhas estéreis, os quais direcionaram sua energia à produção de biomassa vegetativa.

#### 5.5.4 Sincronia dos eventos fenológicos

A baixa sincronia encontrada para *C. praecincta* é pouco observado nas samambaias arborescentes, que tendem a apresentar sincronia em suas fenofases foliares (e.g. Mehlreter & García-Franco, 2008; Schmitt et al 2009, Schmitt & Windisch 2012; Neumann et al 2014). Os índices de sincronia da população de *C. praecincta* revelam uma variação intraespecífica na população, sendo esta variação mais acentuada em relação à produção de folhas férteis.

#### 5.5.5 Variáveis climáticas X Fenologia

As variáveis ambientais analisadas aparentaram exercer uma sutil influência nas fenofases de *C. praecincta*. Na produção de folhas férteis, o período de déficit hídrico teve um efeito restritivo, sendo a variação da pluviosidade a única variável a se correlacionar com esta fenofase. Segundo Mehlreter (2006), as variações de pluviosidade e temperatura do ar são determinantes para o ritmo da fertilidade das samambaias. A diminuição na produção de folhas férteis durante o período seco pode ser um aspecto positivo para a manutenção da espécie, pois pode evitar que todo esforço reprodutivo seja perdida durante um período desfavorável para sua germinação. A temperatura não foi considerada um parâmetro determinante para a produção de folhas férteis, assim como para as demais fenofases de *C. praecincta*, possivelmente devido à menor amplitude anual desta variável na região.

A renovação, expansão e mortalidade foliar não apresentaram uma total dependência do regime de chuvas, podendo estes padrões fenológicos estarem mais relacionados a processo periódicos endógenos, como sugerido por Borchert (1980) para espécies de plantas tropicais. Além desses processos, o microclima do local, proporcionado pelo dossel fechado e proximidade de um curso de água, pode ter minimizado os efeitos da variação da pluviosidade sobre estas fases foliares, mantendo a umidade do solo e o estado de água na planta, mesmo durante o período seco.

## 5.6 Referências bibliográficas

- Arens NC (2001) Variation in performance of the tree fern *Cyathea cracasana* (Cyatheaceae) across successional mosaic in Andean cloud forest. *Am J Bot* 88: 545–551.
- Ash J (1986) Demography and production of *Leptopteris wilkesiana* (Osmundaceae), a tropical tree-fern from Fiji. *Aust J Bot* 34: 207–215.
- Augspurger CK (1983) Phenology, flowering synchrony, and fruit set of six Neotropical shrubs. *Biotropica* 15 (4): 257–267.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2006) *Ecology: from individuals to ecosystems* (4. ed.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Barrington DS (1978) A revision of the genus *Trichipteris*. *Contrib. Gray Herb. Harvard Univ.* 208: 3-91.
- Borchert R (1980) Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. *Ecology* 61:1065–1074.
- Farrar DR, Gooch RD (1975) Fern reproduction at Woodman Hollow, Central Iowa: preliminary observation and a consideration of the feasibility of studying fern reproductive biology in nature. *Proc Iowa Acad Sci.* 82: 119–122.
- Farias RP, Xavier SRS (2011) Fenologia e sobrevivência de três populações de samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 24 (2): 13–20.
- Farias RP, Costa LEN, Silva IAA, Barros ICL (2015) Phenological studies of selected leaf and plant traits of *Didymochlaena truncatula* (Dryopteridaceae) in a Brazilian submontane tropical rainforest. *Nord J Bot* 33: 249 – 255.
- Ferraz DK, Artes R, Mantovani W, Magalhães LM (1999) Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *R Bras Biol* 59 (2): 305–317.
- Fournier LA (1974) Um método quantitativo para la medición de características fenológicas em árboles. *Turrialba* 24 (4): 422–423.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992) *Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Jackson JF (1978) Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica*, 10, 38–42.
- Jacobs M (1988) *The Tropical Rain Forest: A first encounter*. Springer-Verlag, Berlin.
- Köppen W (1948) *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Economica, México.

