

Amanda Angélica Carmes

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RIQUEZA DE MONILÓFITAS E  
LICÓFITAS AO LONGO DE GRADIENTE ALTITUDINAL NO  
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SANTA  
CATARINA, BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso,  
da Universidade Federal de Santa  
Catarina para obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.  
Orientador: Prof. Dr. Pedro Fiaschi.

Florianópolis  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária  
da UFSC

Carmes, Amanda Angélica

Composição florística e riqueza de monilófitas e licófitas ao longo de gradiente altitudinal no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brasil / Amanda Angélica Carmes; orientador, Pedro Fiaschi – Florianópolis, SC, 2014.

58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas.  
Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. floresta ombrófila densa montana, gradiente altitudinal, mata atlântica, samambaias,

I. Fiaschi, Pedro . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Amanda Angélica Carmes

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E RIQUEZA DE MONILÓFITAS  
E LICÓFITAS AO LONGO DE GRADIENTE ALTITUDINAL NO  
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SANTA  
CATARINA, BRASIL**

Este Trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas e aprovado em sua forma final.

Florianópolis, 27 de novembro de 2014.

---

Prof. Dr. Maria Risoleta Freire Marques  
Coordenadora do Curso

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Pedro Fiaschi  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Áurea Randi  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Nivaldo Peroni  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Rafael Trevisan  
Universidade Federal de Santa Catarina

A Deus, pela força e coragem durante essa longa caminhada.

Aos meus pais e ao meu companheiro

André pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador, pela paciência e pelo incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Pedro Fiaschi, pela dedicação, por acreditar em mim, pelo incentivo ao longo do desenvolvimento do projeto e pelas longas e cansativas caminhadas para coleta.

Aos professores Aurea Maria Randi, Nivaldo Peroni e Rafael Trevisan, pelas pertinentes sugestões e correções para melhora deste trabalho.

A meus pais, Adison e Rozana pelo amor e pelo apoio em todas as escolhas da minha vida.

A meu esposo André, pela compreensão das horas dispendidas ao estudo, pela companhia nas longas e cansativas trilhas para coleta de material, e pelo apoio na profissão que escolhi.

À Fatma, pela concessão de autorização para coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

Aos funcionários do centro de visitantes do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, pela ajuda na escolha da área e pela primeira saída de reconhecimento ao Pico do Tabuleiro.

Ao colega Luís Funez, pela muito importante ajuda na identificação das coletas.

Ao colega Juliano Bogoni, pela importante ajuda nas análises estatísticas.

À colega Marina Clasen, pela ajuda em campo.

À minha querida amiga Jéssica Pires, pela indicação do orientador e pelos bons momentos passados ao longo da graduação.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização do meu estudo.

Meu muito obrigada!

*”Um passarinho pediu a meu irmão para ser sua árvore.  
Meu irmão aceitou de ser a árvore daquele passarinho.  
No estágio de ser árvore, meu irmão aprendeu de sol,  
de céu e de lua mais do que na escola.  
No estágio de ser árvore meu irmão aprendeu de santos  
mais do que os padres lhe ensinavam no internato.  
Aprendeu com a natureza o perfume de Deus.  
Seu olho no estágio de ser árvore aprendeu melhor o azul.  
E descobriu que a casca vazia de cigarra esquecida  
no tronco das árvores só serve pra poesia.  
No estágio de ser árvore meu irmão descobriu que as árvores são vaidosas.  
Que justamente aquela árvore na qual meu irmão se transformara,  
envaidecia-se quando era nomeada para o entardecer dos pássaros.  
E tinha ciúmes da brancura que os lírios deixavam nos brejos.  
Meu irmão agradecia a Deus aquela permanência em árvore  
porque fez amizade com muitas borboletas”*

Manoel de Barros

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar e comparar a composição florística de monilófitas e licófitas ao longo de um gradiente de altitude em um segmento de floresta ombrófila densa montana. O local escolhido foi a trilha do Pico do Tabuleiro, localizada nos limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, município de Santo Amaro da Imperatriz/SC. O levantamento foi realizado entre 2013 e 2014, no qual foram estabelecidas quinze parcelas de 100m<sup>2</sup>, distribuídas em três intervalos de altitude, com aproximadamente 150 metros de distância entre si. Cinco parcelas foram alocadas entre 450 e 500m, cinco entre 650 e 700m e cinco entre 850 e 900m, totalizando uma área de 0,15ha. Amostraram-se todos os indivíduos férteis e estéreis localizados a até 1,50m do chão. A estimativa da riqueza em cada cota altitudinal foi obtida utilizando o estimador Chao 1 e apresentada mediante curvas de rarefação. O índice de Bray- Curtis foi utilizado para comparar a dissimilaridade da composição florística entre as diferentes cotas. A significância da relação entre riqueza e altitude por parcela foi verificada calculando-se o coeficiente de Pearson, representados em diagrama de dispersão. Foram registrados 694 indivíduos, divididos em 35 espécies, 25 gêneros e 13 famílias. Polypodiaceae foi a mais representativa, abrangendo 37% das espécies amostradas, seguido por Hymenophyllaceae (14%). Houve predomínio de indivíduos com hábito terrestre na cota 1 e de holoepífitos nas cotas 2 e 3. A curva de rarefação apresentou pequena diferença de riqueza estimada entre as cotas altitudinais, onde a cota 1 apresentou maior riqueza estimada e a cota 3 a menor. A correlação entre riqueza e altitude demonstra relação linear negativa entre as variáveis, indicando que a riqueza de espécies diminui com o aumento da altitude, no entanto tal relação não foi significativa ( $p > 0,05$ ). Na análise de dissimilaridade florística detectou-se a formação de dois grupos distintos, reforçando a existência de heterogeneidade em montanhas e sua influência na distribuição das espécies de monilófitas ao longo do gradiente de altitude.

**Palavras-chave:** floresta ombrófila densa, gradiente altitudinal, Mata Atlântica, samambaia

## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize and compare the monilophyte and lycophyte flora along a montane ombrophilous dense forest altitudinal gradient. The study site was the trail to Pico do Tabuleiro, located in the Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santo Amaro da Imperatriz/SC. The study was carried out between 2013 and 2014, by establishing fifteen 100m<sup>2</sup> sample units distributed at three elevational ranges separated by 150 meters among each other. Five sample units were placed between 450 and 500m, five between 650 and 700m, and five between 850 and 900m, giving a total sampling area of 0,15ha. All individuals to 1,50m from the ground were sampled. The estimated richness at each elevation was obtained using Chao 1 estimator, and presented using rarefaction curves. Bray-Curtis index was used to compare the floristic dissimilarity among different elevation ranges. The significance of the relationship between richness and altitude was checked by calculating the Pearson coefficient from each sample unit, and represented in dispersion diagrams. We recorded 694 individuals from 35 species, 25 genera and 13 families. Polypodiaceae was the most representative family, comprising about 37% of the sampled species, followed by Hymenophyllaceae, with 14%. Individuals with terrestrial habit predominated at elevation 1, and holoepiphytes at higher elevations (2 and 3). The rarefaction curve presented a small richness difference among the elevations, with the elevation 1 having higher estimated richness than elevation 3. The correlation between richness and elevation showed a negative linear relationship between the variables, indicating that species richness decreases at higher elevations, but this por parcela ( $p>0,05$ ). The floristic dissimilarity analysis detected the formation of two distinct groups, reinforcing the existence of heterogeneity in mountains and its influence on the distribution of monilophytes along an altitudinal gradient.

**Keywords:** altitudinal gradient, Atlantic Forest, ferns, rainforest.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Diagrama representando a relação evolutiva das plantas vasculares e a separação do grupo em licófitas e eufilófitas (modificado de Smith et al. (2006)).....22
- Figura 2** - Mapa da localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e do Pico do Tabuleiro no estado de Santa Catarina.....28
- Figura 3** - Trilha de acesso ao Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/ SC. A linha vermelha indica o trajeto da trilha, e os pontos vermelhos os locais onde foram realizadas as amostragens (Cotas 1 a 3). O Pico do Tabuleiro (1.230m) está indicado com uma bandeira preta.....29
- Figura 4** - Esquema da amostragem das parcelas nas três cotas altitudinais. A linha tracejada corresponde à trilha, a faixa cinza escuro aos intervalos de 150 metros entre as cotas altitudinais amostradas. A distância mínima entre as parcelas dentro da mesma cota foi de pelo menos 20 metros.....30
- Figura 5** - Riqueza (A) e abundância (B) das famílias de licófitas e monilófitas amostradas na trilha do Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC .....33
- Figura 6** - Curva de rarefação de espécies do estimador de riqueza de espécies Chao 1 para as três cotas altitudinais amostradas (C1, C2, C3). A linha vermelha representa o intervalo de confiança (IC) de 95%. A linha azul indica o ponto comparativo localizado na cota de menor abundância (cota 1, total de 139 indivíduos).....38
- Figura 7** - Hábito das monilófitas amostradas no Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. O gráfico mostra a abundância dos diferentes tipos de hábito em função da altitude.....40
- Figura 8** - Dendrograma comparando a dissimilaridade entre as parcelas estabelecidas pontos no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC.....43

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Composição florística e abundância (número de indivíduo) das espécies de monilófitas amostradas nas cotas estabelecidas entre 450 e 900m de altitude, na trilha do Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.....35

**Tabela 2** - Riqueza observada e estimada, segundo o estimador Chao 1, para as 15 parcelas, a proporção de espécies coletadas e a quantidade de registros únicos (*singletons*) e duplos (*doubletons*) de espécies.....37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1. Grupo de estudo: monilófitas e licófitas.....	21
1.2. Monilófitas e licófitas e o gradiente altitudinal .....	22
1.3. Justificativa .....	24
1.4. Objetivos .....	26
1.4.1. Objetivo geral .....	26
1.4.2. Objetivos específicos .....	26
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
2.1. Área do estudo .....	26
2.2. Vegetação.....	27
2.3. Clima.....	28
2.4. Delineamento amostral.....	29
2.5. Composição florística das unidades amostrais .....	30
2.6. Identificação do material coletado .....	31
2.7. Análise dos dados.....	31
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
3.1. Composição florística.....	32
3.2. Dissimilaridade florística .....	40
3.3. Relação entre riqueza e altitude.....	43
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO - Área de estudo e espécies amostradas .....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais úmidas ocupam cerca de 7% da superfície da Terra, sendo consideradas dentre os ambientes mais ricos em biodiversidade. A Mata Atlântica é uma das maiores áreas remanescentes de floresta tropical úmida nas Américas, com extensão menor apenas que a da Floresta Amazônica (Franke et al., 2005).

