

## **Briófitas como bioindicadoras da qualidade do ar na vegetação do Jardim Botânico municipal de Bauru-SP**

Álison Luís Cara<sup>1</sup>; Bruna Beatriz de Oliveira Gimenez<sup>1</sup>; Giovana de Azevedo Paiva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduação em Ciências Biológicas - Faculdade Anhanguera de Bauru

<sup>2</sup> Docente do departamento de Ciências Biológicas - Faculdade Anhanguera de Bauru

### **Resumo**

As Briófitas são organismos avasculares de pequeno porte encontradas em locais úmidos devido a sua dependência da água para reprodução. Classificadas em três filos, Bryophyta, Marchantiophyta (Hepatophyta) e Anthoceroophyta, são encontradas fixadas em solos, rochas, folhas e caules pelos seus rizoides que se assemelham às raízes. A importância ecológica desses indivíduos clorofilados está relacionada à sua função de bioindicador da qualidade do ar e por serem agentes controladores de erosão do solo. O trabalho pretendeu, através de coletas ao acaso no Jardim Botânico de Bauru, relacionar as morfoespécies encontradas com as condições ambientais impostas pelas vegetações de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual. Esses diferentes ecossistemas, por apresentarem fitofisionomias distintas, influenciam nos índices de umidade e luminosidade da área. O material amostrado foi seco na temperatura ambiente e uma parte, após a secagem, foi reidratada e colocada em lâmina e lamínula para análise de sua morfologia. Foram encontradas 23 morfoespécies, sendo 8 no Cerrado e 15 na Floresta Estacional Semidecidual, distribuídas nas divisões Bryophyta, Anthoceroophyta e Marchantiophyta, com 21, 1 e 1 respectivamente. A diversidade de indivíduos, com auxílio de dados disponibilizados pela CETESB e material estudado, indicou a ótima qualidade do ar na área analisada.

**Palavras-Chave:** Briófitas; Bioindicador; Jardim Botânico; Bauru.

### **Abstract**

Bryophytes are small organisms found in humid places because is necessary water for reproduction. They are classified in three groups, Bryophyta, Marchantiophyta (Hepatophyta) and Anthoceroophyta, found fixed in soils, rocks, leaves and stems by their rhizoids kind of the roots. The ecological importance of these chlorophyll individuals is related to their function as a bioindicator of air quality and to be controlling agents of soil erosion. The intention of the work through random collections in the Botanical Garden of Bauru, to relate the morphospecies found with the environmental conditions imposed by the vegetation of Cerrado and Seasonal and semi-deciduous Forest. These different ecosystems, because they have different phytophysionomies, influenced the humidity and luminosity indexes of the area. The material was dried at normal temperature and one part, after drying, was rehydrated and placed on a slide and coverslip for analysis of its morphology. 23 morphospecies were found, being 8 in the Cerrado and 15 in the Seasonal and semi-deciduous Forest, distributed in the Bryophyta, Anthoceroophyta and Marchantiophyta divisions, with 21, 1

and 1 respectively. The variety of individuals along with CETESB (Environment Sanitation Technology Company) provided data and other researched material indicated good air quality in the area.