- Large MF, Braggins JE (2004) Tree ferns. Timber Press. Inc. Cambridge.
- Lee PH, Huang YM, Chiou WL (2008) The phenology of *Osmunda claytoniana* L. in the Tataka area, Central Taiwan. Taiwan J. for. Sci., 23:71-79.
- Lee PH, Lin TT, Chiou WM (2009) Phenology of 16 species of ferns in a subtropical forest of northeastern Taiwan. J Plant Res 122: 61–42.
- Lehn CR, Leuchtenberger C (2008) Resistência ao fogo em uma população de *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Biotemas 21(3): 15–21.
- Matos FB (2009) Samambaias e licófitas da RPPN Serra Bonita, município de Camacan, sul da Bahia, Brasil. Dissertação, Universidade Federal do Paraná.
- Mehltreter K (2006) Leaf Phenology of the Climbing Fern *Lygodium venustum* in a Semideciduous Lowland Forest on the Gulf of Mexico. Amer Fern J 96: 21–30.
- Mehltreter K, García-Franco JG (2008) Leaf Phenology and Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a Lower Montane Mexican Forest. Am Fern J 98 (1): 1– 13.
- Mehltreter K, Palacios-Rios M (2003) Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae), Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. J Trop Ecol 19: 155–162.
- Moran RC, Klimas S, Carlsen M (2003) Low-trunk epiphytic fern on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. Biotropica 35: 48-56.
- Morellato LPC, Alberton B, Alvarado ST, Borges B, Buisson E, Camargo MGG, Cancian LF, Carstensen DW, Escobar DFE, Leite PTP, Mendoza I, Rocha NMWB, Soares NC, Silva TSF, Staggemeier VG, Streher AS, Vargas BC, Peres CA (2016) Linking plant phenology to conservation biology. Biol Conserv 195: 60–72.
- Nagano T, Suzuki E (2007) Leaf demography and growth pattern of the tree fern *Cyathea spinulosa* in Yakushima Island. Tropics 16 (1): 47–57.
- Neumann MK, Schneider PH, Schmitt JL (2014) Phenology, caudex growth and age estimation of *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) in a subtropical forest in southern Brazil. Acta Bot Bras 28 (2): 274–280.
- Newstrom LE, Frankie GW, Baker HG (1994) A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotropica 26: 141–159.
- Page CN (1997) The ferns of Britain and Ireland. Cambridge University Press, UK.

- Rathcke B, Lacey EP (1985) Phenological patterns of terrestrial plants. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 16: 179–214.
- Schmitt JL, Windisch PG (2006) Aspectos ecológicos de *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae, Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot Bras* 19 (4): 859–865.
- Schmitt JL, Windisch PG (2007) Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no sul do Brasil. *Acta Bot Bras* 21 (3): 731–740.
- Schmitt JL, Windisch PG (2012) Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) in secondary forest, southern Brazil. *Braz J Biol* 72 (2): 397–405.
- Schmitt JL, Schneider PH, Windisch PG (2009) Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. *Acta Bot Bras* 23(1): 282–291.
- Seiler RL (1981) Leaf Turnover Rates and Natural History of the Central American Tree Fern *Alsophila salvinii*. *Am Fern J* 71 (3): 75–81.
- Souza KRM, Silva IAA, Farias RP, Barros ICL (2013) Fenologia de três espécies de *Adiantum* L. (Pteridaceae) em fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. *Neotrop Biol Conserv* 8(2): 96–102.
- Statsoft INC (2002) *Statistica for Windows*, version 7.0. Tulsa, OK, 74104, USA. 26 (2): 215–225.
- Tanner EVJ (1983) Leaf demography and growth of the tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. Ex Kuhn in Jamaica. *Bot J Linn Soc* 87: 213–227.
- Wagner, WH, Gómez LD (1983) Pteridophytes. In: JANZEN, D. H. (ed.), 9<sup>o</sup>ed. *Costa Rican Natural History*, University of Chicago Press, Chicago, pp. 311–318.
- Windisch PG, Santiago ACP (2015) Cyatheaceae. In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90850>. Acesso em: 28 Set. 2015.
- Wright SJ, van Shaik CP (1994) Light and the phenology of tropical trees. *Amer Nat* 143:192-199.
- Young KR, León B (1989) Pteridophyte species diversity the Central Peruvian Amazon: importance of edaphic specialization. *Brittonia* 41:388–395.
- Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

