

**THÁISSA REGINA SEMCHECHEN**

**Morfo-anatomia dos órgãos vegetativos de *Bacopa myriophylloides*  
(Benth.) Wettst. (Scrophulariaceae) crescendo em solo alagado e não  
alagado.**

*Monografia para conclusão de curso,  
apresentada ao curso de Ciências  
Biológicas, do Setor de Ciências Biológicas,  
da Universidade Federal do Paraná, como  
requisito para obtenção do grau de  
bacharel.*

**Orientadora: Dra. Cleusa Bona**

**CURITIBA**

**2004**

## AGRADECIMENTOS

---

A toda a minha família pelo apoio e paciência, além de aceitar minha ausência em alguns momentos difíceis.

Ao Marcus, pelo carinho, apoio, companheirismo, compreensão e dedicação, que foram demonstrados diariamente.

À professora Cleusa Bona, pela orientação, incentivo e confiança demonstrada durante todo o trabalho.

Ao Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, pela utilização do laboratório de Botânica Estrutural e aparelhos.

Ao Nilson, do laboratório de Botânica Estrutural, pelo auxílio durante as preparações do material botânico.

À professora Graciela, do laboratório de Anatomia da Madeira, pela utilização do microscópio com câmara digital acoplada.

Ao professor Henrique, pelo auxílio na análise estatística.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul pelo auxílio às coletas.

## SUMÁRIO

---

LISTA DE FIGURAS E TABELA .....	4
RÉSUMO .....	5
1. INTRODUÇÃO .....	6
2. O GÊNERO <i>BACOPA</i> .....	10
2.1. Morfologia e hábito .....	10
2.2. Distribuição .....	10
2.3. <i>Bacopa myriophylloides</i> .....	11
2.4. Posição taxonômica da espécie .....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
4.1 Descrição morfológica .....	16
4.2 Anatomia da raiz .....	18
4.3 Anatomia do caule .....	21
4.4 Anatomia da folha .....	26
5. CONCLUSÃO .....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
7. ANEXOS .....	36

## LISTA DE FIGURAS E TABELA

---

Figura 1. Hábito de <i>Bacopa myriophylloides</i> .....	15
Figura 2. Localização geográfica do local de coleta .....	15
Figuras 3 – 8. Secções transversais da raiz de <i>B. myriophylloides</i> .....	22
Figuras 9 – 14. Secções transversais do caule de <i>B. myriophylloides</i> .....	25
Figuras 15 – 16. Secções transversais do caule de <i>B. myriophylloides</i> .....	26
Figuras 17 – 22. Secções transversais da folha de <i>B. myriophylloides</i> .....	29
Tabela 1. Resultado do teste de Tukey para comprimento do entrenó, diâmetro do entrenó, comprimento da folha, espessura do limbo, área lacunar da raiz e área lacunar do caule de plantas crescidas em solo alagado e não alagado. ....	30

## RESUMO

---

Plantas anfíbias despertam um extraordinário interesse botânico devido ao fato de apresentarem, muitas vezes, variações estruturais e morfológicas entre os indivíduos de solo inundado e não inundado, desenvolvendo estratégias que facilitam a adaptação ao meio no qual se desenvolvem. O objetivo do presente trabalho foi descrever a morfo-anatomia da raiz, do caule e da folha de *Bacopa myriophylloides* crescendo em solo alagado e não alagado. A espécie foi coletada no município de Miranda-MS, crescendo nos dois ambientes (alagado e não alagado), sendo coletadas seis plantas por ambiente. Os seguintes parâmetros foram analisados: análises das estruturas anatômicas de raiz, caule e folha; mensurações do comprimento e diâmetro dos entrenós, comprimento da folha, espessura do limbo e área lacunar do caule e da raiz. O diâmetro e o comprimento dos entrenós foram significativamente maiores nas plantas do solo alagado, bem como a área lacunar do caule. Todavia, a área lacunar da raiz não variou significativamente entre as plantas do solo alagado e não alagado. As raízes das plantas dos dois ambientes apresentaram septos corticais com células colabadas. Tanto o caule quanto a raiz das plantas dos dois ambientes apresentaram aerênquima bem desenvolvido, endoderme com estrias de Caspary e sistema vascular condensado. Ao longo do parênquima cortical do caule das plantas do solo alagado, foram observados grãos de amido e espessamento em fi, ramificado ou não. Espaços intercelulares puderam ser evidenciados ao longo do mesofilo das plantas dos dois ambientes. O comprimento das folhas e a espessura do limbo, não variaram significativamente entre as plantas dos dois ambientes. A partir das observações realizadas, pode-se afirmar que *B. myriophylloides* apresentou características morfo-anatômicas que demonstram a adaptação da espécie ao ambiente aquático e terrestre.

## 1. INTRODUÇÃO

---

As áreas inundáveis compreendem aproximadamente 6% da superfície terrestre do planeta e representam o sistema menos conhecido e mais seriamente ameaçado (MALTBY & TURNER, 1983). Segundo TINNER (1991), a ocorrência de espécies vegetais pode ser drasticamente modificada pela interferência humana. A distribuição e abundância de muitas plantas pode ser significativamente afetada por práticas de silvicultura, atividades agrícolas, desenvolvimento humano, projetos de drenagem, poluição e outras ações humanas.

Regiões inundáveis ocorrem em todos os climas de todos os continentes e um conhecimento científico da natureza desses ambientes, é essencial para entender apropriadamente e manejar esse ecossistema como um todo (MALTBY, 1991).

As plantas aquáticas são importantíssimas nos ecossistemas aquáticos, por fornecerem a base da cadeia alimentar destes ambientes (NIERING, 1985 *apud* POTT & POTT, 2000). São responsáveis pela produção primária (resultado da fotossíntese), que entra na cadeia trófica ou teia alimentar. São a peça chave no ciclo de nutrientes dos ambientes aquáticos e inundáveis (POTT & POTT, 2000).

A flora hidrófila é de suma importância no que se refere à influência desta em outras comunidades de vegetais e de animais. A sobrevivência da micro e macrofauna associada aos ecossistemas aquáticos depende sobretudo da abundante vegetação hidrófila que lhes oferece refúgio/abrigo e alimento. Por essa razão, os estudos da flora hidrófila revestem-se de extrema importância

pois, evidenciam não somente a flora em si, mas também a fauna a ela atrelada (LISBOA, BOVE & SENNA-VALLE).

As plantas aquáticas podem trazer benefícios ou prejuízos ao homem. Podem ser empregadas como plantas ornamentais, na medicina popular, na culinária, como fertilizante para o solo e para o forrageamento do gado (BERG, 1984). Porém, algumas espécies de plantas aquáticas podem apresentar crescimento excessivo, causando danos, tais como: transtornos às usinas hidrelétricas, entupindo e corroendo turbinas (com os ácidos que produzem); impedindo o livre fluxo de embarcações, invadindo culturas como de arroz irrigado ou constituindo hábitat preferencial de vários vetores transmissores de doenças tropicais (PALOMBO & PEREIRA, 1992). Porém, vários estudos indicam que algumas plantas aquáticas são capazes de descontaminar a água de germes de doenças, através de antibióticos e bactérias simbióticas (que matam patógenos) existentes nas raízes (HORST, 1995 *apud* POTT & POTT, 2000).

A capacidade filtradora e despoluidora das plantas aquáticas por si só já justifica sua importância e seu estudo. No Pantanal, isso é facilmente visível como a água sai barrenta do rio e retorna transparente, após passar por campos de macrófitas (POTT & POTT, 2000).

Apesar de pequenas em número, as plantas aquáticas vasculares despertam um extraordinário interesse botânico, por compreenderem um variado conjunto de formas de crescimento com amplas variações fenotípicas, que chegam a criar sérios problemas para os taxonomistas. Comparadas com as plantas terrestres, seu corpo vegetativo mostra numerosas variações estruturais (SCULTHORPE, 1967).