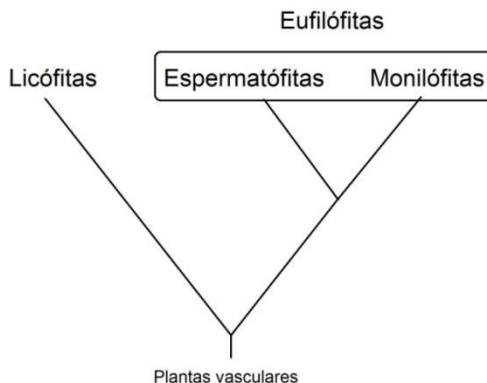
O Estado de Santa Catarina está totalmente inserido no domínio da Mata Atlântica e, segundo Klein (1978), essa formação apresenta cinco regiões fitogeográficas: floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta estacional decidual, campos naturais e vegetação litorânea (mangues e restingas). A diversidade de formações que a Mata Atlântica apresenta é resultado das variações ambientais observadas ao longo da sua distribuição. A altitude, juntamente com outros elementos como a latitude, o clima e o solo (Barbosa & Thomas, 2002), atua como modificadora da vegetação, resultando na elevada heterogeneidade ambiental que influencia a composição florística das diferentes comunidades vegetais (Tilman, 1994).

### 1.1. Grupo de estudo: monilófitas e licófitas

Monilófitas e licófitas são plantas vasculares que não produzem flores e frutos, sua reprodução é feita por esporos, e apresentam o ciclo de vida constituído de duas fases independentes, a gametofítica, que é passageira, e a esporofítica, que é a fase produtora de esporos e a mais prolongada (Moran, 2008). As licófitas constituem um grupo que possui pequenas folhas conhecidas como micrófilos, com apenas uma nervura central não ramificada (Zuquim et al., 2008) e esporângios axilares ou na face adaxial dos micrófilos (Freitas e Windisch, 2005). As monilófitas possuem folhas maiores, com nervuras ramificadas e em maior quantidade, e os esporângios localizam-se na face abaxial ou na margem das folhas ou folíolos (Zuquim et al., 2008).

Monilófitas e licófitas pertenciam ao grupo das pteridófitas, que, segundo Pryer et al. (2004), representa um agrupamento artificial. Atualmente estudos filogenéticos revelaram uma divisão no grupo das plantas vasculares, que separa as licófitas (Lycopodiaceae, Isoetaceae e Selaginellaceae) (Kramer & Green, 1990) das eufilófitas, formada pelas espermatófitas (plantas com sementes) e monilófitas (Pryer et al., 2004) (Figura 1). O grupo das monilófitas abrange as classes Polypodiopsida,

Marattiopsida, Equisetopsida e Psilotopsida (Smith et al., 2006), que são representados respectivamente pelas famílias das samambaias leptosporangiadas, das samambaias maratioides, do *Equisetum* e pelas famílias do *Psilotum* e *Ophioglossum* (Smith et al., 2006).



**Figura 1.** Diagrama representando a relação evolutiva das plantas vasculares e a separação do grupo em licófitas e eufilófitas [modificado de Smith et al. (2006)].

A Mata Atlântica é o principal bioma brasileiro de ocorrência de monilófitas e licófitas (Prado, 2003), abrigando 834 de um total de 1.221 espécies que ocorrem no país (Prado & Sylvestre, 2013). Das espécies que ocorrem no Brasil, 38% são endêmicas (Prado & Sylvestre, 2013), tornando o país um dos principais centros de diversidade e endemismo do grupo na região Neotropical (Moran, 2008). O estado de Santa Catarina é o quinto do país com maior riqueza de samambaias. Sua flora é uma das mais bem conhecidas nacionalmente, devido à publicação da ‘Flora Ilustrada Catarinense’, que inclui todas as espécies nativas e cultivadas ocorrentes no Estado.

## 1.2. Monilófitas e licófitas e o gradiente altitudinal

As montanhas tropicais são locais que apresentam elevados índices de diversidade e de endemismo de monilófitas e licófitas (Kessler, 2010). Isso ocorre devido à heterogeneidade ambiental existente nessas áreas (Moran, 1995), que proporciona a existência de

maior quantidade de habitats possibilitando assim o estabelecimento das mais diferentes espécies do grupo (Moran, 2008).

A variação das condições ambientais também promove mudanças na composição das comunidades, resultando em uma substituição gradativa de espécies ao longo do gradiente altitudinal (Tuomisto et al., 2003). Segundo Barros et al. (2009), a elevada riqueza de espécies observada quando se engloba diversas comunidades de diferentes ambiente é resultado da substituição de espécies ao longo do gradiente ambiental. Para as pteridófitas, Karst et al. (2005) afirmaram que as características do ambiente são importantes para determinar as variações em suas comunidades, e que espécies adaptadas a determinadas condições ambientais não conseguem se perpetuar quando há variação ambiental, mesmo quando tal variação é pequena. A partir dessas afirmações, podemos inferir que a heterogeneidade ambiental e a substituição de espécies determinam respectivamente a diversidade de espécies ao nível local (alfa) e regional (beta), respectivamente (Margurran, 2004).

Segundo Whittaker (1960 *apud* Margurran, 2004), alfa diversidade é a propriedade que define uma unidade espacial, ou seja, a diversidade de uma pequena parcela onde as variações ambientais são mínimas. A beta diversidade é a medida da extensão da diversidade entre duas ou mais parcelas (diversidade alfa), ou seja, é a medida da mudança de diversidade entre amostras ao longo de um transecto ou ao longo de gradientes ambientais, refletindo a substituição de espécies.

Estudos que avaliam o padrão de riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais têm mostrado que a riqueza de espécies diminui com a altitude. No entanto o declínio observado é chamado de “distribuição em curva de sino” (unimodal) onde a riqueza de espécies é máxima nas altitudes médias, reduzindo-se nas altitudes baixas e altas (Rahbek, 1995, 1997, 2005; Kessler, 2000, 2001a, 2001b, 2002; Cardelús et al., 2006; Kluge et al., 2006; Kluge & Kessler, 2006; Watkins et al., 2006). A elevação na qual as samambaias atingem máxima riqueza varia consideravelmente em cada estudo, estando entre 800 e 2.000 metros de altitude (Kessler, 2000; Hemp, 2002; Krömer et al., 2005; Cardelús et al., 2006; Kluge & Kessler, 2006; Kluge et al., 2006; Watkins et al., 2006; Paciência, 2008). Os fatores que podem influenciar o padrão de distribuição da riqueza de espécies observado na maioria dos trabalhos incluem a área (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001; Karger et al., 2011), a umidade e a produtividade (Rahbek, 1995; Rosenzweig, 1995; Kessler, 2001a; Rahbek, 2005; Cardelús et al., 2006; Kluge et al., 2006; Watkins et al., 2006; Karger et al., 2011).

A área é um dos parâmetros que determina padrões de riqueza, uma vez que grandes áreas podem suportar maior número de indivíduos (Rahbek, 1995; Lomolino, 2001), abrigando tipicamente uma maior diversidade de habitats (Karger et al., 2011). Nas montanhas, a área diminui com o aumento da altitude. No entanto, a riqueza de samambaias atinge seu pico em elevações médias. Nesses casos, o clima desempenha um papel importante para o aumento da riqueza de espécies.

A maior riqueza de samambaias nas montanhas pode ser consequência da maior umidade observada nesses locais (Karger et al., 2011), ou de uma combinação de maior umidade e temperaturas mais amenas (Kluge et al., 2006a). Segundo Krömer et al. (2005), as altitudes intermediárias oferecem maior umidade e temperaturas moderadas em comparação às maiores e menores altitudes, onde na primeira a riqueza é reduzida devido às baixas temperaturas, e na segunda a riqueza é reduzida devido à diminuição da umidade, como resultado do aumento da temperatura. E por último a produtividade primária, que geralmente decresce com o aumento da altitude (Rosenzweig, 1995; Rahbek, 2005; Cardelús et al., 2006; Karger et al., 2011). O aumento da altitude promove mudanças nas propriedades do solo, como a diminuição de nutrientes (nitrogênio) (Tanner et al., 1998) e o aumento do pH (Schumpf et al., 2001), fatores limitantes da produtividade primária da comunidade.

### **1.3. Justificativa**

O estudo da flora de samambaias tem aumentado nos últimos anos com trabalhos de levantamento da vegetação em florestas tropicais (Kessler, 2000, 2001a, 2001b; Tuomisto et al., 2002; Watkins et al., 2006). Entretanto, ainda há poucos estudos que buscam entender como a variação de altitude pode influenciar na distribuição e na riqueza de espécies de monilófitas e licófitas. A maioria dos trabalhos foram realizados na Costa Rica (Kluge et al., 2006; Kluge & Kessler, 2006; Watkins et al., 2006; Cardelús et al., 2006) e na Bolívia (Krömer et al., 2005; Kessler, 2001a, 2001b). Na Floresta Amazônica peruana, trabalhos de Tuomisto & Ruokolainen (1994); Tuomisto & Poulsen (2000) e Tuomisto et al. (2002; 2003) mostraram que mesmo em regiões de clima homogêneo, as diferenças na topografia e no solo afetam a mudança da composição de espécies das comunidades de samambaias.

Entre os Estados da região sul, o Paraná se destaca com a maior quantidade de trabalhos de caracterização florística, distribuição e diversidade de monilófitas e licófitas (Paciência & Prado, 2005; Schwartsburd & Labiak, 2007; Michelon & Labiak, 2013). Além desses, há trabalhos envolvendo o levantamento da flora epifítica vascular como um todo (Bianchi et al., 2012), que também incluíram a flora de monilófitas epifíticas.

No estado do Paraná também se concentram a maioria dos trabalhos que avaliaram como o gradiente de altitude influencia a composição florística de espécies arbóreas, como os de Roderjan (1994) em Quatro Barras, e Blum (2006) e Blum & Roderjan (2007) na Serra do Prata, em Morretes. Para as espécies herbáceas há o trabalho de Paciência (2008), que avaliou a diversidade de samambaias em três montanhas no complexo costeiro da Serra do Mar, além de Blum et al. (2011), que buscaram caracterizar o componente epifítico vascular na floresta ombrófila densa entre 400 e 1.000m de altitude, em Morretes.

O Estado de Santa Catarina possui a flora de monilófitas e licófitas melhor estudada do Brasil, particularmente devido às publicações de Aloísio Sehnem, no âmbito da 'Flora Ilustrada Catarinense'. Nesta série de trabalhos, Sehnem apresentou um detalhado tratamento taxonômico para praticamente todas as espécies de monilófitas e licófitas que ocorrem no estado. Atualmente, os estudos referentes às monilófitas e licófitas foram realizados na Reserva Volta Velha, em Itapoá (Labiak & Prado, 1998), no Parque Nacional da Serra do Itajaí, em Blumenau (Gasper, 2008; Gasper & Sevegnani, 2010; Caglioni, 2013) e no Planalto e Oeste do estado (Gasper et al., 2011). Além desses, Gasper (2012) realizou um levantamento atual sobre a diversidade e distribuição geográfica de samambaias do Estado de Santa Catarina.