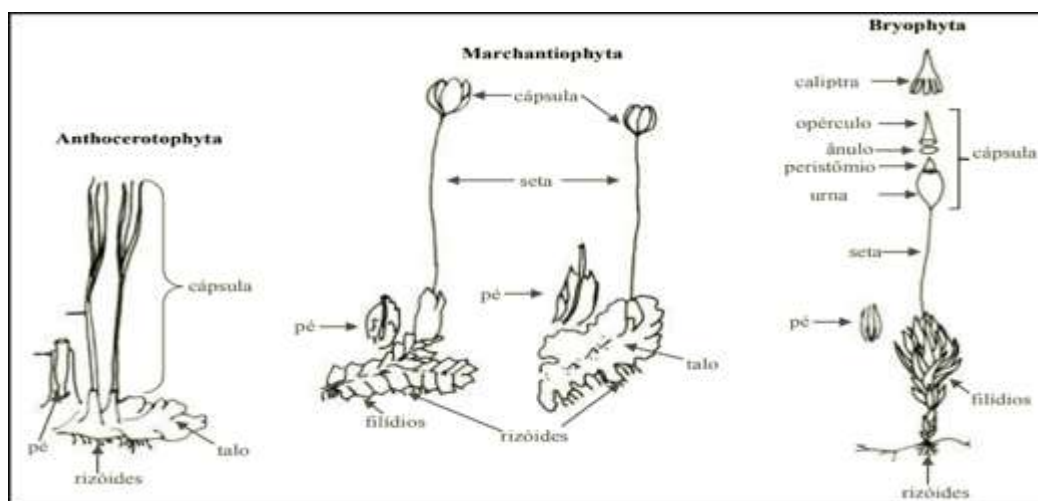
**Keywords:** Bryophytes; Bioindicator; Botanical Garden; Bauru.

## 1. Introdução

O conhecimento do número de briófitas está estimado em cerca de 18.000 espécies no mundo; sua distribuição pode ser citada em 3.125 indivíduos para o Brasil, sendo 450 gêneros e 110 famílias (YANO; BORDIN; PERALTA, 2009).

Pertencentes ao Reino Plantae, as briófitas fazem parte do segundo maior grupo de plantas terrestres, por

serem avasculares e desprovidas de raízes; dificilmente ultrapassam os 20 cm e, devido a isso, ganharam os termos caulóides, filóides e rizóides, com algumas modificações para cada grupo, ilustradas abaixo (Figura 1). Seus rizóides são responsáveis pela absorção da água e sais do solo onde se encontram fixadas; todas as briófitas necessitam de um ambiente úmido para seu ciclo de vida, dependentes da água para reprodução (PORTO, 1993).



**Figura 1-** Estruturas básicas das briófitas. Ilustração: Conard (1977)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Imagem retirada do Trabalho de estágio de Docência BRIÓFITAS, Juçara Bordin (2009).

De acordo com Yano et al. (2009), o seu ciclo de vida é caracterizado pela alternância de geração, sendo a geração duradoura gametofítica e a fase temporária esporofítica, ou seja, as briófitas são compostas por indivíduos

morfologicamente distintos em diferentes fases da vida. Ainda segundo esses autores, são divididas em três filos: Marchantiophyta (Hepatophyta), Anthocerotophyta e Bryophyta; todos autótrofos. Entre os representantes são encontradas espécies flutuantes como a

*Ricciocarpus natans*, presentes em lagos e açudes; não há conhecimento sobre a vida desses indivíduos em água salgada.

As hepáticas, com aproximadamente 6.000 espécies, são pequenas e pouco visíveis, divididas em hepáticas talosas e hepáticas folhosas. As talosas são encontradas em barrancos úmidos e sombreados; o talo é diferenciado em uma porção dorsal fina (adaxial) rica em clorofila e uma porção mais ventral (abaxial) espessa, incolor, especializada em armazenamento. Já as folhosas, que abrangem em torno de 4.000 das 6.000 espécies do filo, são abundantes nos trópicos e subtropicais e em regiões de muita chuva; são bem ramificadas formando pequenos tapetes (RAVEN, 2007).

Com cerca de 100 espécies, Raven (2007) descreveu os antóceros como sendo semelhantes às hepáticas talosas. O gênero *Anthoceros* apresenta diversas cavidades internas que são habitadas por cianobactérias do gênero *Nostoc* que fixam nitrogênio, fornecendo-o assim para a planta em que estão abrigadas. Apresenta estômatos em seu esporófito, considerado isso um elo evolutivo com as plantas vasculares.