Há uma substancial evidência que angiospermas aquáticas são derivadas de formas terrestres e que esta mudança do ambiente terrestre para o ambiente aquático tenha ocorrido independentemente em diferentes grupos. Hoje, a coexistência de formas extremas e intermediárias é a chave para as modificações que ocorreram nesta transição. Nem todas as partes de uma planta podem ser igualmente bem adaptadas à existência terrestre, e isso é especialmente verdade para as flores, que em muitas aquáticas ainda funcionam inteiramente acima da água, até quando as folhas das mesmas plantas estão submersas (KAUL, 1972). A plasticidade fenotípica das plantas aquáticas é resultado da adaptação secundária à água das plantas terrestres (HESLOP-HARRISON, 1956 *apud* KAUL, 1972)

Trabalhos de anatomia sobre hidrófitas brasileiras são escassos. Recentemente tem havido um interesse maior e uma série de trabalhos vêm sendo desenvolvidos. Esse interesse em conhecer a anatomia de plantas anfíbias surgiu do fato de elas, muitas vezes, sofrerem grandes variações morfológicas e estruturais entre os indivíduos de solo inundado e não inundado, dificultando muitas vezes sua identificação. A facilidade com que essas espécies se adaptam em meios tão distintos e as estratégias por elas utilizadas são de fato curiosas e pouco exploradas nas plantas aquáticas brasileiras (BONA, 1999).

Plantas anfíbias são um grupo que tem a habilidade de crescer em dois ambientes distintos, ar e água (HUTCHINSON, 1975 *apud* BOEGER & POULSON, 2003). Essas plantas apresentam variações fisiológicas e morfológicas por apresentarem diferente requerimento de luz e gases, na água e no ar (HASLAM, 1978 *apud* BOEGER & POULSON, 2003)

A família Scrophulariaceae possui representantes aquáticos importantes, sendo que o gênero *Bacopa* apresenta muitas espécies tropicais aquáticas (HUTCHINSON, 1975). Segundo SOUZA (2001), o gênero *Bacopa* é um dos mais complexos taxonomicamente entre as Scrophulariaceae brasileiras, o que está, em parte, associado ao seu hábitat aquático, que promove uma variação morfológica intra-específico considerável.

O desenvolvimento desse trabalho teve como principal objetivo, descrever a morfo-anatomia da raiz, do caule e da folha de *Bacopa myriophylloides* (Benth.) Wettst. crescendo em solo alagado e não alagado.

## 2. O GÊNERO *BACOPA*

---

### 2.1. Morfologia e hábito

De acordo com ICHASO & BARROSO (1970), o gênero *Bacopa* caracteriza-se por flores axilares, com ou sem bractéolas, de cálice pentâmero, cujos lacínios são desiguais entre si, isto é, três foliáceos e dois internos laterais, quase lineares; corola azul ou branca, com lábio superior bilobado e o inferior trilobado; quatro estames, didínamos, com os lóculos de anteras paralelos. Cápsula septicida ou loculicida. Sementes numerosas de testa reticulada.

A filotaxia, geralmente é oposta (ICHASO & BARROSO, 1970). No entanto, segundo SOUZA (1996), filotaxia verticilada é uma forte característica taxonômica no reconhecimento de algumas espécies, entre elas *Bacopa myriophylloides*.

No gênero *Bacopa*, com exceção de *B. stricta*, todas as espécies apresentam folhas sésseis. O tipo de nervação é uma característica que pode ser útil na separação de espécies, sendo o caso de diversas espécies de *Bacopa* (SOUZA, 1996).

São ervas eretas, decumbentes ou flutuantes (ICHASO & BARROSO, 1970). *Bacopa* encontra-se entre os gêneros não monoespecíficos do Brasil, apresentando apenas espécies herbáceas (SOUZA, 1996).

### 2.2. Distribuição

*Bacopa* inclui aproximadamente 50 espécies, das quais 26 ocorrem no Brasil, sendo o maior gênero da família em termos de número de espécies

neste país. *Bacopa* concentra-se na região neotropical, com algumas espécies na África Tropical (SOUZA, 2001).

### **2.3. *Bacopa myriophylloides***

*Bacopa myriophylloides* (Benth.) Wettst. (Figura 1) é uma erva aquática submersa ou emergente ou anfíbia, dependendo da profundidade da água. As partes ou plantas submersas apresentam folhas longas enquanto as folhas aéreas são curtas, polimorfismo que causa confusão de identificação como espécies distintas. Geralmente anual, podendo ser perene. Ocorre em água parada ou corrente, diminuindo em campo sem a presença de gado, por sombreamento de gramíneas altas. Floresce durante o ano todo, em maior intensidade ao baixar a água até secar, e quando recomeça a chover (POTT & POTT, 2000). É uma espécie muito apícola, também ornamental, podendo ser empregada em aquário (NOTARE, 1992 *apud* POTT & POTT, 2000), já sendo utilizada para esse fim na Europa (RATAJ, 1978 *apud* POTT & POTT, 2000). Serve como abrigo e alimento de organismos aquáticos (POTT & POTT, 2000).

### **2.4. Posição taxonômica da espécie**

Segundo BARROSO (1986)

Família: Scrophulariaceae

Subfamília: Antirrhinoideae

Tribo: Gratioleae

Gênero: *Bacopa*

Espécie: *Bacopa myriophylloides* (Benth.) Wettstein

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

---

O material botânico de *Bacopa myriophylloides* foi coletado no ano de 1997 na fazenda São Bento, Município de Miranda–MS, entre as coordenadas 19°28'32''S e 57°02'39''W (Figura 2). A espécie foi coletada crescendo em solo alagado e não alagado. As plantas foram coletadas numa área de pastagem, no final da estação chuvosa, quando a água já estava baixando.

A fixação das plantas foi feita com FAA 70 preparado com álcool 70% (JOHANSEN, 1940) imediatamente após a coleta.

Os estudos morfológicos e anatômicos envolveram os órgãos vegetativos (raízes adventícias, caules e folhas) de seis plantas desenvolvidas em cada ambiente (solo não alagado e alagado).

Foram analisadas as estruturas anatômicas do terço médio de folhas adultas obtidas a partir do quarto nó, contando-se do ápice em direção à base do caule; do caule a partir do quinto nó e raízes adventícias. Foram feitas lâminas permanentes com secções transversais de cada órgão. Para isto, o material foi emblocado em historresina (GMA-metacrilatoglicol) segundo a técnica de FEDER & O'BRIEN (1968). Os blocos foram seccionados em micrótomo rotatório com cerca de 5µm de espessura. As secções foram coradas com fucsina básica e azul de astra (ALVES DE BRITO & ALQUINI, 1996) e a montagem das lâminas foi realizada com resina sintética (Entelan®). Também foram feitos testes com Sudam (SASS, 1951) para detecção da cutícula. Estas lâminas foram montadas com água e desmontadas após a análise. O registro foi feito através de fotomicrografias utilizando-se microscópio com câmara fotográfica acoplada. As escalas foram atribuídas nas mesmas condições ópticas.

As mensurações do diâmetro e comprimento dos entrenós envolveram uma medida por planta. Para determinar o comprimento dos entrenós foi utilizado um paquímetro, enquanto que para determinação do diâmetro foram realizadas preparações permanentes (lâminas) e a mensuração foi realizada com o emprego de microscópio com ocular micrometrada. Os valores obtidos em microscópio foram multiplicados pelo coeficiente de correção.

Para a determinação da área lacunar dos caules e das raízes, foram feitas três medições por planta, sendo realizadas secções transversais em preparações permanentes. Para o caule, as secções e medidas foram feitas no quinto ou sexto entrenó, posteriores ao ápice caulinar, e para a raiz, a aproximadamente 1cm da base do caule. As secções foram esquematicamente desenhadas, com auxílio de um microscópio provido de câmara clara. Posteriormente a área lacunar total foi estimada através do programa Sigma-pro Versão 2.1 com imagem escaneada e a área calculada. A área estimada pelo programa se refere ao órgão ampliado 857 vezes, não se tratando do valor real.

Foi determinado o comprimento de duas folhas por planta e a mensuração foi realizada utilizando-se um paquímetro.

Para a obtenção da espessura do limbo, foram realizadas preparações permanentes de duas folhas por planta de cada ambiente. As mensurações foram feitas utilizando-se ocular micrometrada, sendo que os valores obtidos foram multiplicados pelo coeficiente micrométrico.

Os dados obtidos a partir das mensurações do diâmetro e comprimento dos entrenós, comprimento da folha, espessura do limbo e área lacunar do caule e da raiz, foram analisados segundo um delineamento em blocos ao

acaso com seis repetições. As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto sua homogeneidade pelo teste de Barlett e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 1. Hábito de *Bacopa myriophylloides* coletada no Município de Miranda – MS.