Para o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Klein (1981) realizou um importante estudo onde são apresentados os principais aspectos fitogeográficos da vegetação. No entanto, não há até o momento trabalhos que procuram compreender como se dá a distribuição das espécies de monilófitas e licófitas ao longo de um gradiente de altitude localizado nesta serra. É nesse contexto que o presente trabalho visa oferecer uma contribuição para os estudos sobre as monilófitas e licófitas ocorrentes no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, buscando compreender como a variação da altitude lá observada pode influenciar na composição de espécies de uma encosta da Serra do Tabuleiro.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo geral**

Analisar a influência da altitude, e de seus fatores ambientais inerentes (temperatura, umidade e produtividade) na composição florística e na riqueza de monilófitas e licófitas em floresta ombrófila densa de encosta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar a composição florística de monilófitas e licófitas em diferentes cotas altitudinais;
- Comparar a riqueza de monilófitas e licófitas das diferentes cotas altitudinais;
- Verificar a similaridade da composição florística de monilófitas e licófitas entre as unidades amostrais e entre as cotas altitudinais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área do estudo**

O local de estudo situa-se no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) ( $27^{\circ}41'09''-28^{\circ}12'42''\text{S}$  e  $48^{\circ}49'20''-48^{\circ}25'08''\text{W}$ ), que está localizado na porção centro-leste do estado de Santa Catarina, com extensão de 84.130 hectares (Figura 2). A área do PEST é composta pelo conjunto territorial de parte de oito municípios: Águas Mornas, Florianópolis, Imaruí, Palhoça, Paulo Lopes, Santo Amaro da Imperatriz, São Bonifácio e São Martinho. Além da área contínua, o Parque também engloba as Ilhas da Fortaleza, Irmã Pequena, Irmã do Meio, Irmã de Fora, Moleques do Sul, Siriú, Ilha do Coral, Cardos e também a ponta Sul da Ilha de Santa Catarina (FATMA, 2000).

No setor oeste do Parque localizam-se as áreas montanhosas, onde se encontram a Serra do Tabuleiro, ao norte, o Morro do Cambirela, a nordeste, a Serra dos Morretes, a leste, e parte da Serra do Capivari, ao sul (Rosário, 2003). O presente estudo foi realizado na

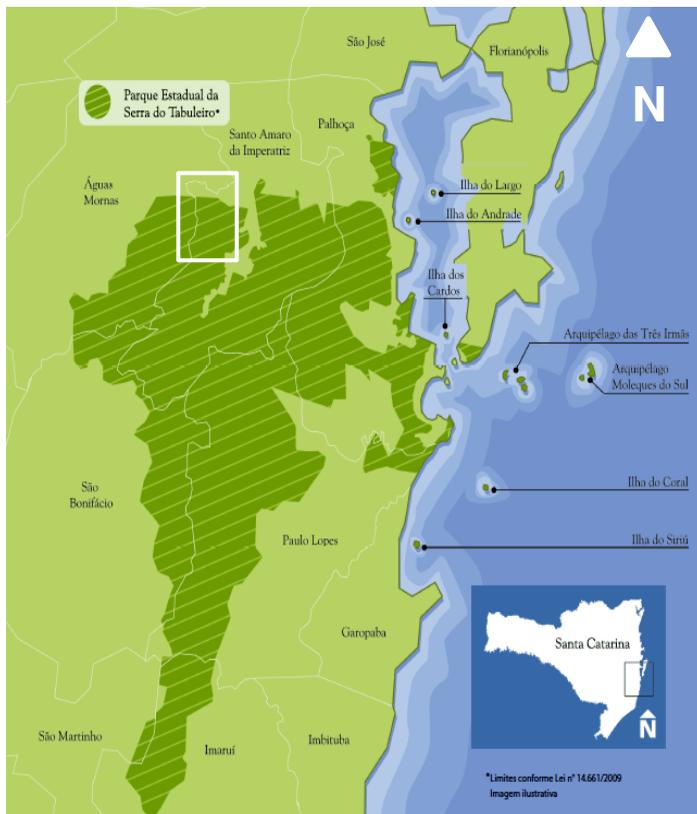
trilha de acesso ao Pico do Tabuleiro (Figura a do anexo), localizado no município de Santo Amaro da Imperatriz (Figura 2). A montanha possui aproximadamente 1.230 metros de altitude (FATMA, 2000) e seu acesso é possível por uma trilha de ca. 5,5 km de extensão.

## 2.2. Vegetação

No Parque Estadual da Serra do Tabuleiro existe uma grande diversidade de ambientes, e nele são encontradas cinco das seis grandes regiões fitogeográficas presentes no Estado, a saber: vegetação pioneira (restingas e mangues), vegetação da mata pluvial da encosta atlântica (floresta ombrófila densa), mata nebulosa, vegetação dos pinhais (floresta ombrófila mista) e vegetação de campos (estepe gramíneo-lenhosa) (Klein, 1981).

A vegetação da mata pluvial da encosta atlântica (floresta ombrófila densa) corresponde à fitofisionomia predominante no Parque (Klein, 1981). Esse tipo de vegetação foi subdividido em cinco formações diferentes, de acordo com as variações de faixas altimétricas, onde para cada 100m de altitude as temperaturas diminuem 1°C (IBGE, 2012). As fitofisionomias são: floresta ombrófila densa aluvial, floresta ombrófila densa de terras baixas (de 5 a 30m de altitude), floresta ombrófila densa submontana (de 30 a 400m de altitude), floresta ombrófila densa montana (de 400 a 1.000m de altitude) e floresta ombrófila densa altomontana (acima de 1.000m de altitude) (IBGE, 2012). A fitofisionomia presente no local do estudo é a floresta ombrófila densa montana (Anexo – figuras b, c, d).

As porções mais baixas da montanha são ocupadas por propriedades particulares, onde a vegetação encontra-se altamente degradada, pela criação de bovinos e pelo plantio de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* spp. Os limites do parque iniciam apenas a ca. 430m de altitude, e nesses locais a vegetação encontra-se mais conservada, no entanto são verificadas áreas de capoeira ao longo da trilha (Anexo – figura b). As cotas de maior altitude (Anexo – figuras c, d) apresentaram vegetação mais conservada, enquanto que a cota 1 (Anexo – figura b) foi a que apresentou uma maior quantidade de clareiras e a presença de espécies dominantes de clareiras, indicadoras de desequilíbrio ambiental. A clareira existente ao longo da trilha é resultado do corte da vegetação para manutenção desta, e as clareiras observadas no interior da mata podem ser resultado de perturbação mais antiga, uma vez que aparentemente a vegetação está em processo de franca regeneração.



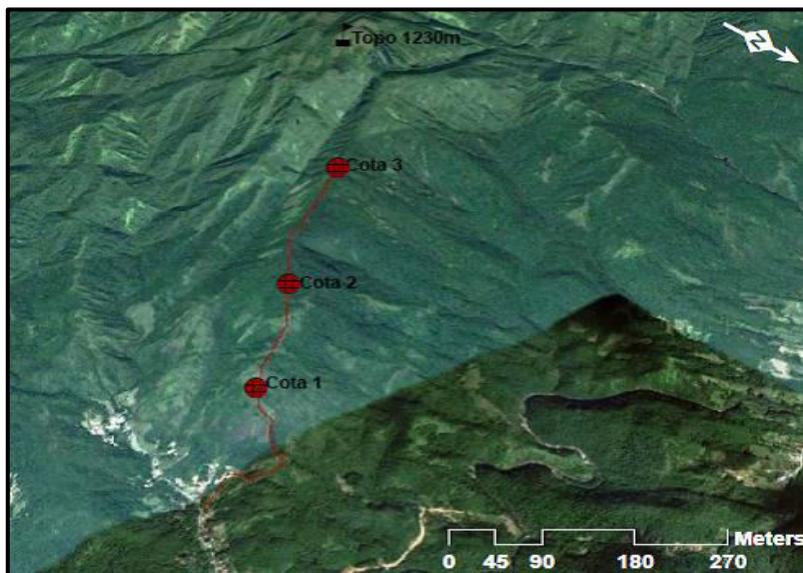
**Figura 2.** Mapa da localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e do Pico do Tabuleiro no estado de Santa Catarina (modificado de FATMA, 2009).

### 2.3. Clima

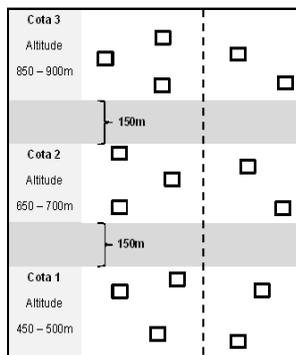
O clima predominante no Parque é do tipo mesotérmico úmido, com verão quente (Cfa) com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (Cardoso et al., 1985). Nas altitudes acima de 800m, o clima é mesotérmico úmido com verão fresco (Cfb), sendo a temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C (Rosário, 2003).

### 2.4. Delineamento amostral

A coleta foi conduzida entre os meses fevereiro e maio de 2014, na trilha de acesso ao Pico do Tabuleiro (Figura 3). Foram estabelecidas quinze parcelas de 10m x 10m (100m<sup>2</sup>), que serviram para delimitar a área de estudo da composição florística e a contagem de indivíduos de monilófitas e licófitas. A área de estudo abrangeu aproximadamente 3 km de extensão da trilha, onde as parcelas foram distribuídas em três intervalos de altitude, com aproximadamente 150 metros de distância entre cada intervalo. Os limites do Parque no local do estudo tem início a aproximadamente 400m de altitude, por esse motivo não foram alocadas unidades amostrais em altitudes abaixo dessa. Cinco parcelas foram alocadas entre 450 e 500m, cinco entre 650 e 700m e cinco entre 850 e 900m, totalizando uma área de 1.500m<sup>2</sup> em quinze unidades amostrais (Figura 4). A distância mínima entre as parcelas dentro da mesma faixa altitudinal foi de pelo menos 20m.



**Figura 3.** Trilha de acesso ao Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/ SC. A linha vermelha indica o trajeto da trilha, e os pontos vermelhos os locais onde foram realizadas as amostragens (Cotas 1 a 3). O Pico do Tabuleiro (1.230m) está indicado com uma bandeira preta. Imagem disponível em: [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com) (Google Earth, 2012).



**Figura 4.** Esquema da amostragem das parcelas nas três cotas altitudinais. A linha tracejada corresponde à trilha, a faixa cinza escuro aos intervalos de 150 metros entre as cotas altitudinais amostradas. A distância mínima entre as parcelas dentro da mesma cota foi de pelo menos 20 metros.