Os musgos verdadeiros são membros do filo Bryophyta, constituído por três classes: Sphagnidae com representantes do gênero *Sphagnum*, formadores da turfa, utilizadas como adubo na melhoria do solo e, quando seco e moído, como combustível; Andreaeidae (musgos-de-granito), dividido em Andreaeae e Andreaobryum. A primeira possui cerca de 100 espécies e o segundo uma única que está restrita ao noroeste do Canadá e adjacentes do Alasca, respectivamente. Além delas, há a classe Bryidae, musgos verdadeiros,

sendo composta por cerca de 9.500 espécies (RAVEN, 2007).

Para Filgueiras e Pereira (1993), seu papel ecológico contribui diretamente para uma avaliação da qualidade do ar e da água sobre efeitos contaminantes causados pela ação antrópica, pois sua presença ou ausência (número de indivíduos) indica bioindicação do local, um método mais utilizado nas últimas décadas para verificar a qualidade ambiental, sendo considerado simples, rápido e de baixo custo em comparação com outros tipos. Sem contar sua extrema sensibilidade à poluição atmosférica, principalmente o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), um poluente comum originado de diversas atividades industriais, isso acontece pela ausência de uma cutícula protetora e sistema vascular (HALLINBACK e HODGETTS, 2000).

Diante do papel ecológico das briófitas, o levantamento de suas morfoespécies é importante para analisar a qualidade do ambiente do local. Dessa forma, estudos na área tendem a fornecer maiores informações morfológicas e taxonômicas desse grupo de organismos clorofilados.

## 2. Objetivo

Estimar o número de morfoespécies de briófitas no Jardim Botânico do município de Bauru-SP (JBMB), a fim de analisar a qualidade ambiental utilizando as briófitas como bioindicadores, comparando a diversidade de indivíduos encontrados com a fitofisionomia do local.

## 3. Material e métodos

### 3.1. Caracterização da área

A pesquisa foi realizada no Jardim Botânico Municipal de Bauru (JBMB), localizado na cidade de Bauru, região Centro-Oeste do Estado de São Paulo (22°20'36" S e 49°01'01"W), com área de aproximadamente 322 hectares. Está ocupado por 280 ha de cerrado (cerradão), cinco ha de floresta estacional semidecidual e cinco ha de

floresta paludícola (PINHEIRO e MONTEIRO, 2008).

Por apresentar diferentes tipos vegetacionais que, de acordo com sua fitofisionomia, influenciam na luminosidade e consequentemente na umidade do local, o JBMB fornece condições ambientais para o estabelecimento de briófitas adaptadas a diferentes índices de umidade do ar e luminosidade.



**Figura 2** - Visão geral do Jardim Botânico Municipal de Bauru (Google Earth, 2012).

De acordo com Pinheiro e Monteiro (2008), a reserva de vegetação natural do JBMB, é um fragmento localizado junto ao perímetro urbano e com limites definidos pelo Campus da UNESP Bauru, propriedades rurais, pela Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros e pelo Hospital Lauro de Souza Lima.

A região de Bauru pode ser definida climaticamente, segundo a classificação de Köpen, como de clima

mesotérmico, de inverno seco e verão chuvoso (Cwa) ou temperado macrotérmico, isto é, moderadamente chuvoso de inverno seco e não rigoroso (PINHEIRO, 2000).