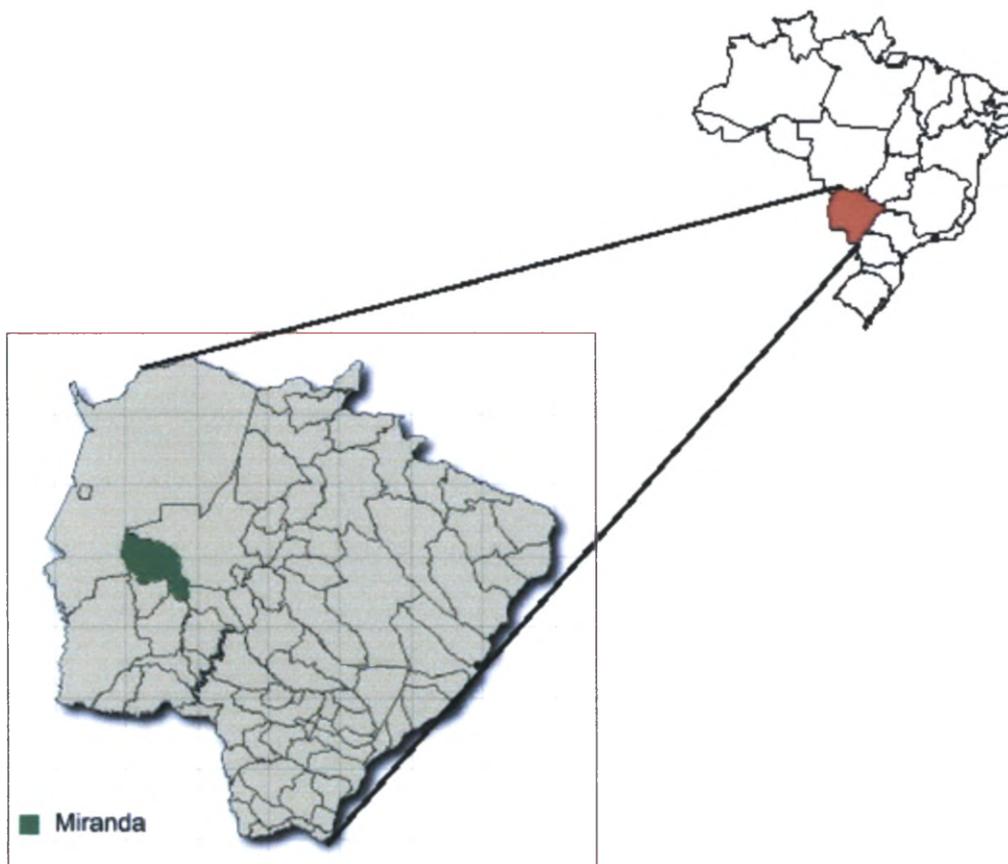


Figura 2. Mapa do Estado do Mato Grosso do Sul, com destaque para o Município de Miranda, no qual foram coletados os exemplares de *Bacopa myriophylloides*.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

### 4.1 Descrição morfológica

*Bacopa myriophylloides* (Benth.) Wettst. é uma espécie herbácea que se desenvolve em solo alagado e não alagado. As plantas crescidas em solo não alagado apresentam ramos eretos ou ascendentes, enquanto que as plantas em solo alagado apresentam ramos decumbentes, parcialmente submersos.

O sistema radicular é formado por raízes adventícias, que se originam ao longo do caule. Aparentemente, as raízes das plantas desenvolvidas em solo alagado mostram-se longas se comparadas às plantas em solo não alagado que parecem mais curtas. Segundo ARMSTRONG *et al* (1991), as raízes podem desenvolver duas estratégias para que a planta sobreviva em solo alagado: o desenvolvimento de raízes adventícias superficiais e o aumento do desenvolvimento de espaços internos de ar.

O caule é cilíndrico, apresentando nós e entrenós evidentes, sendo que tanto o diâmetro quanto o comprimento dos entrenós são significativamente maiores nas plantas desenvolvidas em solo alagado (Tabela 1). Este aumento no comprimento e diâmetro do entrenó em plantas emergentes foi observado por BOEGER & POULSON (2003) em *Veronica anagallis-aquatica* L. e segundo as autoras está associado à presença de aerênquima cortical e o desenvolvimento de um lúmen medular nos internós apicais e intermediários. *Bacopa myriophylloides* não apresentou desenvolvimento de lúmen medular, no entanto, o aerênquima cortical apresentou-se bem desenvolvido, sendo que as plantas do solo alagado possuem maior área lacunar em relação às plantas do solo não alagado (Tabela 1). Provavelmente o aumento do diâmetro dos

entrenós nas plantas do solo alagado está relacionado ao desenvolvimento de aerênquima com maior área lacunar.

Ainda em relação ao crescimento das plantas em solo alagado, RIDGE (1987) *apud* BONA (1999), afirmou que este crescimento pode continuar até que folhas e brotos alcancem a superfície da água. Segundo este autor a extensão dos tecidos submersos é promovida por alguns fatores, entre eles o etileno como fator endógeno e o aumento de gás carbônico, diminuição da concentração de oxigênio, luz, tensão surgida da flutuação de órgãos submersos e a viabilidade da água para expandir células como fatores externos. As plantas de *B.myriophylloides* do solo alagado apresentavam-se parcialmente submersas em água parada e o aumento no comprimento dos entrenós pode estar relacionado ao aumento de gás carbônico, juntamente com a redução na concentração de oxigênio na água, assim a planta cresce em direção à superfície da água, onde as trocas gasosas (oxigenação) e a incidência de luz podem ser maiores.

*B. myriophylloides* apresenta filotaxia verticilada, com folhas sésseis, de forma subulada e margem crenada. O comprimento das folhas não variou de acordo com o ambiente no qual as plantas se desenvolveram (Tabela 1). SCULTHORPE (1967) observou que o ar úmido causava aumento no comprimento das folhas em plantas aquáticas, porém esta característica não foi confirmada para esta espécie.

## 4.2 Anatomia da raiz

A epiderme da raiz de *Bacopa myriophylloides* não pôde ser observada integralmente em secções transversais. Tanto em estrutura primária quanto secundária foram detectados apenas vestígios das células epidérmicas nas plantas dos dois ambientes (Figuras 3 e 4). O estresse mecânico sofrido pela raiz no substrato pode estar associado à destruição da epiderme.

Sob a epiderme, ocorre uma exoderme uniestratificada que assume a função de tecido protetor das raízes. Esta camada apresenta células com paredes suberizadas de dois tipos: umas com parede periclinal externa espessada e lignificada e outras de paredes delgadas distribuídas aleatoriamente. Esse padrão e estrutura celular não mudam entre as plantas do solo não alagado e alagado (Figuras 3 a 5). Esta estrutura de exoderme também foi referida por MAUSETH (1988) e GUTTENBERG (1968) e segundo este último autor a presença de paredes periclinais externas espessadas é uma característica de xérofitas e algumas aquáticas.

A exoderme está relacionada à proteção da raiz, já que substitui a epiderme e segundo GUTTENBERG (1968) a suberização ocorre anteriormente à morte das células epidérmicas. A exoderme, também, está associada à capacidade da planta em evitar a perda de oxigênio para o substrato anóxico (ARMSTRONG & ARMSTRONG, 1988), já que plantas aquáticas possuem aerênquima bem desenvolvido na raiz e encontram-se bem adaptadas ao seu hábitat (BONA, 1999).

O córtex apresenta aerênquima bem desenvolvido. O tecido em questão é limitado externamente pela exoderme e internamente pela endoderme. As lacunas de ar estão limitadas radialmente por septos unisseriados, sendo que a

maioria destes apresenta suas células colabadas (Figuras 3 e 6). Essa característica está presente nas plantas dos dois ambientes e concorda com as observações feitas em *Bacopa salzmännii* e *Bacopa monnierioides* por BONA & MORRETES (2003). O colabamento das células dos septos provavelmente está associado à otimização da armazenagem de oxigênio, já que as plantas do solo alagado encontram-se em ambiente provavelmente hipóxico. Segundo JUSTIN & ARMSTRONG (1987), esta é uma estratégia que reduz o consumo de oxigênio e facilita sua difusão. A área lacunar não varia significativamente entre as plantas do solo alagado e não alagado (Tabela 1), provavelmente porque o solo não alagado é relativamente úmido.

Uma das características mais marcantes das hidrófitas é a presença de aerênquima (BONA & MORRETES, 2003), pois estão sujeitas a baixa concentração e difusão de oxigênio na água (SCULTHORPE, 1967). De acordo com BRÄNDLE & CRAWFORD (1987), as raízes são os órgãos mais sujeitos a esta deficiência e o estabelecimento de um sistema lacunar facilita a difusão e o armazenamento de oxigênio, favorecendo o crescimento em ambientes alagados.