## 2.5. Composição florística das unidades amostrais

Para verificar a composição florística nas áreas delimitadas pelas quinze unidades amostrais, foram coletadas amostras de todos os indivíduos de monilófitas e licófitas encontrados dentro de cada unidade amostral. A coleta dos indivíduos herbáceos terrestres foi feita desenterrando-os cuidadosamente, de modo a retirar o rizoma integralmente, uma vez que cada rizoma representa um indivíduo diferente, evitando assim a superestimativa da abundância de indivíduos. O mesmo procedimento foi realizado para as epífitas de caules rizomatosos, os quais foram retirados cuidadosamente do forófito. Das espécies de porte arbórescente foi coletada apenas uma fronde por indivíduo.

Foram coletadas amostras das monilófitas terrestres, hemiepífitas e holopífitas encontradas a até 1,5m do chão da floresta e localizadas dentro dos limites amostrais. Foram incluídas as plantas férteis e estéreis, assim como as plantas jovens. Para cada material coletado foram anotadas informações referentes à forma de vida da planta (terrestre, hemiepífitas e holopífitas). Os conceitos de forma de vida foram baseados em De La Sota (1971), sendo plantas terrestres aquelas que crescem a partir do solo, possuindo crescimento e sustentação independentes; holopífitas aquelas que desenvolvem seu

ciclo de vida sobre outras plantas ou rochas e hemiepífitas as que se fixam sobre outras plantas, mas mantêm contato direto com o solo.

## **2.6. Identificação do material coletado**

O material foi identificado no Laboratório de Sistemática de Plantas Vasculares, localizado no Departamento de Botânica do CCB/UFSC, de junho a agosto de 2014. Os nomes das famílias de monilófitas e licófitas foram baseados na classificação de famílias proposta por Smith et al. (2006), e a identificação foi feita com base em chaves de identificação de pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha (Schwartzburd & Labiak, 2007), do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Prado, 2004; Prado et al., 2010; Prado & Hirai, 2010; Hirai & Prado, 2012), da Flora Ilustrada Catarinense (Sehnen, 1971), e de revisões taxonômicas, como Labiak & Prado (2003, 2005) e Kessler & Gonzales (2011). Também contou-se com o auxílio de Luís Funez para a identificação de alguns dos materiais. Os espécies identificados foram comparados com amostras depositadas no acervo do Herbário FLOR.

## **2.7. Análise dos dados**

Para estimar a riqueza de espécies de monilófitas nas diferentes cotas de altitude amostradas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, foi realizada a projeção utilizando o estimador de riqueza não paramétrico Chao 1. O Chao 1 baseia-se na abundância de indivíduos, e utiliza a relação entre o número de espécies representadas por um indivíduo (*singletons*) e por dois indivíduos (*doubletons*) (Colwell, 2004). Com base na riqueza observada, é feita uma estimativa da riqueza total da comunidade a partir de uma amostragem incompleta (Walther & Moore, 2005).

Para comparação da riqueza estimada entre as diferentes cotas altitudinais foi utilizado o método de rarefação. Foram geradas curvas de rarefação para cada cota altitudinal, as quais permitiram comparar o número de espécies entre as comunidades das cotas altitudinais quando as abundâncias destas são diferentes (Colwell, 2004). O número esperado de espécies de cada cota é obtido com base no valor máximo de abundância observado na cota de menor abundância.

A comparação da composição florística e abundância de espécies entre as cotas foram realizadas mediante análise de agrupamento (cofenética), utilizando o coeficiente de distância de Bray-Curtis (Bocard et al., 2011).

Para verificar a relação das variáveis altitude e riqueza (observada e estimada) foram calculados coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ). A correlação de Pearson prevê a intensidade de associação entre as variáveis a serem medidas. Assim, ao considerarmos altitude e riqueza como variáveis, a correlação indica o grau com que a altitude está relacionada à riqueza.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Development Core Team, 2014), pacotes *Fossil* (Vavrek, 2011) e *Vegan* (Oksanen et al., 2013).

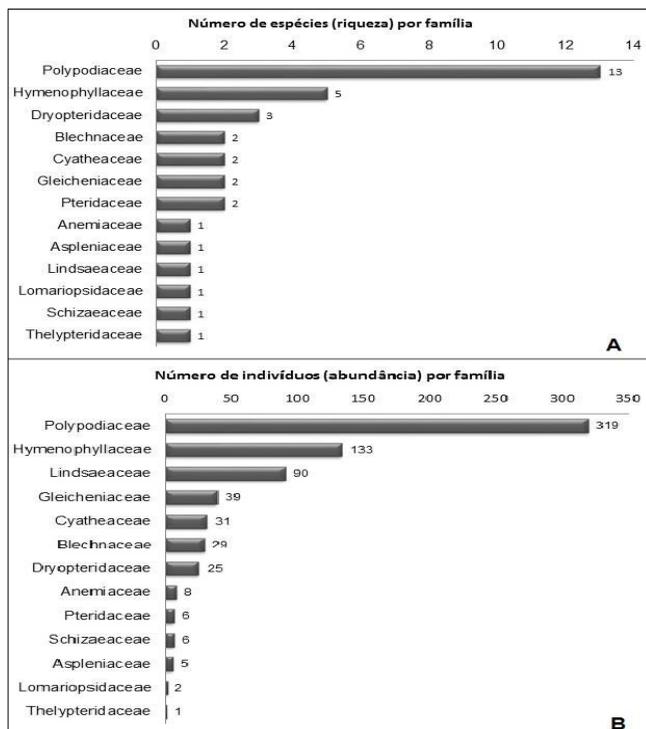
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Composição florística

No total foram amostrados 694 indivíduos (tabela 1), pertencentes a 35 espécies, distribuídas em 25 gêneros e 13 famílias (Tabela 1). Todas as espécies amostradas pertencem à classe Polypodiopsida, uma subdivisão do grupo da monilófitas (Smith et al., 2006). Não foram amostradas espécies representantes do grupo das licófitas, todavia isso não significa essas não ocorram na área de estudo, uma vez que foram avistados representantes do grupo ao longo da trilha.

As famílias mais representativas em número de espécies e indivíduos foram Polypodiaceae (13 espécies, 319 indivíduos) e Hymenophyllaceae (5 espécies, 133 indivíduos) (Figura 5), que somaram 51% do total de espécies amostradas. A elevada riqueza apresentada por essas duas famílias tem sido observada em diversos trabalhos realizados em floresta ombrófila densa (Dittrich et al., 2005; Paciência, 2008; Gasper & Sevegnani, 2010; Blum et al., 2011; Bianchi et al., 2012; Gasper, 2012; Caglioni, 2013; Michelon e Labiak, 2013). A elevada representatividade de Polypodiaceae deve-se à capacidade de adaptação que o grupo possui, o que possibilita sua ocorrência nas mais variadas condições ambientais (Caglioni, 2013), assim como nos diferentes gradientes de altitudes (Blum et al., 2011; Paciência, 2008). Polypodiaceae foi considerada dominante em florestas tropicais (Tryon & Tryon, 1982) e subtropicais do Cone Sul (Ponce et al., 2002). Em Santa Catarina, a família foi considerada como a mais representativa

entre as pteridófitas, conforme informado no Inventário Florístico Florestal recentemente realizado no estado (Sevegnani et al., 2013).



**Figura 5.** Riqueza (A) e abundância (B) das famílias de licófitas e monilófitas amostradas na trilha do Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC.

Ao se comparar as três cotas estabelecidas, observa-se que as cotas 1 e 2 apresentaram ambas dezoito espécies, sendo que dez espécies foram observadas exclusivamente na cota 1 e sete na cota 2. A cota de maior altitude (cota 3) apresentou riqueza observada de quinze espécies, sendo que seis foram encontradas exclusivamente nesta cota. *Cyathea corcovadensis*, *Salpichlaena volubilis* e *Trichomanes polypodioides* foram amostradas apenas na cota 1 (entre 450 e 500m), e as duas últimas apresentaram abundância significativamente maior nas porções mais

baixas da Serra do Mar paranaense, em parcelas alocadas em 50, 200 e 400m de altitude (Paciência, 2008). No mesmo estudo foi observado que *Cyathea corcovadensis* apresentou maior abundância entre 200 e 800m de altitude, e segundo esse mesmo autor, Cyatheaceae é considerada como representativa de altitudes mais baixas. *Lomariopsis marginata*, que também foi observada exclusivamente na cota 1, também foi observada em trabalhos realizados na serra do mar no Paraná. Segundo Paciência (2008), essa espécie só foi amostrada nas parcelas localizadas nas menores altitudes, a 50, 200 e 400m, enquanto Blum et al. (2011) a amostraram em locais mais altos (entre 400-500m e 600-700m alt.).

As espécies *Cochlidium serrulatum*, *Dicranopteris flexuosa*, *Doryopteris acutiloba*, *Elaphoglossum lingua*, *E. vagans* e *Trichomanes cristatum* foram amostradas exclusivamente na cota 3, a de maior altitude (850-900m). *Cochlidium serrulatum* também foi observada por Blum et al. (2011) em floresta ombrófila densa montana e altomontana (600-1100m). A presença de *Doryopteris acutiloba* foi registrada no limite da fitofisionomia montana, a 1.000m de altitude na Serra do Mar por Paciência (2008). Cabe aqui destacar a elevada abundância observada de *Trichomanes cristatum* a partir de 850m de altitude, já que esta espécie possui preferência por ambientes de restinga, podendo ser encontrada com menor densidade também na floresta ombrófila densa montana (Paciência 2008).

Apenas quatro espécies foram registradas em todas as cotas altitudinais: *Lindsaea ovoidea*, *Microgramma squamulosa*, *Pleopeltis hirsutissima* e *Serpocaulon catharinae*. A amplitude altitudinal dessas espécies, com exceção de *L. ovoidea*, em floresta ombrófila densa também foi observada por Paciência (2008), Blum et al. (2011) e Caglioni (2013). A tolerância que essas espécies apresentam frente à diferentes condições climáticas provavelmente possibilita uma distribuição mais ampla, podendo ocorrer desde o nível do mar até elevadas altitudes (Blum et al., 2011; Bonett et al., 2013).