### 3.2. Coleta de dados

As briófitas foram coletadas na estação de inverno no período da

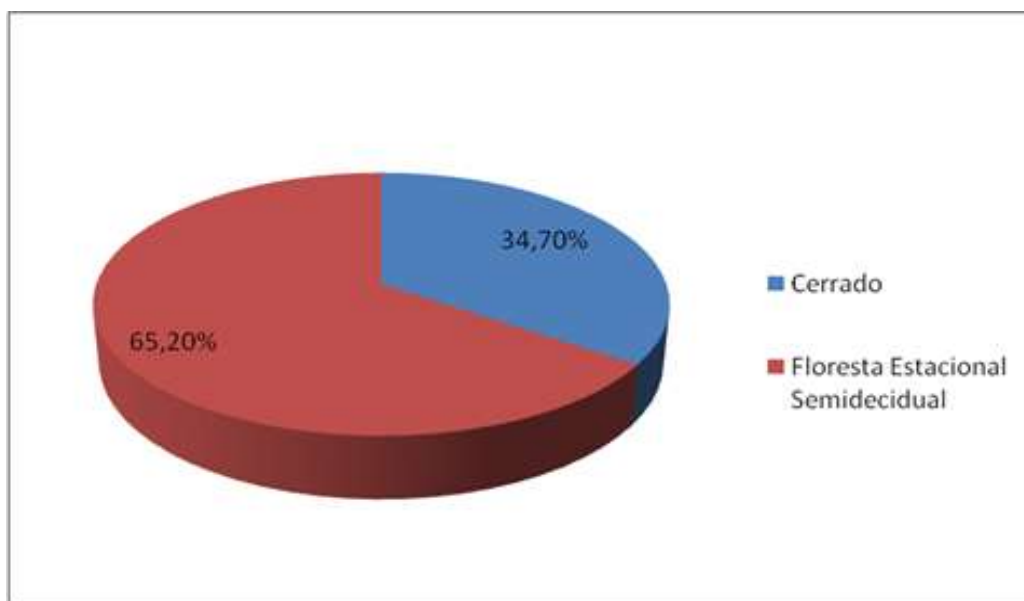
manhã, em que o clima apresentava temperatura mínima de 14.3°C e máxima 20.3°C com índice de umidade de 70.2% (IPMET, 2013).

As coletas foram realizadas em 1.000 metros de trilha, tanto em vegetação de Cerrado como em Floresta Estacional Semidecidual, sendo as amostras retiradas a cada 5m de trilha. O material foi coletado com auxílio de canivete em diversos tipos de substrato, tais como: solo, tronco de árvore viva ou em decomposição. As espécies foram armazenadas em sacos de papel e transportadas até a Faculdade Anhanguera de Bauru. Parte delas foi colocada em álcool a 70% o restante foi mantido em temperatura ambiente para secagem. Para análise da morfologia de filóides, cápsula, caliptra e esporos, o

material seco foi reidratado e colocado entre lâmina e lamínula. As diferenças macroscópicas de seus gametófitos e esporófitos foram analisados com o auxílio de estereomicroscópio binocular. Com base na literatura específica as briófitas foram separadas em suas divisões, fotografadas e armazenadas em saco de papel.

#### 4. Resultados e discussão

Foram obtidas vinte e três morfoespécies de briófitas, sendo oito encontradas no Cerrado e quinze na Floresta Estacional Semidecidual, representando, respectivamente, 34,7% e 65,2% das plantas encontradas (Figura 3).



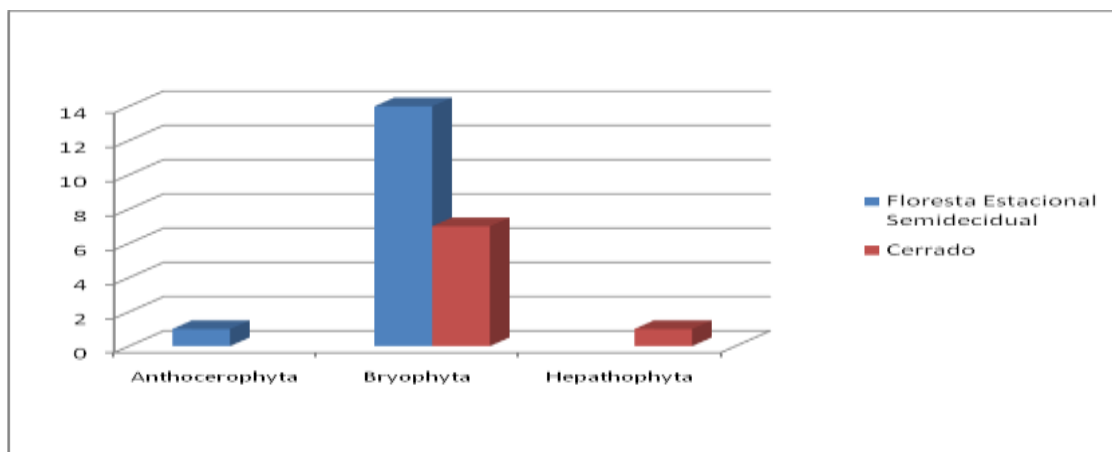
**Figura 3** - Percentual de briófitas encontradas em vegetação de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual no JBMB, Bauru-SP.