## 6. Conclusão

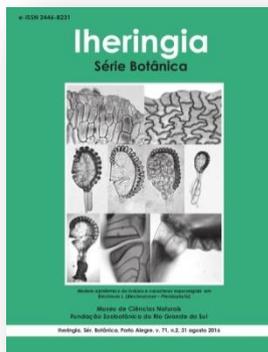
A distribuição agregada encontrada para *Cyathea praecincta* aponta para uma preferência por habitats específicos que, associada à intensa fragmentação de fragmentos da Floresta Atlântica Nordestina, pode ter causado a baixa densidade observada para a espécie. Apesar da baixa densidade, o elevado número de indivíduos classificados na classe de menor comprimento (0 a 0,25 m) pode ser uma indicação de que a população estudada está em expansão.

O comportamento fenológico de *Cyathea praecincta* sugere que o momento da produção, expansão e mortalidade foliar não sofre um controle rigoroso das variações climáticas, possivelmente devido às condições ambientais mais uniformes no sub-bosque florestal que pode ter resultado no padrão contínuo destes parâmetros fenológicos. A ausência de correlação encontrada entre estas fenofases com a variação especialmente da pluviosidade sugere um controle endógeno marcado, que aparentemente também refletiu na baixa sincronia da população. A contínua fertilidade observada nos indivíduos de *C. praecincta* pode aumentar a possibilidade de recrutamento de novos indivíduos através de sítios recém-expostos, mesmo tendo sido observado uma baixa produção de folhas férteis durante o período de estudo. Ainda que a população possa produzir folhas férteis o ano todo, os indivíduos aproveitam a época de maior disponibilidade hídrica para sua reprodução, evidenciado pela correlação entre esta fenofase e pluviosidade. Diante destas informações, fica evidente a necessidade de conservação do remanescente onde se encontra a população de *C. praecincta*, com a finalidade de manter a atual dinâmica da espécie, garantido a sobrevivência da população.

## **Anexos**

Anexo 1 - Normas para publicação na revista Iheringia - Série Botânica

## Iheringia – Série Botânica



Editora Chefe: Lezilda Carvalho Torgan

Impact Factor: 0.263 (CAPES 2015: B4 - Biodiversidade)

Online ISSN: 2446-8231

Normas Completas in:

<https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/about/submissions#authorGuidelines>

## Foco e Escopo

A Iheringia, Série Botânica, é uma das publicações editadas pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul desde 1958, tendo recebido esse nome em homenagem ao pesquisador alemão, naturalizado brasileiro, Hermann von Ihering, por seus importantes trabalhos no campo das Ciências Naturais. Possui um amplo perfil e a missão de divulgar artigos, revisões e notas científicas originais e inéditas que versem sobre as diversas áreas da Botânica, podendo os mesmos serem redigidos em português, espanhol e inglês.

## Diretrizes para Autores

### Normas para submissão do manuscrito

O manuscrito deve ser escrito em uma única coluna, em fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço 1,5, em páginas com numeração contínua de linhas (máximo de 40 páginas incluindo figuras). A apresentação dos tópicos: Título, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusões se pertinente, Agradecimentos e Referências deve seguir o estilo dos artigos publicados no último número da revista, encontrado no site. A nota (no máximo seis páginas) destina-se a comunicações breves de resultados originais, não sendo necessário apresentar todos os tópicos de um artigo.

O nome dos autores, seguido apenas pelo endereço profissional e e-mail, deverá ser incluído no arquivo texto somente em sua última versão (não na primeira). Menção de parte de dissertação de mestrado ou tese de doutorado é indicada por número sobrescrito, abaixo do título do manuscrito.