A endoderme é uniestratificada e provida de estrias de Caspary, persistindo na espécie em questão quando em crescimento secundário (Figuras 6 e 8). A presença da endoderme com estrias de Caspary em *B. myriophylloides* pode estar relacionada com a canalização do fluxo de água e melhor oxigenação dos tecidos. A endoderme por apresentar arranjo compacto, carecer de espaços de ar e as estrias de Caspary por serem, segundo RAVEN *et al* (1996), impermeáveis a água e íons isolam o cilindro vascular do aerênquima cortical. Segundo MAUSETH (1988), se a estria não estivesse

presente à água absorvida poderia ser pressionada para fora do xilema, inundando as câmaras de ar. Presença de endoderme semelhante também foi registrada para *B. salzmanii* e *B. monnieroides* (BONA, 1999) e (BONA & MORRETES, 2003).

A presença de endoderme nas plantas do solo não alagado é uma estratégia que permite que a planta tenha a qualquer momento as estruturas necessárias para tolerar inundações constantes do ambiente onde vivem (BONA, 1999).

A presença de exoderme, aerênquima cortical bem desenvolvido e endoderme com estrias de Caspary, sem dúvida favorecem o desenvolvimento de *B. myriophylloides* em ambientes alagáveis.

Grãos de amido ocorrem nas células do córtex das plantas do solo não alagado (Figuras 5 e 8). No entanto, BONA & MORRETES (2003) observaram amiloplastos com grãos de amido em grande quantidade nas plantas aquáticas de *B. salzmanii*, porém ausentes ou muito reduzidos nas plantas aquáticas de *B. monnieroides*.

O periciclo é uniestratificado e limita externamente o cilindro vascular. A raiz é pentarca e o floema ocorre entre os pólos de protoxilema (Figura 7). No solo alagado, as raízes permanecem em crescimento primário, enquanto que no solo não alagado o câmbio se instala e forma tecido secundário que ocupa a maior parte do cilindro vascular enquanto que o floema não apresenta alterações, permanecendo entre o periciclo e o xilema (Figuras 6 e 8). Para Schenck (1886) *apud* SCULTHORPE (1967), a condensação do sistema vascular num cilindro central como ocorre em *B. myriophylloides*, tem um significado mecânico adaptativo em plantas de ambiente aquático. BONA

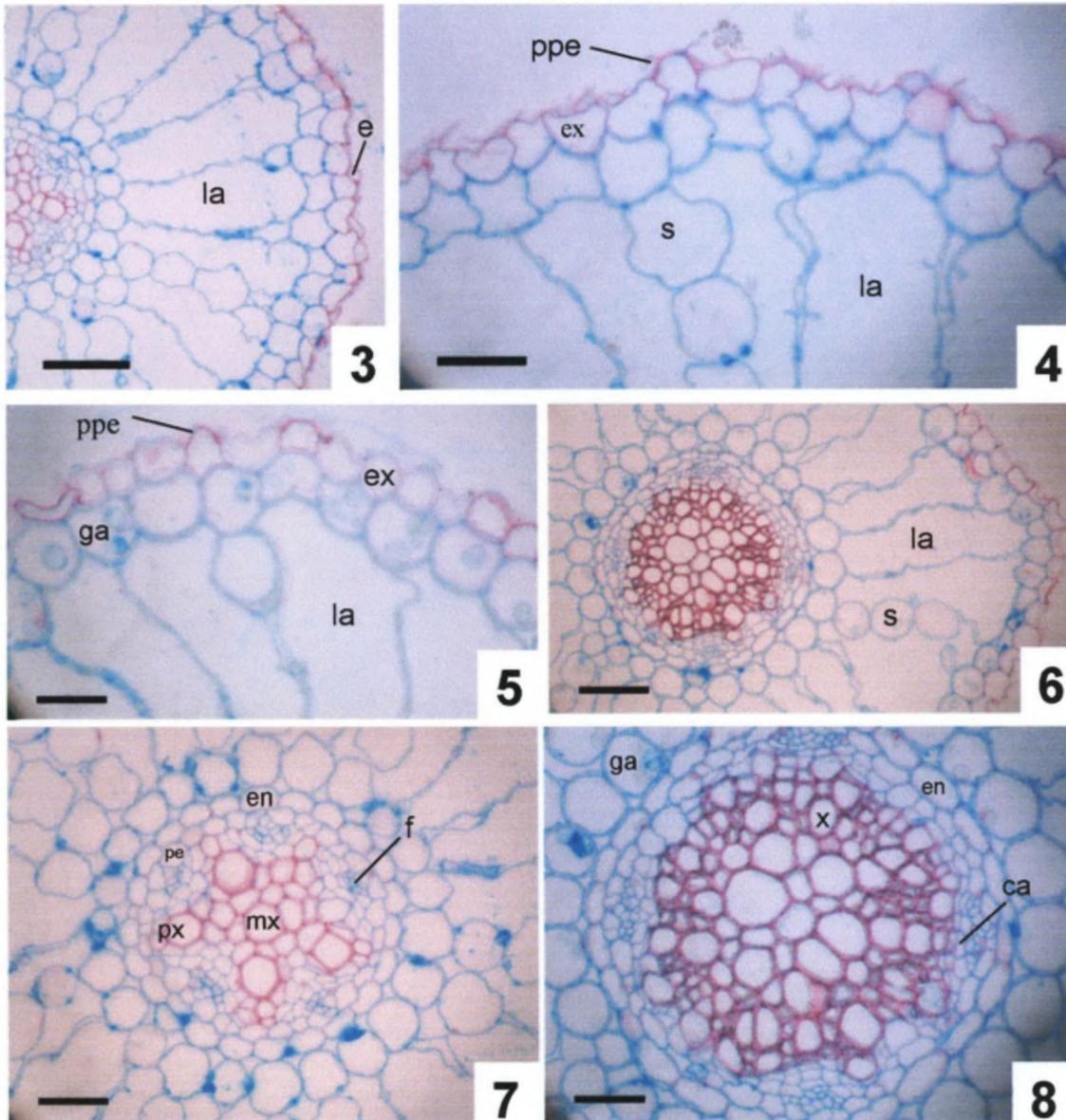
(1999) registrou sistema vascular semelhante em *B. salzmanii* e *B. monniroides*.

### 4.3 Anatomia do caule

O caule de *Bacopa myriophylloides*, em secção transversal, apresenta epiderme uniestratificada (Figuras 9 e 10). As células epidérmicas revelam paredes periclinais externas e internas ligeiramente espessadas. A epiderme é provida de tricomas tectores e glandulares e revestida por cutícula estriada, esta se prolonga até o início da câmara subestomática. Estas características estão presentes nas plantas dos dois ambientes (Figura 11). Segundo BONA (1998), os tricomas tectores de *B. myriophylloides* são pluricelulares, unisseriados e ornamentados, enquanto que os tricomas glandulares apresentam pedúnculo curto e cabeça unicelular ou pluricelular. A presença de tricomas tectores e glandulares, é uma característica de várias Scrophulariaceae, assim como a cutícula estriada (BONA, 1999).

Os estômatos posicionam-se no mesmo nível das demais células epidérmicas, apresentam câmaras subestomáticas, paredes periclinais espessadas e cristas externas (Figura 11). Segundo BONA (1998), os estômatos de *B. myriophylloides* são do tipo anomocítico, circundados por duas a quatro células anexas.