**Tabela 1.** Composição florística e abundância (número de indivíduo) das espécies de monilófitas amostradas nas cotas estabelecidas entre 450 e 900m de altitude na trilha do Pico do Tabuleiro, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

Família/ Espécie	Altitude			Total
	450 500	650 700	850 900	
Anemiaceae				

<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	8	0	0	8
<b>Aspleniaceae</b>				
<i>Asplenium scandicinum</i> Kaulf.	0	5	0	5
<b>Blechnaceae</b>				
<i>Blechnum acutum</i> (Desv.) Mett.	2	0	0	2
<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) J. Sm.	27	0	0	27
<b>Cyatheaceae</b>				
<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin	3	0	0	3
<i>Cyathea phalerata</i> Mart.	28	0	0	28
<b>Dryopteridaceae</b>				
<i>Elaphoglossum lingua</i> (C.Presl) Brack.	0	0	1	1
<i>Elaphoglossum glaziovii</i> (Fée) Brade	0	10	0	10
<i>Elaphoglossum vagans</i> (Mett.) Hieron.	0	0	14	14
<b>Gleicheniaceae</b>				
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	0	0	28	28
<i>Sticherus decurrens</i> (Raddi) J. Gonzales	0	11	0	11
<b>Hymenophyllaceae</b>				
<i>Didymoglossum hymenoides</i> (Hedw.) Desv	0	12	0	12
<i>Hymenophyllum asplenioides</i> (Sw.) Sw.	0	4	29	33
<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart.	0	11	42	53
<i>Trichomanes cristatum</i> Kaulf.	0	0	34	34
<i>Trichomanes polypodioides</i> Raddi	1	0	0	1
<b>Lindsaeaceae</b>				
<i>Lindsaea ovoidea</i> Fée	39	17	34	90
<b>Lomariopsidaceae</b>				
<i>Lomariopsis marginata</i> (Schrad.) Kuhn	2	0	0	2
<b>Polypodiaceae</b>				
<i>Campyloneurum nitidum</i> (Kaulf.) C.Presl	1	4	0	5
<i>Campyloneurum</i> sp. C. Presl	4	0	0	4
<i>Cochlidium punctatum</i> (Raddi) L.E.Bishop	0	55	19	74
<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E.Bishop	0	0	37	37
<i>Lellingeria schenckii</i> (Hieron.) A.R.Sm. &	0	48	0	48

<b>R.C.Moran</b>				
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	1	3	1	5
<i>Microgramma vacciniifolia</i> (Langsd. & Fisch.) Copel.	1	0	0	1
<i>Pecluma pectinatiformis</i> (Lindm.) M.G.Price	0	8	0	8
<i>Pecluma recurvata</i> (Kaulf.) M.G.Price	0	1	0	1
<i>Pleopeltis astrolepis</i> (Liebm.) E. Fourn.	1	6	0	7
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	3	11	5	19
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	2	0	2	4
<i>Serpocaulon catharinae</i> (Langsd. & Fisch.) A.R.Sm.	13	46	47	106
<b>Pteridaceae</b>				
<i>Doryopteris acutiloba</i> (Prantl.)Diels	0	0	2	2
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	2	2	0	4
<b>Schizaeaceae</b>				
<i>Schizaea elegans</i> (Vahl) Sw.	0	5	1	6
<b>Thelypteridaceae</b>				
<i>Thelypteris</i> sp. Schmidel	1	0	0	1
<b>694 indivíduos</b>	139	259	296	

Comparando-se esses resultados com os de trabalhos realizados em floresta ombrófila densa no sul do Brasil, nota-se que a riqueza observada no presente estudo (35 espécies) foi grande, tendo em vista a reduzida área total amostrada (0,15 ha). Paciência (2008) amostrou 166 espécies de licófitas e monilófitas em uma área 12 vezes maior, enquanto Gasper (2008) observou um total de 152 espécies em uma área de 5.000 ha, sendo que ambos abarcaram mais de uma fitofisionomia vegetal (submontana, montana e altomontana). Já Dittrich et al. (2005) registraram 81 espécies em uma área de 1 ha na fitofisionomia montana no Parque Estadual Pico do Marumbi em Morretes, Paraná.

No que diz respeito à riqueza potencialmente estimada, a cota de menor altitude (450-600m) apresentou os maiores valores (entre 19 e 52.5 espécies) (Tabela 2). Deve-se destacar que a elevada frequência de *singletons* nesta cota determinou a superestimativa do número de espécies. Ao se comparar o esforço amostral entre as cotas, percebe-se que o esforço amostral das cotas 2 e 3 foi mais satisfatório do que o da cota 1, uma vez que nas cotas mais altas apenas a parcela C.2.5 teve

esforço amostral abaixo de 75% (Tabela 2). A grande quantidade de indivíduos da sub-família Bambusoideae (*Chusquea* spp. e *Olyra* spp.) e da família Cyperaceae (*Rhynchospora* spp.) no sub-bosque da cota 1 foi o que possivelmente resultou na elevada frequência de *singletons* nesta cota.

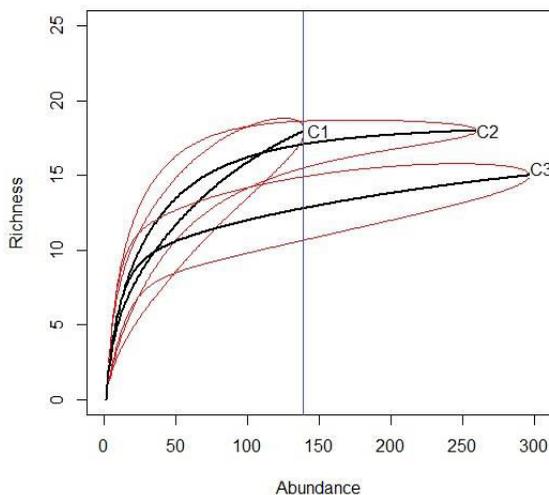
**Tabela 2.** Riqueza observada e estimada, segundo o estimador Chao 1, para as 15 parcelas, a proporção de espécies coletadas e a quantidade de registros únicos (*singletons*) e duplos (*doubletons*) de espécies

Cota	Parcela	Riqueza observ. (Rob)	Riqueza estim. (Rem)	Proporção (Rob / Rem) x 100	<i>singletons</i>	<i>doubletons</i>
C1	C11	9	19	47.4	5	0
	C12	7	10	70	3	0
	C13	5	13	38.5	4	1
	C14	12	52.5	22.9	9	1
	C15	5	6	83.3	2	2
C2	C21	9	9	100	1	0
	C22	12	15	80	3	0
	C23	10	12	83.3	4	4
	C24	4	4	100	0	1
	C25	5	8	62.5	3	0
C3	C31	7	9	77.8	2	1
	C32	9	9	100	1	0
	C33	8	8.5	94.1	1	1
	C34	10	13	76.9	3	0
	C35	7	7.5	93.3	1	1

A presença de taquarais tem sido observada em diversos trabalhos de levantamento florístico em floresta ombrófila densa montana (Smith et al., 1981; Padgurshi et al 2011; Zorzanelli, 2012). Os taquarais se estabelecem nos locais onde há clareiras (Padgurschi et al., 2011) e sua presença promove a substituição e diminuição do número de espécies colonizadoras dessas clareiras (Tabarelli & Mantovani, 2000), como observado por Sanquetta et al. (2007). Não foram encontrados estudos relacionados ao efeito dos taquarais na riqueza de monilófitas, no entanto a interferência pelo efeito de sombreamento e pela deposição

de biomassa provavelmente também afeta a densidade e riqueza de monilófitas, haja vista o observado no presente estudo.

As curvas resultantes da rarefação de espécies por indivíduos indicaram um decréscimo de riqueza de acordo com o gradiente altitudinal (Figura 6). No ponto máximo de igual abundância entre as cotas (linha azul), a cota de maior altitude (C3) possui riqueza estimada estatisticamente menor (15,5 espécies, IC 95%:  $\pm 2,0$ ), enquanto que as cotas 1 e 2 apresentam respectivamente 18 e 17,45 espécies (IC 95%:  $\pm 2,0$ ).



**Figura 6.** Curva de rarefação de espécies do estimador de riqueza de espécies Chao 1 para as três cotas altitudinais amostradas (C1, C2, C3). A linha vermelha representa o intervalo de confiança (IC) de 95%. A linha azul indica o ponto comparativo localizado na cota de menor abundância (cota 1, total de 139 indivíduos).

Do total das espécies observadas, 17% (6 espécies) são endêmicas do Brasil, sendo uma restrita ao sul e sudeste do país (*Elaphoglossum vagans*). O número de espécies de licófitas e monilófitas endêmicas na Mata Atlântica do Brasil é considerado como o mais elevado da região Neotropical (Tryon & Tryon, 1982). Segundo Sehnem (1977), cerca de 40% das espécies da Floresta Atlântica são endêmicas, o que corrobora o elevado número observado na floresta ombrófila densa (Labiak e Prado, 1998; Gasper, 2010; Gasper e Sevegnani, 2010; Souza et al., 2012).

O hábito predominante das 35 espécies encontradas foi o holopífito (68%), seguido pelo hábito terrestre (26%). A elevada representatividade de holopífitos constatada no presente estudo também foi observada por Labiak & Prado (1998), Dittrich et al. (2005), Paciência (2008), Matos et al. (2010) e Michelon & Labiak (2013). O aumento da abundância de holopífitos a partir de 600m de altitude também foi constatado por Paciência (2008) em duas montanhas na Serra do Mar paranaense.

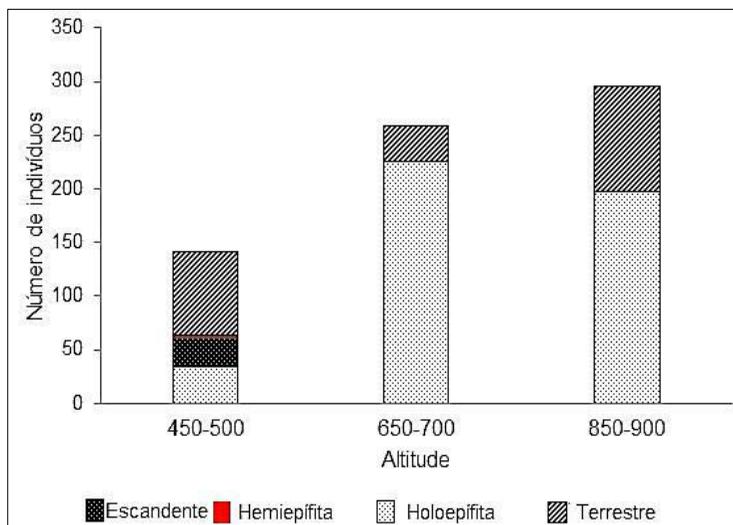
Com relação ao gradiente de altitude, foi constatado que os diferentes hábitos não ocorreram com a mesma abundância nas diferentes cotas. Houve predominância de indivíduos com hábito terrestre na cota de menor altitude (450-500m) e um aumento de indivíduos holopífíticos nas cotas de maior altitude (650-700m e 850-900m) (Figura 7). No que se refere aos hábitos escandente e hemiepífito, não foi possível observar como se dá sua distribuição ao longo da encosta, em razão do baixo número de indivíduos amostrados (1 indivíduo para cada hábito).

Uma das possíveis explicações para o resultado obtido pode ter sido a altura máxima estabelecida para a coleta de epífitas no forófito. Tendo em vista que as epífitas ocorrem preferencialmente no fuste alto da copa (Gentry & Dodson, 1987 *apud* Benzing, 1990) e que a altura das árvores diminui com a altitude, espera-se que a altura das árvores na cota 1 seja maior. Portanto, possivelmente há grande quantidade de epífitas na cota 1, no entanto elas não foram coletadas por estarem presas aos forófitos acima de 1,50m.