O Resumo, com no máximo 150 palavras, deve conter as mesmas informações que o Abstract. Palavras-chave e key words devem ter no máximo cinco palavras em ordem alfabética, separadas por vírgulas, e não podem ser as mesmas que se encontram no título. O resumo em inglês (abstract) deve ser precedido pelo título do manuscrito, também em inglês. Quando o manuscrito for escrito em inglês deverá conter um resumo em português precedido pelo título em português. Quando for escrito em espanhol, deverá conter um resumo em inglês.

Nomes taxonômicos de qualquer categoria são escritos em itálico. Os nomes genéricos e específicos, ao serem citados pela primeira vez no texto, são acompanhados pelo(s) nome(s) do(s) seu(s) autor(es). Para as abreviaturas de autores, livros e periódicos deve-se seguir “The International Plant Names Index” (<http://www.ipni.org/index.html>), “The Taxonomic Literature (TL-2)”, “Word List of Scientific Periodicals” ou “Journal Title Abbreviations” (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations>).

Palavras de origem latina (*et al.*, *apud*, *in*, *ex*, *in vivo*, *in loco*, *in vitro* ...) são escritas em itálico e as palavras estrangeiras entre aspas. As citações de literatura no texto são dispostas em ordem alfabética e cronológica da seguinte forma: Crawford (1979) ou (Crawford 1979); (Bawa 1990, Free 1993); (Smith & Browse 1986) ou Smith & Browse (1986); Round *et al.* (1992) ou (Round *et al.* 1992).

As Referências Bibliográficas devem conter todos os autores e ser apresentadas sem justificar, obedecendo os espaços simples ou duplos, entre os autores, ano, título do artigo ou livro e do periódico (citado por extenso). As citações de dissertações e teses são incluídas somente em casos estritamente necessários.

Siglas e abreviaturas, quando mencionadas pela primeira vez, são precedidas por seu significado por extenso.

As tabelas e figuras são numeradas sequencialmente com algarismos arábicos e suas citações no texto devem ser abreviadas (Tab. ou Tabs.) e (Fig. ou Figs.) ou escritas por extenso, quando pertinente. Os gráficos e tabelas de pequena extensão devem vir incluídas no texto com suas respectivas legendas.

Anexo 2 - Normas para publicação na revista Journal of Plant Research

## Journal of Plant Research



Editor-in-Chief: Ikuo Nishida

Impact Factor: 1.684 (CAPES 2015: B2)

Online ISSN: 1618-0860

Normas Completas in:

<http://www.springer.com/life+sciences/plant+sciences/journal/10265>

## Scope of the Journal

The Journal of Plant Research is an international journal dedicated to the dissemination of fundamental knowledge in all areas of basic plant sciences including taxonomy, phylogenetics, evolutionary biology, ecology, ecophysiology, environmental biology, morphology, anatomy, structural biology, genetics, developmental biology, physiology, biochemistry, molecular and cellular biology, biophysics, and theoretical and systems biology. In addition to these disciplines, the journal welcomes papers in interdisciplinary areas and in newly developing areas of basic plant biology. The journal especially encourages publication of work carried out through unique approaches and those reporting unprecedented findings.

## Instructions to Authors

### *Title Page*

The title page (the second page of the manuscript) should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title

The title should include binomial names for organisms without abbreviation of genus names. The author(s) who described the species should not be included in the title (e.g., *Ginkgo biloba* and *Arabidopsis thaliana*).

- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

***Abstract***

Please provide an abstract, not exceeding 300 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

***Keywords***

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Keywords should be arranged in alphabetical order.

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

***Headings***

Please use no more than three levels of displayed headings.

***Abbreviations***

In the Abstract and in the main text, abbreviations should be spelled out at their first occurrence, with the abbreviations appearing in parentheses; subsequent occurrences should show only the abbreviations; do not use an abbreviation in the Abstract if it appears only once. In tables, abbreviations and their expansions should be given in footnotes. In figures, abbreviations and their expansions should be given in figure legends (abbreviations in italics and the expansions in roman). Please see the list of abbreviations that can be used without definition.

***Acknowledgments***

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.