Na trilha do Cerrado, foram encontradas 7 morfoespécies de Briófitas e apenas uma de Marchantiófitas. Na Floresta Estacional, foram encontradas 14 morfoespécies pertencentes à Bryophyta e uma

identificada como Antocerotophyta (Figura 4). A ocorrência de antóceros nessa época do ano, considerada como seca, foi por consequência de dias chuvosos anteriores a coleta. Esses resultados são esperados, posto que, em

florestas úmidas, é alta a disponibilidade de substratos vivos e em decomposição tais como folhas, galhos,

troncos e uma grande demanda de serapilheira em geral.



**Figura 4** - Distribuição das divisões de briófitas nos diferentes biomas do JBMB, Bauru-SP.

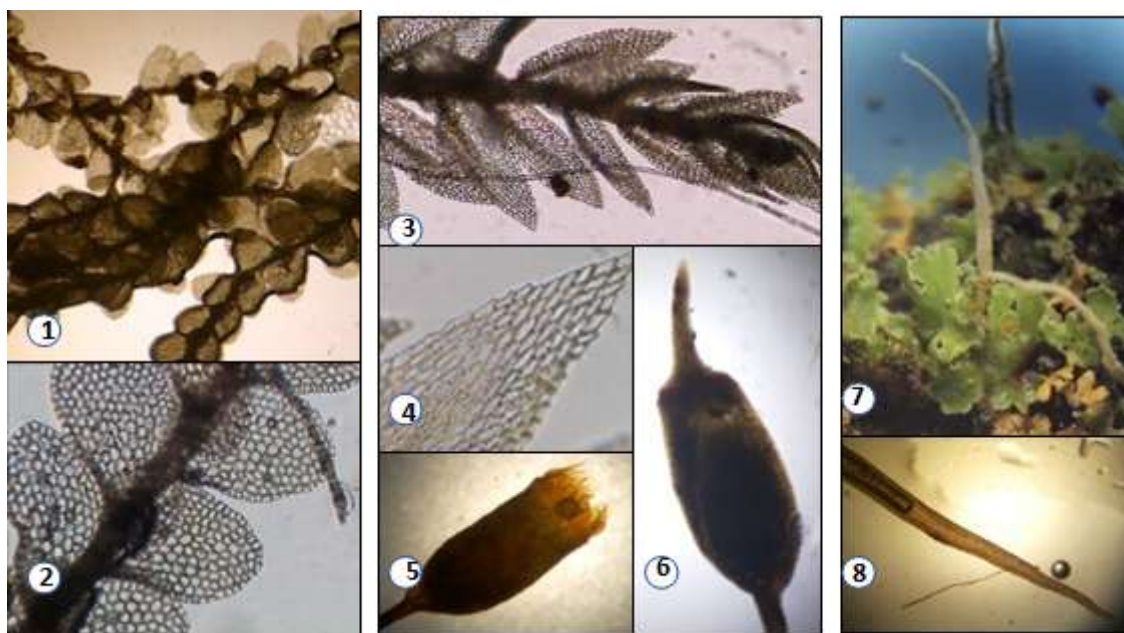
A influência da fitofisionomia e o estado de preservação do local foram primordiais para o estabelecimento das morfoespécies, caracterizando a área com uma boa qualidade do ar, pelas condições de umidade e pela ausência de substâncias tóxicas provenientes da contaminação do ar e água.

Analisando os tipos de substratos ocupados pelas morfoespécies, observou-se que as marchantiófitas (hepáticas folhosas), preferencialmente, crescem sobre troncos (1) devido à baixa intensidade luminosa (sombreamento) conservar úmido o local, enquanto que os musgos

(21) crescem predominantemente, sobre o solo juntamente com os antóceros (1).