O aumento da abundância observada nas cotas de maior altitude também pode ser resultado das modificações da estrutura da floresta com o aumento da altitude, como resultado da variação da topografia e da profundidade do solo. Tais modificações possivelmente alteram o microclima do subosque (Kersten, 2006) influenciando assim a distribuição e a abundância das epífitas (Benzing, 1990). O microclima gerado no subosque da floresta é consequência das variações de umidade, temperatura, incidência de raios solares e de ventos (Benzing, 1990; Kersten, 2006).

Possivelmente, a maior abundância observada nas maiores altitudes é resultado da maior variedade de microhabitats que as epífitas podem ocupar, tendo em vista que algumas espécies encontradas habitam tanto locais escuros e úmidos quanto locais ensolarados e secos. *Pleopeltis astrolepsis* e *Vittaria lineata* são exemplos das espécies encontradas que possuem adaptações xerófitas, podendo ocorrer tanto em ambientes secos como nas florestas úmidas (Hietz, 2010). Segundo

Tryon (1964) *apud* Hietz (2010), cerca de 10% das samambaias epífitas são xerófitas tropicais. A presença de adaptações como o controle da perda de água, tricomas de absorção de água (Benzing, 1990), armazenamento de água (Hietz, 2010) tolerância à dessecação (poikiloidria), e metabolismo CAM (Benzing, 1990) permitem a essas espécies sobreviverem nos locais secos.



**Figura 7.** Histograma do hábito das monilófitas amostradas nas parcelas. Estão destacadas a gráfico abundância dos diferentes tipos de hábito em função da altitude.

### 3.2. Dissimilaridade florística

A análise de dissimilaridade resultou na formação de dois grupos florísticos distintos, que apresentaram 83% de dissimilaridade entre si. O grupo 1, composto por parcelas de menor altitude (450-500m), excetuando C14 e C15, e o grupo 2, composto por parcelas de altitudes intermediária e elevada (650-700m e 850-900m) (Figura 8). A formação dos grupos parece mostrar a existência de duas zonas distintas, uma localizada abaixo de 650m de altitude e outra acima de 650m de altitude, resultado também observado por Paciência (2008) em levantamento da flora de pteridófitas na Serra do Mar paranaense, onde foi constatada a existência de um grupo florístico abaixo de 600m e um acima de 600m de altitude. Nessa mesma serra, porém em estudo com a

riqueza de espécies arbóreas, Blum (2006) observou a formação de grupos florísticos distintos acima e abaixo de 700m de altitude.

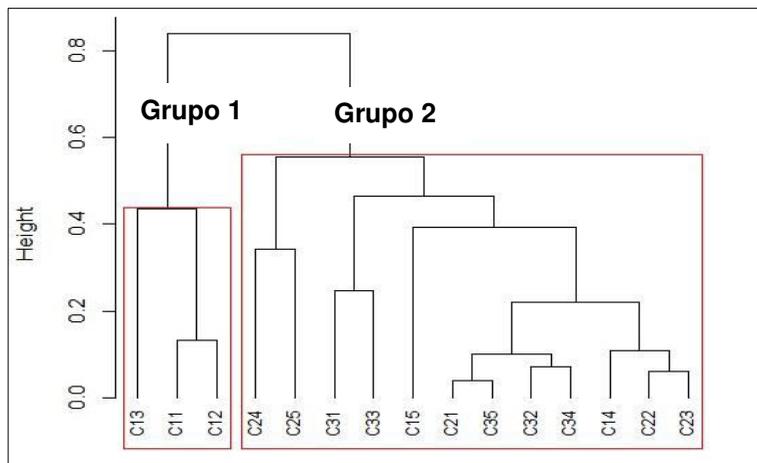
O resultado do presente estudo corrobora o que foi observado por Roderjan et al. (2002) na Serra do Mar paranaense, que elaboraram um diagnóstico florístico das espécies arbóreas na floresta ombrófila densa montana, e propuseram a elevação do limite desta formação para 600m de altitude, de acordo com a realidade florística observada. Blum (2006) também dividiu as formações florestais da Serra do Mar em floresta ombrófila densa submontana (abaixo de 600m) e montana (de 800 a 1.000m), tendo a altitude de 700m sido considerada uma zona de transição entre ambas. A região de diferenciação florística da formação montana localizada entre 700-800m de altitude, considerada como de transição para os autores citados, é certamente influenciada pela mudança de temperatura que ocorre nesta altitude, limite entre o clima Cfa e Cfb, que ocorrem respectivamente abaixo e acima de 800m de altitude. Além da temperatura, as características do solo também podem explicar a diferença florística observada nos trabalhos acima citados. Segundo Pires et al. (2005), nesta mesma área, até 600m de altitude, o solo é mais profundo e desenvolvido, enquanto acima dessa altitude torna-se menos profundo e mais acidificado.

Em geral, os grupos formados apresentaram agrupamentos de parcelas alocadas em uma mesma altitude, resultado que já era esperado. Todavia, verifica-se que no grupo 2 há dois agrupamentos que foram exceções. As parcelas C21 e C35, apesar de estarem localizadas em altitudes diferentes, são apenas 5% dissimilares, e as parcelas C24 e C25, que estão localizadas na mesma altitude, são 35% dissimilares. Isso poderia indicar a existência de heterogeneidade ambiental, gerando dissimilaridade florística entre locais de mesma altitude (Paciência, 2008). O relevo montanhoso e irregular pode promover uma maior variedade de solo, bem como os solos rasos e instáveis existentes nas maiores altitudes possibilitam a existência de uma comunidade característica diferente daquela das altitudes menos elevadas, onde o solo é mais profundo (Blum 2006). Segundo Blum (2006) o relevo acidificado propicia diferenciações estruturais na floresta, como a redução na altura do dossel e uma dinâmica mais intensa de formação de clareiras, o que pode aumentar a incidência de raios solares no interior da floresta, favorecendo a diversificação dos ambientes.

O agrupamento das cotas C14 e C15 no grupo 2 foi uma exceção, resultado possivelmente não influenciado pela altitude e sim por fatores ambientais locais. Segundo Paciência (2008), ao se analisar as parcelas separadamente, agrupamentos inesperados podem ocorrer

uma vez que a influência das variáveis ambientais locais é maior do que quando se considera as parcelas agrupadas por cotas altitudinais.

A heterogeneidade ambiental apontada pelo índice de dissimilaridade pode ser explicada também pelos diferentes estágios sucessionais encontrados na área de estudo. As diferentes alturas das copas proporcionam a existência de clareiras na vegetação, um dos fatores responsáveis pela diversidade de espécies nas florestas tropicais (Melo & Tabarelli, 2003). A presença de clareiras (imagens b, c, d do anexo), principalmente na cota 1 e ao longo da trilha, possivelmente influenciou os resultados do presente estudo, uma vez que algumas parcelas foram estabelecidas em locais de clareiras. Segundo Platt (1975) apud White & Jentsch (2001), as perturbações que ocorrem em uma vegetação podem ser consideradas como uma das principais causas da heterogeneidade ambiental. Isso ocorre pois a alteração da vegetação afeta a incidência de luz, temperatura, competição entre as espécies e a disponibilidade dos recursos, resultando em um mosaico de habitats no qual coexistem espécies pioneiras e tardias (White & Jentsch, 2001).



**Figura 8.** Dendrograma comparando a dissimilaridade entre as parcelas estabelecidas ao longo de gradiente altitudinal no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC.

### 3.3. Relação entre riqueza e altitude

Os testes de correlação realizados demonstraram não haver correlações significativas [ $p > 0,05$ ] entre a altitude e a riqueza observada [ $r = 0,08$ ;  $p = 0,76$ ] e entre a altitude e a riqueza estimada [ $r = -0,27$ ;  $p = 0,34$ ] (Figura 9). Em todo caso, ao se comparar a correlação das duas riquezas, nota-se que a riqueza estimada apresenta um índice de correlação um pouco maior, onde se percebe uma fraca correlação de diminuição da riqueza em função do aumento da altitude (variação linear negativa ou monotômica decrescente). Na análise de correlação entre riqueza estimada e altitude, a parcela C14, que apresentou riqueza superestimada devido à elevada frequência de *singletons*, foi considerada um *outlier*, sendo, portanto excluída do teste, já que sua presença poderia resultar em interpretação errônea (Zar, 1999).

O resultado de correlação obtido no presente estudo não corrobora o padrão de riqueza unimodal observado na maioria dos estudos de vegetação ao longo de gradientes altitudinais (Rahbek, 1995, 1997, 2005; Kessler, 2000, 2001b, 2002; Cardelús et al., 2006; Nogués-Bravo et al., 2008), bem como nos estudos restritos às monilófitas (Kessler 2001a; Bhattarai e Vetaas, 2003; Kluge & Kessler, 2006; Kluge et al., 2006; Watkins et al., 2006; Paciência, 2008). O padrão linear negativo observado foi relatado em poucos trabalhos da flora vascular em florestas tropicais (Vasquez & Givnish, 1998; Dalacho, 2009). Particularmente para monilófitas há o trabalho de Bhattarai & Vetaas (2003), realizado em uma montanha na Cordilheira do Himalaia, Nepal, entre 100 e 4.800m de altitude.

As diferenças na metodologia adotada nos diferentes estudos, como a abrangência do gradiente altitudinal amostrado, pode explicar a diferença de padrão de riqueza observado (Rahbek, 1995; Nogués-Bravo, 2008). Quando se abrange todo o gradiente de altitude, o padrão observado é o unimodal, mas quando a abrangência do gradiente é incompleta o padrão observado é linear negativo (Nogués-Bravo, 2008), como observado neste estudo. Isso provavelmente se deve ao fato de áreas montanhosas mais baixas estarem mais sujeitas às ações antrópicas, por meio do desmatamento (Nogués-Bravo, 2008). Em consequência disso, as faixas mais degradadas são invadidas por espécies generalistas, que ocupam o lugar das especialistas promovendo aumento da riqueza nas altitudes inferiores (Connell, 1978; Nogués-Bravo, 2008).

#### 4. CONCLUSÕES

As famílias que apresentaram maior riqueza foram Polypodiaceae e Hymenophyllaceae, conforme tem sido observado em estudos em floresta ombrófila densa no Brasil.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicam que não há variação significativa da riqueza de espécies com a altitude, como demonstrado pela curva de rarefação e pelo teste de correlação.

A composição florística das diferentes cotas altitudinais foi possivelmente influenciada pela mudança da temperatura e umidade (como consequência do aumento da altitude) e pelos diferentes estágios sucessionais observados na área. Possivelmente os diferentes estágios sucessionais da vegetação foram o que mais influenciou a composição florística observada. O hábito das espécies amostradas também pareceu ser influenciado pela altitude, uma vez que foi observada maior predominância do hábito epifítico acima de 650m de altitude, enquanto o hábito terrícola predominou abaixo dessa altitude.