O córtex apresenta aerênquima bem desenvolvido, sendo limitado externamente por uma camada de células parenquimáticas e internamente por



Figuras 3 – 8. Secções transversais das raízes de *Bacopa myriophylloides*. 3. raiz do solo alagado, em estrutura primária (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 4. pormenor da figura anterior (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); 5. córtex e exoderme da raiz do solo não alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); 6. raiz em estrutura secundária, solo não alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 7. pormenor do cilindro vascular de uma raiz do solo alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); 8. pormenor do cilindro vascular de uma raiz do solo não alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ). Legenda: (la) lacuna, (ex) exoderme, (e) epiderme, (s) septo, (ppe) parede periclinal espessada, (ga) grãos de amido, (en) endoderme, (pe) periciclo, (px) protoxilema, (mx) metaxilema, (x) xilema secundário, (f) floema, (ca) câmbio.

duas camadas de células parenquimáticas seguidas da endoderme. As lacunas são radialmente limitadas por septos unisseriados (Figuras 9, 10, 12 e 13). A área lacunar mostrou-se significativamente maior nas plantas crescidas em solo alagado (Tabela 1). Este aumento da área lacunar nas plantas do solo alagado facilita a difusão e o armazenamento de oxigênio e provavelmente, está relacionada ao ambiente aquático com baixo teor de oxigênio. Ainda nas plantas do solo alagado pôde-se observar que as células dos septos apresentam espessamento em fi, com ou sem ramificações (Figuras 9 e 14). GUTTENBERG (1968) e WEERDENBURG & PETERSON (1983) *apud* BONA (1999), concluíram que a função deste espessamento estaria relacionada ao fortalecimento do córtex, representando um reforço mecânico. Isso pode ser evidenciado na planta em estudo, uma vez que o espessamento foi observado apenas no caule de plantas no solo alagado que estão expostas ao estresse mecânico proporcionado pela água. BONA (1999) observou espessamento em fi no caule de *Bacopa salzmannii* e *Bacopa monnierioides*, também em solo não alagado. Em *B. myriophylloides* não foi observado espessamento em fi nas plantas do solo não alagado, provavelmente este espessamento esteja presente em regiões mais velhas do caule como registrado por BONA (1999) em *B. salzmanii* e *B. monnierioides*.

Ao longo de todo o parênquima cortical foram observadas células providas de grãos de amido, sendo que estes são mais numerosos nas plantas do solo alagado (Figuras 12 e 15). O maior acúmulo de amido observado nas plantas do solo alagado pode estar relacionado ao baixo teor de oxigênio da água. Segundo BRÄNDLE & CRAWFORD (1987), o acúmulo de amido é uma adaptação para hipoxia, que garante reserva de carbono adequada, com

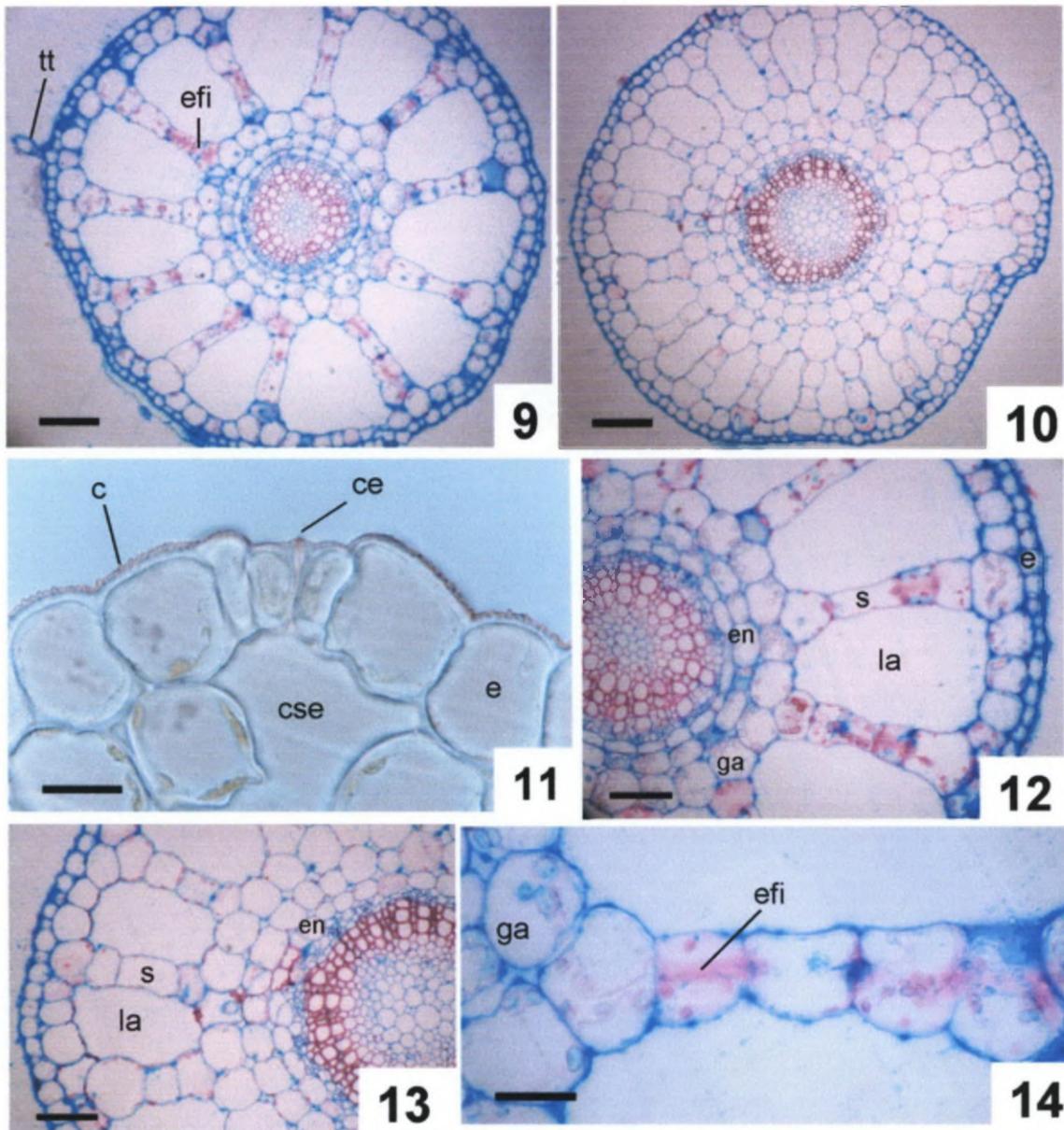
suprimento de carboidratos que pode ser crítico para a sobrevivência dos tecidos com baixa concentração de oxigênio.

As células da endoderme apresentam estria de Caspary bem evidente nas plantas crescidas nos dois ambientes (Figuras 15 e 16). Assim como na raiz, a endoderme provida de estrias de Caspary isola o aerênquima cortical do tecido vascular. Se a estria não estivesse presente, a água absorvida pelas raízes poderia, no caule, ser pressionada para fora do xilema e inundar as câmaras de ar (MAUSETH, 1988). Segundo SORREL (1991), um amplo tecido parenquimatoso e endoderme bem desenvolvida são essenciais para estocagem de oxigênio e sua distribuição pelos tecidos.

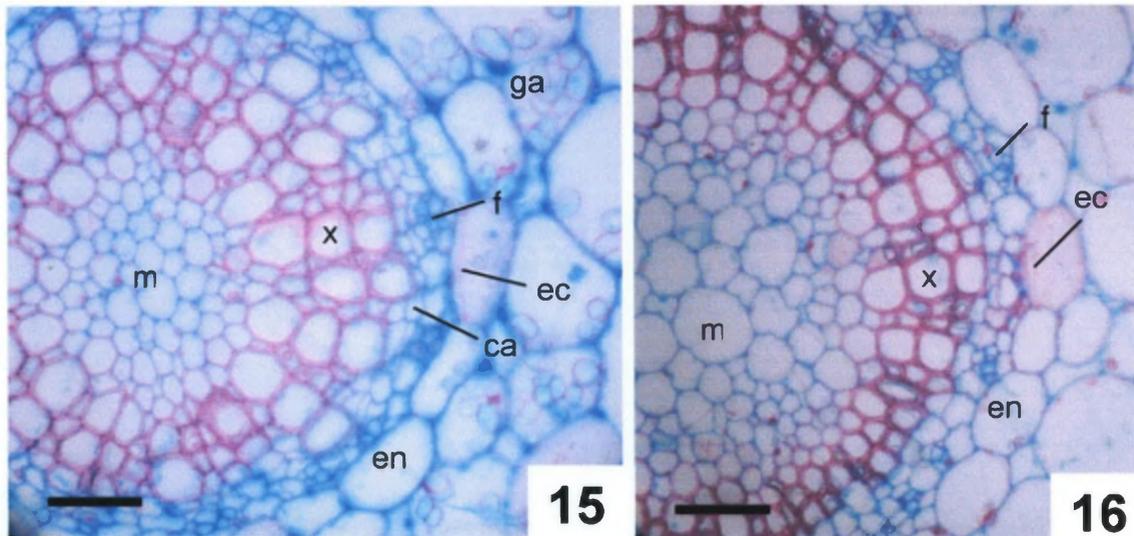
O cilindro vascular não é envolvido por periciclo, o floema está em contato direto com a endoderme (Figuras 15 e 16).