A classificação das divisões baseada na morfologia de seus gametófitos e esporófitos foi realizada com auxílio das imagens como as ilustradas abaixo (Figura 5). As briófitas foram caracterizadas por apresentarem filídeos de forma verticilada, esporófito com cápsula e caliptra. As hepáticas encontradas foram as folhosas, sendo a estrutura que as diferenciam das briófitas a presença de anfigastos em seu caulídeo. Os antóceros são evidenciados pelo esporófito em formato de seta e corpo taloso.





**Figura 5** - Mostra as principais diferenças dos gametófitos e esporófitos das divisões Marchantiophyta (Hepatophyta) -1 - gametófito folhoso, 2- células dos filóides; Bryophyta -3 - gametófito, 4- células dos filóides, 5- cápsula, 6- caliptra; Anthoceroophyta -7 -gametófito taloso, 8 – esporófito (Fotos dos Autores).

A presença de um número maior de morfoespécies na Floresta Estacional Semidecidual é consequência de sua própria fitofisionomia. Por possuir um dossel mais fechado que no Cerrado, evita incidência luminosa direta e temperaturas altas nos estratos abaixo das copas e auxilia no aumento de serapilheira deposita sobre o solo, o que favorece a instalação de briófitas nesses locais mesmo em períodos secos, sendo que sua vegetação é caracterizada por duas estações climáticas bem marcantes, uma chuvosa seguida de longo período biologicamente seco.

### 5. Considerações finais

Quando comparado a outras vegetações, o Jardim Botânico Municipal de Bauru é um local que abriga uma rica diversidade de brioflora, sendo a continuidade de levantamentos desses indivíduos importantes para o

conhecimento científico. O número total de morfoespécies foi similar ao de espécies encontrado em estudos em outros tipos de flora, como o realizado por Gentil e Menezes (2011), no qual foram encontradas 25 espécies no Campus da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), zona de transição interligada por trilhas com as seguintes identificações: Estéril, Cerradão, Área Construída, Mata do Sussurro e Sítio Arqueológico.

O ideal seria fazer uma análise bioquímica das briófitas para quantificar os metais; entretanto, a quantidade de indivíduos encontrados e a grande biodiversidade do local, comprovaram os dados apresentados pela CETESB anexados abaixo (Figuras 6 e 7), os quais classifica a qualidade do ar em Bauru como boa, sendo o único elemento presente o ozônio.

**Estrutura do índice de qualidade do ar**

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	MP <sub>2,5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 1h	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25	0 - 100	0 - 9	0 - 200	0 - 20
N2 - Moderada	41 - 80	>50 - 100	>25 - 50	>100 - 130	>9 - 11	>200 - 240	>20 - 40
N3 - Ruim	81 - 120	>100 - 150	>50 - 75	>130 - 160	>11 - 13	>240 - 320	>40 - 365
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 - 250	>75 - 125	>160 - 200	>13 - 15	>320 - 1130	>365 - 800
N5 - Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

**Figura 6-** Estrutura do índice de qualidade do ar, CETESB 2011.

Estação: Bauru
Data: 03/12/2014 - 21:00
Índice: 23
Qualidade: <b>N1 - Boa</b>
Poluente: O3
Efeitos a Saúde: --
Como proteger sua saúde: --

- partículas inaláveis (MP10)
- partículas inaláveis finas (MP2,5)
- fumaça (FMC)
- ozônio (O3)
- monóxido de carbono (CO)
- dióxido de nitrogênio (NO2)
- dióxido de enxofre (SO2)

**Figura 7 –** Qualidade do ar de Bauru, CETESB 2014.

Esses dados estabelecem uma relação entre o meio ambiente e a saúde da população, portanto, é relevante refletir não só o impacto que gera na população, mas também na fauna e na flora.