Os resultados obtidos com a pequena área amostrada apontam possível existência de heterogeneidade ambiental na área de estudo, resultado obtido certamente não só pela diversidade de habitats existente em montanhas, mas também pela alteração da vegetação original, como resultado de ações antrópicas.

Tais resultados demonstram não somente a importância do local para manutenção da biodiversidade do grupo estudado, bem como a influência da alteração na vegetação na composição das espécies de samambaias. Neste viés, faz-se necessário mencionar a importância de estudos que busquem compreender como ocorre a distribuição das espécies ao longo de um gradiente de altitude, uma vez que a compreensão dos fatores que influenciam tais padrões é importante para o manejo da flora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M.R.V.; THOMAS, W.W. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Mata Atlântica. *In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil*. UFRPE, Recife, p. 19-22, 2002.

BARROS, F.M.; RODRIGUES, R.C.; LOPES, P.C.; CASSANO, C.R. **Heterogeneidade ambiental e diversidade de samambaias**. *In: Prática da pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica*. Universidade de São Paulo. 2009. 5p.

BENZING, D.H. **Vascular epiphytes**. New York: Cambridge University press, 1990. 376p.

BHATTARAI, K.R.; VETAAS, O.R. Variation in plant species richness of different life forms along a subtropical elevation gradient in the Himalayas, east Nepal. **Global Ecology and Biogeography**, v. 12, p. 327-340, 2003.

BIANCHI, J.S.; MICHELON, C.; KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares de uma área de ecótono entre as Florestas Ombrófila Densa e Mista, no Parque Estadual do Marumbi, PR. **Estudos de Biologia: Ambiente e diversidade**, v. 34, n. 82, p. 37-44, 2012.

BLUM, C.T. **A Floresta Ombrófila Densa na Serra do Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, PR – Caracterização florística, fitossociológica e ambiental de um gradiente altitudinal**. 2006. 195p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BLUM, C.T.; RODERJAN, C.V. Espécies indicadoras em um gradiente da Floresta Ombrófila Densa na Serra do Prata, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 873-875, 2007.

BLUM, C.T.; RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F. Composição florística e distribuição altitudinal de epífitas vasculares da Floresta Ombrófila Densa na Serra do Prata, Morretes, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 4, p.142-159, 2011.

BOCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. New York: Springer, 2011. 319p.

BONNET, A.; CAGLIONI, E.; SCHMITT, J.L.; CADORIN, T.J.; GASPER, A.L.; ANDRADE, S.; GROSH, B. CRISTOFOLINI, C.; OLIVEIRA, C.P.L.; LINGNER, D.V.; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C. Epífitos Vasculares da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina, sul do Brasil. In: VIBRANS, A. C.; BONNET, A.; CAGLIONI, E.; GASPER, A.L.; LINGNER, D.V. (Eds.). **Epífitos Vasculares da Floresta Ombrófila Densa**. Blumenau: Edifurb, 2013. v. 5, p. 23-67.

CAGLIONI, E. **Florística e fitossociologia do componente arbóreo e epifítico em segmento de encosta e margem de rio no Parque Nacional da Serra do Itajaí, SC**. 2013. 95p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARDELÚS, C.L.; COLWELL, R.K.; WATKINS, J.E. Vascular epiphyte distribution patterns: explaining the mid-elevation richness peak. **Journal of Ecology**, v. 94, p. 144-156, 2006.

CARDOSO, C.M.; DINIZ, S.M.; SILVA, O.G. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: aspectos físicos**. Florianópolis, 1985, 64p.

COLWELL, R.K. **User's guide to Estimate S5 statistical: Estimation of species richness and shared species from samples**. 2004. Disponível em <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acessado em: 20/09/2014.

CONNELL, J.H. Diversity in tropical rain Forests and Coral reefs. **Science**, v. 199, n. 24, p. 1302-1310, 1978.

DALACHO, H.D.W. **Plant species and functional diversity along altitudinal gradients, Southwest Ethiopian Highlands**. 2009. 139p. Tese de Doutorado. Universidade de Bayreuth, Bayreuth.

DE LA SOTA, E.R. El epifitismo y las Pteridófitas en Costa Rica (América Central). **Nova Hedwigia**, v. 21, n. 1-4, p. 401-465, 1971.

DITTRICH, V.A.O; WAECHTER, J.L.; SALINO, A. species richness of pteridophytes in a montane Atlantic rain forest plot of Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, n. 19, p. 519-525, 2005.

FATMA. **Diagnóstico do meio físico e biótico do produto básico do zoneamento do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**, 2000.  
Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/>. Acesso em 20/04/2014.

FATMA. **Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: retratos da flora e da fauna**. Florianópolis: Criag, 2009. 80p.

FRANKE, C.R.; ROCHA, P.L.B.; KLEIN, W.; GOMES, S.L. **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Edufba, 2005. 476p.

FREITAS, C.A.A.; WINDISCH, P.G. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Pteridophyta-Lycopodiaceae. **Rodriguésia**, v. 56, n. 86, p. 67-68, 2005.

GASPER, A.L. **Diversidade e habitats de pteridófitas do Parque Nacional da Serra do Itajaí, Blumenau**. 2008. 25p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau.

GASPER, A.L. **Pteridófitas de Santa Catarina, Brasil: diversidade, distribuição geográfica e variáveis ambientais**. 2012. 86p.  
Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais.

GASPER, A.L.; SEVEGNANI, L. Lycophyta e samambaias do Parque Nacional da Serra do Itajaí, Vale do Itajaí, SC, Brasil. **Hoehnea**, v. 37, n. 4, p. 755-767, 2010.

GASPER A.L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C.; UHLMANN, A.; LINGNER, M.V.; DREVECK, S.; STIVAL-SANTOS, A.; BROGNI, E.; SCHMITT, R.; KLEMZ, G. Inventário de *Dicksonia sellowiana* Hook. em Santa Catarina. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 776-784, 2011.

GENTRY, A.H.; DODSON, C.H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 205-233, 1987.

HEMP, A. Ecology of the pteridophytes on the southern slopes of Mt. Kilimanjaro. Part1: Altitudinal distribution. **Plant Ecology**, v. 159, p. 211-239, 2002.

HIETZ, P. Fern adaptations to xeric environment. In: MEHLTRETER, K.; WALKER, L.R.; SHARPE, J.M. **Fern Ecology**. New York: Cambridge University Press, 2010. p. 140-176.

HIRAI, R.Y.; PRADO, J. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Pteridophyta: 1. Aspleniaceae. **Hoehnea**, n. 39, v. 1, p. 85-93, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 2ª edição. Disponível em: [ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_tecnico\\_vegetacao\\_brasileira.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf). Acesso em 14 jan. 2014.

KARGER, D.N.; KLUGE, J.; KRÖMER, T.; HEMP, A.; LEHNERT, M.; KESSLER, M. The effect of area on local and regional elevational patterns of species richness. **Journal of Biogeography**, v. 38, p. 1177-1185, 2011.

KARST, J.; GILBERT, B.; LECHOWICZ, M.J. Fern community assembly: The roles of chance and the environment at local and intermediate scale. **Ecology**, v. 86, n. 9, p. 2473-2486, 2005.

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

KESSLER, M. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. **Plant ecology**, v. 149, p. 181-193, 2000.

KESSLER, M. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 1473-1495, 2001a.

KESSLER, M. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 1897-1920, 2001b.

KESSLER, M. The elevational gradient of Andean plant endemism, varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. **Journal of Biogeography**, v. 29, p. 1159-66, 2002.

KESSLER, M. Biogeography of ferns. *In: Fern Ecology*. New York: Cambridge University Press. 2010. p. 22-48.

KESSLER, M.; GONZALES, J. A synopsis of the Neotropical species of *Sticherus* (Gleicheniaceae), with descriptions of nine new species. **Phytotaxa**, v. 31, p. 1-54, 2011.

KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1978.

KLEIN, R.M. Fisionomia, importância e recursos da vegetação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. **Sellowia**, v. 33, n. 33, p. 5-54, 1981.

KLUGE, J.; KESSLER, M. Fern endemism and its correlates: contribution from an elevational transect in Costa Rica. **Diversity and Distributions**, v. 12, p. 535-545, 2006.

KLUGE, J.; KESSLER, M.; DUNN, R. R. What drives elevational patterns of diversity? A test of geometric constraints, climate and species pool effects for pteridophytes on an elevational gradient in Costa Rica. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, p. 358-371, 2006.

KRAMER, K.U.; GREEN, P.S. Pteridophytes and gymnosperms. *In: KUBITZKI, K. The families and genera of vascular plants*, v. 1. Berlin: Springer, 1990. 404p.

KRÖMER, T.; KESSLER, M.; GRADSTEIN, R.; ACEBEY, A. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 1799-1809, 2005.

LABIAK, P.H.; PRADO, J. Pteridófitas epífitas da Reserva Volta Velha, Itapoá - Santa Catarina, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 11, p. 1-79, 1998.

LABIAK, P.H.; PRADO, J. Grammitidaceae (Pteridophyta) no Brasil com ênfase nos gêneros *Ceradenia*, *Cochlidium* e *Grammitis*. **Hoehnea**, v. 30, n. 3, p. 243-283, 2003.

LABIAK, P.H.; PRADO, J. As espécies de *Lellingeria* A.R. Sm. & R.C. Moran (Grammitidaceae – Pteridophyta) do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 1-22, 2005.

LOMOLINO, M.V. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, n. 3, p.13, 2001.

MAGURRAN, A.E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing. 2004. 256p.

MATOS, F.B.; AMORIM, A.M.; LABIAK, P.H. The ferns and lycophytes of a montane tropical forest in Southern Bahia, Brazil. **Journal of Botanical Research Institute**, v. 4, p. 333-346, 2010.

MELO, F.P.L; M. TABARELLI. Seed dispersal and demography of pioneer trees: the case of *Hortia arborea*. *Plant Biology*, v. 5, p. 359-365, 2003.

MICHELON, C.; LABIAK, P.H. Samambaias e licófitas do Parque Estadual do Guatelá, PR, Brasil. **Hoehnea**, v. 40, n. 2, p. 191-204, 2013.

MORAN, R.C. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. In: **Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests**. New York: New York Botanical Garden. 1995. p. 359-363.

MORAN, R.C. Diversity, biogeography and floristics. In: **Biology and evolution of ferns and lycophytes**. New York: Cambridge University Press. 2008. p. 367-394.

NOGUÉS-BRAVO, D.; ARAÚJO, M.B.; ROMDAL, T.; RAHBEK, C. Scale effects and human impact on the elevational species richness gradients. **Nature**, v. 453, n. 8, p. 216-219, 2008.