O câmbio instala-se no caule das plantas do solo não alagado e alagado, formando tecido secundário (Figuras 15 e 16). O tecido vascular se dispõe de forma concêntrica com xilema interno e floema externo, circundando a medula parênquimática. Os elementos de vaso apresentam-se em fileiras radiais separadas por células parenquimáticas com paredes espessadas. Não há diferenças visíveis no tecido vascular das plantas dos dois ambientes (Figuras 15 e 16).

Assim como na raiz, ocorre condensação do sistema vascular no caule de *B. myriophylloides*, que apresenta um significado mecânico adaptativo em plantas aquáticas (SCHENCK, 1886 *apud* SCULTHORPE, 1967)



Figuras 9 – 14. Secções transversais do caule de *Bacopa myriophylloides*. 9. caule da planta do solo alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 10. caule da planta do solo não alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 11. estômato do caule da planta do solo não alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); 12. caule da planta do solo alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 13. caule da planta do solo não alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); 14. pormenor do septo do caule da planta do solo alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ). Legenda: (tt) tricoma tector, (efi) espessamento em fi, (la) lacuna, (e) epiderme, (c) cutícula, (ce) crista estomática, (s) septo, (ga) grãos de amido, (en) endoderme, (cse) câmara subestomática.



Figuras 15 e 16. Secções transversais do caule de *Bacopa myriophylloides*. **15.** pormenor do cilindro vascular do caule da planta do solo alagado (barra = 50  $\mu$ m); **16.** pormenor do cilindro vascular do caule da planta do solo não alagado (barra = 50  $\mu$ m). Legenda: (ga) grãos de amido, (en) endoderme, (x) xilema, (f) floema, (ca) câmbio, (ec) estria de Caspary, (m) medula.

#### 4.4 Anatomia da folha

A epiderme foliar de *Bacopa myriophylloides*, em secção transversal, é uniestratificada. As células epidérmicas apresentam cloroplastos menores e pouco numerosos se comparadas às células do mesofilo. Foi possível observar, também, espessamento da parede periclinal externa das células epidérmicas (Figuras 17 a 20), sendo que estas características foram observadas nas plantas dos dois ambientes. BONA (1998) verificou estrias epicuticulares nas duas faces da folha de *B. myriophylloides*, bem como a presença de tricomas tectores pluricelulares e unisseriados e tricomas glandulares com pedúnculo curto e cabeça unicelular ou pluricelular.

As folhas são providas de estômatos em ambas as faces, sendo portanto, anfiestomáticas. As células estomáticas são arredondadas, em secção transversal, com paredes espessadas, sendo que a parede periclinal externa apresenta crista estomática. Nas plantas dos dois ambientes os estômatos se

localizam no nível das células estomáticas (Figuras 19 e 20). A presença de crista estomática externa, segundo BONA (1999), evita a perda de água na folha ao mesmo tempo que permite a saída de gases, já que o ostíolo pode permanecer aberto. A crista estomática justificaria a presença de estômatos funcionais nas folhas submersas. BONA (1999) registrou estômatos em *Bacopa salzmanii* e *Bacopa monnierioides* em ambiente aquático, inclusive em folhas submersas, sendo que a primeira espécie apresentou redução no número de estômatos da face abaxial.

O mesofilo é constituído por parênquima clorofiliano, sendo que na face adaxial as células são ligeiramente alongadas assemelhando-se a um parênquima paliçádico e na face abaxial são arredondadas e irregulares (parênquima lacunoso). Espaços intercelulares são evidentes em todo o mesofilo, sendo mais desenvolvidos na região periférica junto à epiderme. Essas características foram semelhantes nas plantas dos dois ambientes (Figuras 17 e 18). A presença de espaços intercelulares é importante, uma vez que facilita as trocas de ar entre a atmosfera e as células do mesofilo, bem como facilitam a distribuição de oxigênio para o caule e raiz através do sistema lacunar (SCULTHORPE, 1967).

A espessura do limbo não variou significativamente entre as plantas dos dois ambientes (Tabela 1). Grãos de amido puderam ser observados ao longo das células parenquimáticas do mesofilo, sendo aparentemente mais numerosos nas folhas das plantas do solo não alagado (Figura 22).

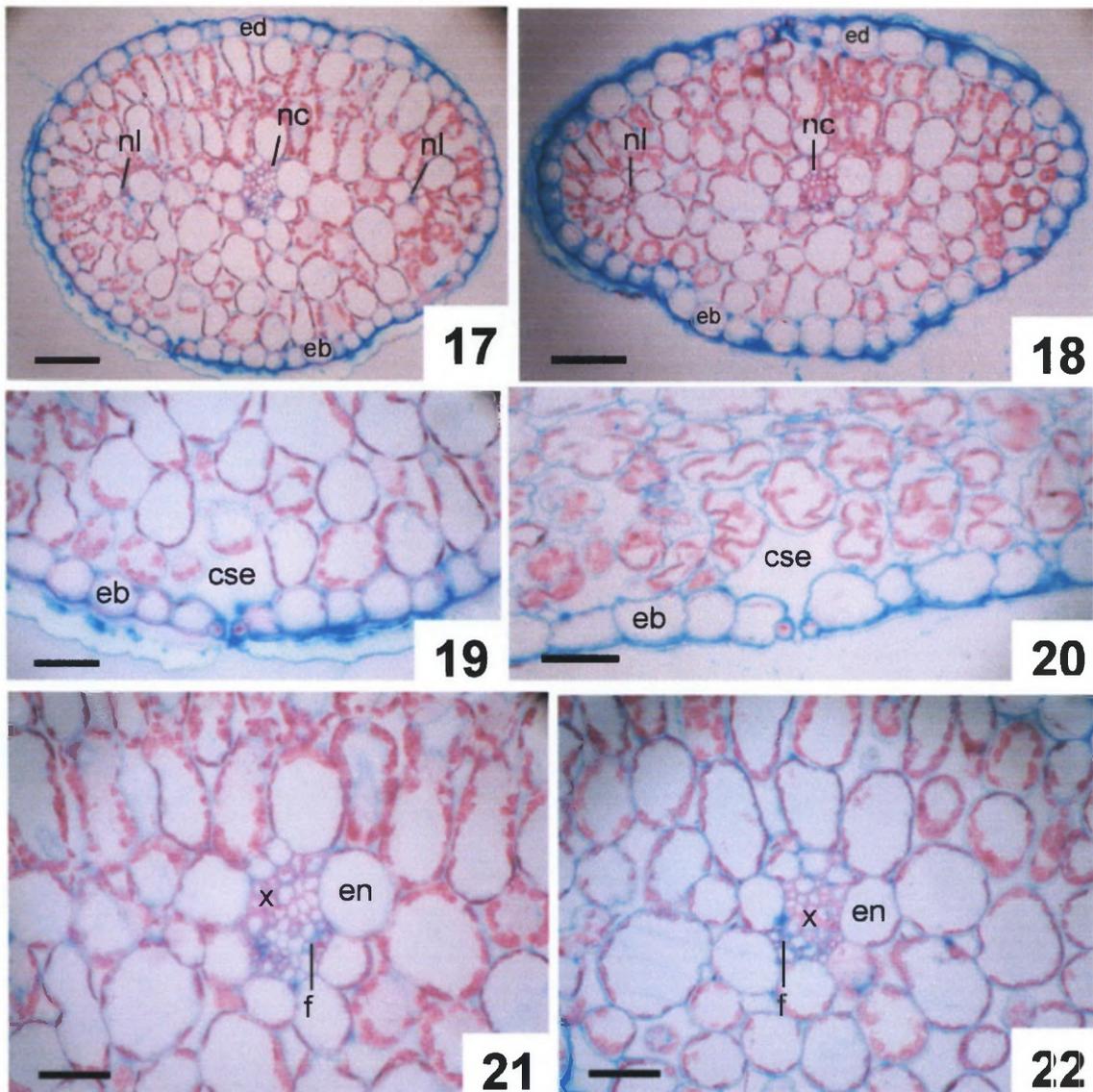
As plantas coletadas em solo não alagado encontravam-se sob sol pleno, enquanto que as plantas coletadas em solo alagado encontravam-se em local parcialmente sombreado. Esse fator ambiental deve ser levado em conta, pois,

plantas expostas ao sol pleno apresentam maior atividade fotossintética e logo maior reserva de amido.