Os fatores abióticos que influenciam a diversidade de briófitas no Jardim Botânico de Bauru quando comparado à área urbana parecem ser temperatura e umidade. O estudo foi bastante válido devido os poucos estudos em briófitas no município, o que contribuiu para

enriquecer o acervo de pesquisas sobre as mesmas.

O material ilustrativo confeccionado será utilizado de forma didática, o que contribui com o desenvolvimento acadêmico de alunos, docentes e interessados no assunto. Soma-se a isso a apresentação dessa abundância biológica para os mesmos, que, com acesso a mais material sobre o assunto, serão levados a conhecer os indivíduos presentes na região. Sem contar a sua contribuição diretamente com a conservação das áreas estudadas.

## 7. Agradecimentos

À professora Mara Angelina Galvão Magenta, pela preciosa colaboração na pesquisa. Ao Jardim Botânico Municipal de Bauru, que nos

proporcionou toda ajuda necessária na realização deste trabalho. As nossas amigas, Amanda Aparecida Carminatto e Ananda Maria Stefanuto, por toda amizade, apoio e incentivo até o presente momento.



## 6. Referências

- BRITO, E. S. et al. Briófitas da região sudeste do município de Teresina, Piauí, Brasil, *Acta Botânica Brasílica*; V. 16, n. 1, p.61-76, 2002.
- BORDIN, J. apud CONARD (1977). BRIÓFITAS. 2009. 20 p. Trabalho de estágio em docência. Instituto de Botânica. Núcleo de pesquisa em briologia. Disponível em: <[http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Briofitas\\_Jucara\\_Bordin.pdf](http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Briofitas_Jucara_Bordin.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2014.
- FILGUEIRAS, T. S.; PEREIRA, B. A. S. Briófitas in Flora do Distrito Federal. In: PINTO, M. N. Cerrado: Caracterização Ocupação e Perspectivas. 1993. p. 364-366.
- GENTIL, K. C. S.; MENEZES, C. R. Levantamento de briófitas bioindicadoras de perturbação ambiental do campus Marco Zero do Equador da UNIFAP, *Biota Amazônia*; V.1, n. 1, 2011.
- GOOGLE EARTH. Programa de localização através de imagens via satélite. Versão 7.1.1.1888. Acesso em: 26 jun. 2014.
- HALLINBACK, T. ; HODGETTS, N. (compilers) Mosses, Liverworts and Hoernworts. *Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes*. Bryophyte Specialist Group. Cambridge: IUCN. 2000. p 8.
- INSTITUTO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS. Boletim do Tempo. Disponível em: <<http://www.ipmet.unesp.br/>>. Acesso em: 23 de jun. 2013.
- PINHEIRO, M. H. O.; MONTEIRO, R. Florística de uma Floresta Estacional Semidecidual, localizada em ecótono savânico-florestal, no município de Bauru, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, [S.l.], v. 22, n. 4, p. 1085-1094, mar. 2008.
- PINHEIRO, R. H. O.; Levantamento florístico e fitossociológico da Floresta Estacional Semidecidual do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP. 2000. 182 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.
- PORTO, K.C. et al. Brioflora da Reserva do Gurjaú (Cabo - PE). *Biologica brasílica* 5: 27-42.1993.
- RAVEN, P. H. *Biologia Vegetal. Sistemática: A Ciência da Diversidade Biológica*. Cap. 12.p. 235-253. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2007.
- VARÃO, L. F. et al. Levantamento de briófitas do distrito Bananal, município de Governador Edison, 88 *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. ISSN 1519-5228; V.11, n. 2, 2011.

VALENTE. Reino Plantae. Briófitas.

[Blog Internet] Disponível em: <  
<http://cienciascefet.blogspot.com.br/2012/03/reino-plantae-briofitas.html>>.

Acesso em: 25 Jun. 2014.

YANO, O., BORDIN, J. PERALTA,  
D.F. Briófitas dos Estados do Ceará,  
Maranhão, Paraíba, Piauí e Rio  
Grande do Norte (Brasil). Hoehnea,  
v.36, n.3, p. 387-415, 2009.