OKSANEM, F.; GUILLAUME, B.; ROELAND, K.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R.B.; SIMPSON, G.K.L.; SOLYMOS, P.; HENRY, M.H.; WAGNER, S.; WAGNER, H. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-10.2013**. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

PACIÊNCIA, M.L.B. **Diversidade de pteridófitas em gradientes de altitude na Mata Atlântica do Estado do Paraná, Brasil**. 2008. 230p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

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

PADGURSCHI, M.C.G.; PEREIRA L.S.; TAMASHIRO, J.Y.; JOLY, C.A. Composição e similaridade florística de floresta atlântica montana, SP, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 141-151, 2011.

PIRES, P.T.L.; ZILLI, A.L.; BLUM, C.T. **Atlas da Floresta Atlântica no Paraná - Área de abrangência do programa proteção da Floresta Atlântica**. Curitiba: SEMA, 2005, 104p.

PONCE, M.; MEHLTRETER, K.; DE LA SOTA, E. Análisis biogeográfico de la diversidad pteridofítica em Argentina y Chile continental. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 75, p. 703-717, 2002.

PRADO, J. Taxonomia das pteridófitas no Brasil - Revisões e monografias como base para análise da diversidade, o quanto conhecemos sobre a nossa flora. In: **Desafios da botânica brasileira no Novo Milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**. Belém: SBA. 2003. p. 278-279.

PRADO, J. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Pteridophyta: 8. Gleicheniaceae. **Hoehnea**, v. 31, n. 1, p. 33-37, 2004.

PRADO, J.; HIRAI, R.Y. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Pteridophyta: 4. Davalliaceae, 19. Schizaeaceae, 23. Vittariaceae e 24. Woodsiaceae. **Hoehnea**, v. 37, n. 4, p. 791-800, 2010.

PRADO, J.; HIRAI, R.Y.; SCHWARTSBURD, P.B. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP Pteridophyta: 9. Grammitidaceae e 16. Polypodiaceae. **Hoehnea**, v. 37, n. 3, p. 445-460, 2010.

PRADO, J.; SYLVESTRE, L.S. Samambaias e Licófitas. In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil>. Acesso em: 24 mar 2014.

PRYER, K.M.; SCHUETTEL, E.; WOLF, P.G.; SCHNEIDER, H.; SMITH, A.R.; CRANFILL, R. Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 10, p. 1582-1598, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing - R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: out. 2011.

RAHBEK, C. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? **Ecography**, v. 18, p. 200-205, 1995.

RAHBEK, C. The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. **American Naturalist**, v. 149, p. 875-902, 1997.

RAHBEK, C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species richness patterns. **Ecology Letters**, v. 8, p. 224-239, 2005.

RODERJAN, C.V. **O gradiente da floresta Ombrófila Densa no morro Anhangava, Quatro Barras, PR. Aspectos climáticos, pedológicos e fitossociológicos**. 1994. 130p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência Ambiental**, v. 24, p. 75-92, 2002.

ROSÁRIO, L.A. **A natureza do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro**. Florianópolis: FATMA, 2003. 128p.

ROSENZWEIG, M.L. **Species diversity in space and time**. Cambridge University Press: New York, 1995. 460p.

SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; SALZMANN, A.M.; VULCANIS, L. Dinâmica de um remanescente de floresta ombrófila mista no sul do Paraná sob influência de taquaras. **AMBIENCIA - Revista do setor de ciências agrárias e ambientais** v. 3, n.1, 2007.

SCHRUMPF, M.; GUGGENBERGER, G; VALAREZO, C.; ZECH, W. Tropical montane rainforest soil, development and nutrient status along an altitudinal gradient in the South Ecuadorian Andes. **Die Erde**, v. 132, p. 43-59, 2001.

SCHWARTSBURD, P.B.; LABIAK, P.H. Pteridófitas do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 159-209, 2007.

SEHNEM, A. Himenofiláceas. In: R. Reitz (Ed.). **Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí, SC**, Herbário Barbosa Rodrigues, 1971, 98p.

SEHNEM, A. As filicíneas do Sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. **Pesquisas – Botânica**, n. 31, p. 1-108, 1977.

SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L.; BONNET, A.; SOBRAL, M.G.; VIBRANS, A.C.; VERDI, M.; SANTOS, A.S.; DREVECK, S.; KORTE, A.; SCHMITT, J.; CARDORIN, T.; LOPES, C.P.; CAGLIONI, E.; TORRES, J.F.; MEYER, L. **Flora vascular da Floresta Ombrófila Densa em Santa Catarina**. In: VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L.; LINGNER, D.V. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila Densa. Blumenau: Edifurb, 2013. v. 4, p. 127-139.

SMITH, L.B; DIETER, C.W; KLEIN, R.MN. GRAMÍNEAS. IN: R. REITZ (ED). **Flora ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 1981. 435p.

SMITH, A.R.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P.G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.

SOUZA, F.S.; SALINO, A.; VIANA, P.L.; SALIMENA, F.R.G. Pteridófitas de Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 378-390, 2012.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Gap-phase regeneration in a tropical montane Forest: the effects of gap structure and bamboo species. **Plant Ecology**, v. 148, p.149-155, 2000.

TANNER, E.V.J.; VITOUSEK, P.M.; CUEVAS, E. Experimental investigation of nutrient limitation of forest growth on wet tropical mountains. **Ecology**, v. 79, p. 10-22, 1998.

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

TRYON, R.M.; TRYON, A.F. **Ferns and allied plants: with special reference to tropical America**. New York: Springer, 1982. 876p.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 4, p. 25-34, 1994.

TUOMISTO, H.; POULSEN, A.D. Pteridophyte diversity and species composition in four Amazonian rain forests. **Journal of Vegetation Science**, v. 11, p. 363-396, 2000.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; POLSEN, A.D.; MORAN, R.C.; QUINTANA, C.; CANAS, G.; CELI, J. Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuni National Park, Ecuadorian Amazonia. **Biotropica**, v. 34, n. 4, p. 516-533, 2002.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGUILAR, M.; SARMIENTO, A. Floristic patterns along a 43km long transect in Amazonian rain forests. **Journal of Ecology**, v. 1, p. 743-756, 2003.

VAVREK, M.J. Fossil: palaeocological and palaeogeographical analysis tools. **Palaeontologia Electronica**, v. 14, n. 1, 2011.

VAZQUEZ, J.A.; GIVNISH, T.J. Altitudinal gradients in Tropical Forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan. **Ecological Society Journal of Ecology**, v. 86, p. 999-1020, 1998.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4ª Edição. Prentice-Hall, New Jersey, 1999. 663p.

ZORZANELLI, J.P.F. **Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila montana na Serra do Valentim, Iúna, Espírito Santo**. 2012. 132p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo.

ZUQUIM, G.; COSTA, F.R.C.; PRADO, J.; TUOMISTO, H. Introdução. In: **Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central**. Manaus: ATEMA. Manaus, 2008. 320p.

WALTHER, B.A., MOORE, J.L. The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performances of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. **Ecography**, v. 28, p. 815–829, 2005.

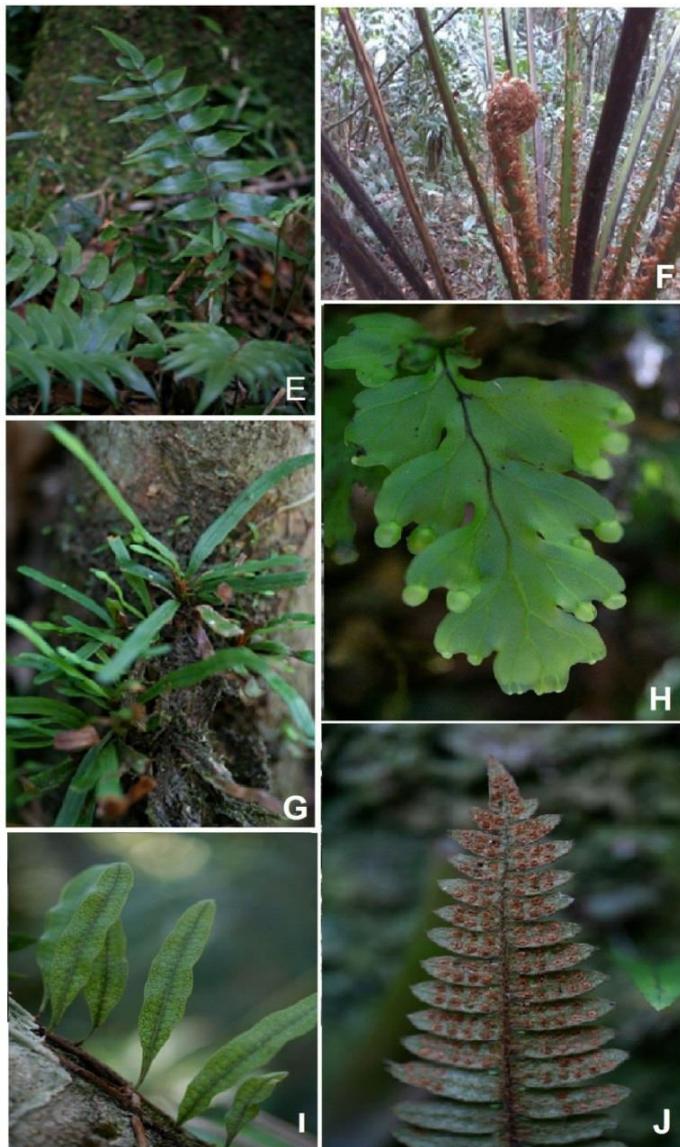
WATKINS, J.E.; CARDELÚS, C.; COLWELL, R.K.; MORAN, R.C. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 1, p. 73-83, 2006.

WHITE, P.S.; JENTSCH, A. The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. **Progress in Botany**, vol. 62, p. 399-449, 2001.

## ANEXO - Área de estudo e espécies amostradas



**Área de estudo** - **A.** Vista do topo do Pico do Tabuleiro, localizado a 1.230m de altitude. **B.** Trilha localizada onde foram estabelecidas as parcelas da Cota 1 (450 – 500m de altitude). **C.** Dossel da floresta localizada na Cota 2 (650 – 700m de altitude). **D.** Sub-bosque localizado na Cota 3 (850 – 900m de altitude).



**Espécies amostradas na área de estudo** - E. *Anemia phyllitidis*. F. Broto de *Cyathea phalerata* (detalhe das escamas). G. *Cochlidium punctatum*. H. *Hymenophyllum asplenioides* (detalhe do indúcio bivalvado). I. *Microgramma squamulosa*. J. *Pleopeltis hirsutissima* (face abaxial da fronde fértil).



**Espécies amostradas na área de estudo – K. *Schizaea elegans*. L. *Serpocaulon catharinae* (face abaxial da fronde fértil). M. *Serpocaulon catharinae*. N. *Trichomanes cristatum* (detalhe do indúscio cônico)**