Embora não tenha sido observada diferença na espessura do limbo entre as plantas de *B. myriophylloides* dos dois ambientes, MORRETES (1967, 1969, 1978, 1980), SCREMIN-DIAS (1992) RESENDE (1996) e HANSON(1917), NAPP-ZINN (1984) *apud* BONA (1999), mostram que o mesofilo fica mais espesso e com maior número de camadas de parênquima paliçádico quando as folhas ficam expostas ao sol. RIDGE (1987) *apud* BONA (1999), observou, também, que ocorre uma mudança na forma das folhas e diminuição do mesofilo paliçádico em folhas submersas, ficando elas mais finas e flexíveis.

O sistema vascular é constituído por uma nervura central e duas nervuras laterais, sendo que os feixes vasculares são colaterais. Os feixes vasculares são circundados por endoderme provida de cloroplastos, grãos de amido e sem estria de Caspary (Figuras 17, 18, 21 e 22). BONA (1999), registrou a presença de estrias de Caspary na base da folha de *B. salzmanii* e *B. monnieroides*. É provável que ocorra também na folha de *B. myriophylloides*, a qual não foi evidenciada devido a análise ter sido feita somente na região mediana do limbo.

A resposta das folhas à variação dos níveis de água em diferentes plantas, pode também, estar relacionada a diferenças genéticas entre as espécies. WOOTEN (1985) afirma que os limites da plasticidade fenotípica na morfologia da folha à variação de água pode ser um fator determinante na habilidade das plantas sobreviverem em um habitat particular.



Figuras 17 – 22. Secções transversais da folha de *Bacopa myriophylloides*. **17.** folha da planta do solo alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); **18.** folha da planta do solo não alagado (barra = 100  $\mu\text{m}$ ); **19.** pormenor da epiderme foliar da planta do solo alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); **20.** pormenor da epiderme foliar da planta do solo não alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ). **21.** pormenor da nervura central da folha da planta do solo alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ); **22.** pormenor da nervura central da folha da planta do solo não alagado (barra = 50  $\mu\text{m}$ ). Legenda: (eb) epiderme da face abaxial, (ed) epiderme da face adaxial, (cse) câmara subestomática, (nc) nervura central, (nl) nervura lateral, (x) xilema, (f) floema, (en) endoderme.

**Tabela 1.** Resultados do teste de Tukey para comparação do comprimento do entrenó, diâmetro do entrenó, comprimento da folha, espessura do limbo, área lacunar da raiz e área lacunar do caule, entre as plantas crescidas em solo alagado e solo não alagado. Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

<b>Variáveis</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>Solo alagado</b>	<b>Solo não alagado</b>
<b>Comprimento do entrenó (mm)</b>		9,64 (0,61) a	5,75 (0,93) b
<b>Diâmetro do entrenó (<math>\mu\text{m}</math>)</b>		1286,5 (138,89) a	985,62 (113,46) b
<b>Comprimento da folha (mm)</b>		5,88 (0,73) a	5,50 (0,81) a
<b>Espessura do limbo (<math>\mu\text{m}</math>)</b>		458,50 (30,90) a	482,77 (65,10) a
<b>Área lacunar da raiz (<math>\text{cm}^2</math>)</b>		3,51 (0,62) a	3,04 (1,24) a
<b>Área lacunar do caule (<math>\text{cm}^2</math>)</b>		16,61 (4,97) a	7,16 (0,99) b

Obs: Médias (desvio padrão) seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (n = 6).

## 5. CONCLUSÃO

---

*Bacopa myriophylloides* apresentou características morfológicas e anatômicas que demonstram a adaptação da espécie ao ambiente aquático e terrestre: a presença de raízes adventícias superficiais nas plantas dos dois ambientes, o aumento do diâmetro e comprimento dos entrenós nas plantas do solo alagado, presença de exoderme com paredes suberizadas na raiz das plantas dos dois ambientes, aerênquima bem desenvolvido na raiz e no caule das plantas dos dois ambientes, colabamento das células dos septos corticais na raiz das plantas dos dois ambientes, maior quantidade de grãos de amido e presença de espessamento em fi nas células corticais do caule nas plantas do solo alagado, aumento da área lacunar do caule das plantas do solo alagado, endoderme provida de estrias de Caspary no caule e na raiz das plantas dos dois ambientes, condensação do tecido vascular na raiz e caule das plantas dos dois ambientes e espaços intercelulares evidentes ao longo do mesofilo nas folhas das plantas dos dois ambientes.

O registro das variações na estrutura morfológica e anatômica desta espécie nos diferentes ambientes pode, futuramente, fornecer dados para trabalhos que envolvam outras áreas botânicas, principalmente relacionados a estudos fisiológicos que são escassos no que se refere às plantas aquáticas e que poderiam fornecer informações valiosas no esclarecimento da funcionalidade dessas plantas.

São necessárias análises do terço basal da folha, para verificar se ocorre estria de Caspary na endoderme, bem como na base do caule das plantas do solo não alagado para observar se há a instalação de espessamento em fi.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ALVES DE BRITO, C.J.F.; ALQUINI, Y. 1996. **A new method for staining botanical material embedded in glycolmethacrylate (GMA)**. Arq. Biol. Tecnol., 39(4): 949-950.

ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. 1988. ***Phragmites australis* – A preliminary study of soil-oxidizing sites and internal gas transport pathways**. New Phytol., 108: 373-382.

ARMSTRONG, W.; JUSTIN, S. H. F. W.; BECKETT, P. M.; LYTHER, S. 1991. **Root adaptation to soil waterlogging**. Aquat. Bot., 39: 57-73.

BARROSO, G. M. 1986. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, UFV, Impr. Univ. v. 3, ilustr. 326p.

BERG, M. E. D. V. 1984. **Formas atuais e potenciais de aproveitamento das espécies nativas e exóticas do Pantanal Mato-Grossense**. Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá. Anais, 131-136.

BOEGER, M.R.T.; POULSON, M.E. 2003. **Morphological adaptations and photosynthetic rates of amphibious *Veronica anagallis-aquatica* L. (Scrophulariaceae) under different flow regimes**. Aquatic Botany, 75: 123-135.

BONA, C. 1998. **Alguns aspectos estruturais da folha e do caule de *Bacopa myriophylloides* (Benth.) Wettst. (Scrophulariaceae)**. XLIX Congresso Nacional de Botânica. Universidade Federal da Bahia. Sociedade Botânica do Brasil, Resumos, p.14.

BONA, C. 1999. **Adaptações morfo-anatômicas dos órgãos vegetativos de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. Ex Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambiente terrestre e aquático**. São Paulo, 1999. Tese, (doutorado em botânica) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica.

BONA, C.; MORRETES, B. L. 2003. **Anatomia das raízes de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. Ex. Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambientes aquático e terrestre**. Acta bot. Bras, 17(1): 155-170.

BRÄNDLE, R.A.; CRAWFORD, R.M.M. 1987. **Rhizome anoxia tolerance and habitat specialization in wetland plants**. In: CRAWFORD, R. M. M. plant life in aquatic and amphibious habitats. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 397-410.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. 1968. **Plant microtechnique: some principles and new methods.** Am. J. Bot., 55(1): 123-142.

GUTTENBERG, von, H. 1968. **Der primäre Bau der Angiospermenwurzel.** In: LINSBAUER, K. Handbuch der Pflanzenanatomie. Berlin: Gbdr. Borntraeger. V.8, fasc. 5.

HANSON, H.C. 1917. **Leaf-structure as related to environment.** Am. J. Bot., 4: 533-559.

HASLAM, S. M. 1978. **River plants.** Cambridge University Press, Cambridge.

HESLOP-HARRISON, J. 1956. **New concepts in flowering-plant taxonomy.** Harvard Univ. Press, Cambridge.

HORST, K. 1995. **Plantas de acuario, utilidades y cuidados.** Barcelona: Omega. 182 p.

HUTCHINSON, G. E. 1975. **A treatise on Limnology.** New York : Limnological Botany. Wiley. V.3.

ICHASO, C.L.F.; BARROSO, G.M. 1970. **Escrofulariáceas.** Flora ilustrada catarinense. Itajaí – SC.

JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique.** New York: Mc Graw Hill Book.

JUSTIN, S.H.F.W.; ARMSTRONG, W. 1987. **The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding.** New Phytol, 106: 465-495.

KAUL, R. B. 1972. **Adaptative leaf architecture in emergent and floating *Sparganium*.** Am. J. Bot., 59(3): 270-278.

LISBOA, R.M.; BOVE, C.P. & SENNA-VALLE, L. **Checklist das hidrófitas da subclasse Asteridae ocorrentes na região de alto e médio Araguaia, Brasil.** [www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/bioticos/LISBOA-061.pdf](http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/bioticos/LISBOA-061.pdf) (site visitado em 29/08/2003).

MALTBY, E.; TURNER, R. E. 1983. **Wetlands of the world.** Geogr. Mag., 55: 184-188.

MALTBY, E. 1991. **Wetlands-their status and role in the biosphere.** In: JACKSON, M. B.; DAVIS, D. D.; LAMBERS, H. Plant life under oxygen stress. Netherlands: Academic Publishing, p. 3-21.

MAUSETH, J. D. 1988. **Plant anatomy.** California: Benjamin/Cummings.

MORRETES, B. L. 1967. **Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado II.** Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo Ser. Bot., 22: 207-244.

MORRETES, B. L. 1969. **Contribuição ao estudo das folhas de plantas do cerrado III.** Bol. Fac. Filos. Ciênc. Letr. Univ. São Paulo Ser. Bot., 24: 7-32.

MORRETES, B. L. 1978. **Anatomia foliar de plantas de uma “campina amazônica” e do cerrado de Emas, SP.** Congresso Nacional de Botânica, Brasília, Sociedade Botânica do Brasil. Resumo, p.97.

MORRETES, B. L. 1980. **Contribuição ao conhecimento da anatomia ecológica de plantas do cerrado de Emas-SP e da Caatinga Amazônica do Km 62 da Rodovia BR 174.** São Paulo, 1980. Tese (livre docência) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

NAPP-ZINN, K. 1984. **Anatomie des Blattes II.** Blattanatomie der Angiospermen, B. Experimentelle und ökologische Anatomie des Angiospermblattes. Berlin: Gebrüder Borntraeger, bd. VIII, n. 2B.

NIERING, W. A 1985. **Wetlands.** New York: The Audubon Society.

NOTARE, M. 1992. **Plantas hidrófilas e seu cultivo em aquário.** Rio de Janeiro: Sulamérica. 238 p. il.

PALOMBO, C.R.; PEREIRA, M.D.B. 1992. **Monitoramento de plantas aquáticas por satélite.** Ambiente, v.6, p.49-54.

POTT, V.J. & POTT, A. 2000. **Plantas aquáticas do Pantanal.** Brasília: Embrapa. 404 p. il.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E. 1996. **Biologia vegetal.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

RATAJ, K. 1978. **Alismataceae of Brazil.** Acta amazônica, 8(1): 1-53.

RESENDE, U. M. 1996. **Análise estrutural de *Neptunia plena* (L.) Benth. (Mimosaceae) em ambiente inundado e livre de inundação, no Pantanal Mato-Grossense, Município de Corumbá – Mato Grosso do Sul.** Curitiba, 1996. Tese (mestrado em Botânica) –Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná.

RIDGE, I. 1987. **Ethylene and growth control in amphibious plants.** In: CRAWFORD, R. M. M. Plant life in aquatic and Amphibious habitats. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 53-76.

SASS, J. E. 1951. **Botanical microtechnique.** Iowa: The Iowa State College press.

SCREMIN-DIAS, E. 1992. **Morfo-anatomia dos órgãos vegetativos de *Ludwigia sedoides* (Humb & Bompl.) Hara (Onagraceae), do pantanal sul-mato-grossense.** Curitiba, 1992. Tese (mestrado em botânica) – Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná.

SCULTHORPE, C.D. 1967. **The biology of aquatic vascular plants.** New York : St. Martins Press.

SORREL, B.K. 1991. **Transient pressure gradient in the lacunar system of the submerged *Egeria densa* Planch.** Aquat. Bot., 39: 99-108.

SOUZA, V.C. 1996. **Levantamento das espécies de Scrophulariaceae nativas do Brasil.** São Paulo, 1996. Tese (doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

SOUZA, V.C. 2001. **Uma nova espécie de *Bacopa* aubl. (Scrophulariaceae) da América do Sul.** Acta Bot. Bras, 15 (1): 57-61.

TINER, R. W. 1991. **The concept of a hydrophyte for wetland identification.** BioScience, 41(4): 236-247.

WEERDENBURG, C. A ; PETERSON, C. A 1983. **Structural changes in phi thickenings during primary and secondary growth in roots. I. Apple (*Pyrus malus*) Rosaceae.** Can. J. Bot., 61: 2570-2576.

WOOTEN, J. W. 1986. **Variations in leaf characteristics of six species of *Sagittaria* (Alismataceae) caused by various water levels.** Aquat. Bot., 23: 321-327.

## 7. ANEXOS

---

Function: ANOVA-1 . .  
 Data case no. 1 to 12

One way ANOVA grouped over variable 1 (tratamiento)  
 with values from 1 to 2.

Variable 3 (diametro entrenos)

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	271577.297	271577.297	16.888	0.0021
Within	10	160815.094	16081.509		
Total	11	432392.391			

Coefficient of Variation = 11.16%

Var. 1	VARIABLE Number	No. 3 Sum	Average	SD	SE
1	6.00	7719.000	1286.500	138.89	51.77
2	6.00	5913.750	985.625	113.46	51.77
Total	12.00	13632.750	1136.063	198.26	57.23
Within				126.81	

Bartlett's test

Chi-square = 0.185  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.000

Variable 4 (comprimento entrenos)

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	45.319	45.319	73.172	0.0000
Within	10	6.193	0.619		
Total	11	51.512			

Coefficient of Variation = 10.22%

Var. 1	VARIABLE Number	No. 4 Sum	Average	SD	SE
1	6.00	57.860	9.643	0.61	0.32
2	6.00	34.540	5.757	0.93	0.32
Total	12.00	92.400	7.700	2.16	0.62
Within				0.79	

Bartlett's test

Chi-square = 0.752  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.000

Function: ANOVA-1  
 Data case no. 1 to 24

One way ANOVA grouped over variable 1 (tratamento)  
 with values from 1 to 2.

Variable 3 (espessura do limbo)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	3537.596	3537.596	1.363	0.2556
Within	22	57115.648	2596.166		
Total	23	60653.244			

Coefficient of Variation = 10.83%

Var.	VARIABLE No. 3				
1	Number	Sum	Average	SD	SE
1	12.00	5501.940	458.495	30.90	14.71
2	12.00	5793.320	482.777	65.10	14.71
Total	24.00	11295.260	470.636	51.35	10.48
Within				50.95	

Bartlett's test

Chi-square = 5.370  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.000

Variable 4 (comprimento da folha)

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE					
	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	0.866	0.866	1.470	0.2383
Within	22	12.970	0.590		
Total	23	13.837			

Coefficient of Variation = 13.49%

Var.	VARIABLE No. 4				
1	Number	Sum	Average	SD	SE
1	12.00	70.600	5.883	0.73	0.22
2	12.00	66.040	5.503	0.81	0.22
Total	24.00	136.640	5.693	0.78	0.16
Within				0.77	

Bartlett's test

Chi-square = 0.111  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.180

Function: ANOVA-1  
 Data case no. 1 to 36

One way ANOVA grouped over variable 1 (tratamiento)  
 with values from 1 to 2.

Variable 3 (area caule)

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	803.912	803.912	62.670	0.0000
Within	34	436.142	12.828		
Total	35	1240.053			

Coefficient of Variation = 30.12%

Var. 1	VARIABLE Number	No. 3 Sum	Average	SD	SE
1	18.00	299.090	16.616	4.97	0.84
2	18.00	128.970	7.165	0.99	0.84
Total	36.00	428.060	11.891	5.95	0.99
Within				3.58	

Bartlett's test

Chi-square = 31.638  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.000

Variable 4 (area raiz)

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Prob.
Between	1	1.983	1.983	2.067	0.1596
Within	34	32.619	0.959		
Total	35	34.602			

Coefficient of Variation = 29.90%

Var. 1	VARIABLE Number	No. 4 Sum	Average	SD	SE
1	18.00	63.190	3.511	0.62	0.23
2	18.00	54.740	3.041	1.24	0.23
Total	36.00	117.930	3.276	0.99	0.17
Within				0.98	

Bartlett's test

Chi-square = 7.322  
 Number of Degrees of Freedom = 1  
 Approximate significance = 0.000