

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ECOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO HORTÍCOLA**  
**DE *Nymphoides indica* E *Myriophyllum aquaticum***  
**COMO ESTRATÉGIA PARA A VALORIZAÇÃO**  
**DAS ÁREAS ÚMIDAS DO PLANALTO MÉDIO DO**  
**RIO GRANDE DO SUL**

**CARLA DENISE TEDESCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração Produção Vegetal.

Passo Fundo, setembro de 2011

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ECOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO HORTÍCOLA  
DE *Nymphoides indica* E *Myriophyllum aquaticum*  
COMO ESTRATÉGIA PARA A VALORIZAÇÃO  
DAS ÁREAS ÚMIDAS DO PLANALTO MÉDIO DO  
RIO GRANDE DO SUL**

**CARLA DENISE TEDESCO**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ph. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Petry**

**Co-orientador: Prof. Ph. D. Edson Campanhola Bortoluzzi**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração Produção Vegetal.

Passo Fundo, setembro de 2011



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ppgAgro

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

"Ecofisiologia e produção hortícola de *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum* como estratégia para a valorização das áreas úmidas do Planalto Médio do Rio Grande do Sul"

Elaborada por

CARLA DENISE TEDESCO

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
"Doutor em Agronomia - Área de Produção Vegetal"

Aprovada em: 09/09/2011  
Pela Comissão Examinadora

  
Dra. Cláudia Petry  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientadora

  
Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi  
Universidade de Passo Fundo  
Co-orientador

  
Dra. Simone Meredith Scheffer Basso  
UPF

  
Dra. Beatriz Maria Fedrizzi  
UFRGS

  
Dr. Wilson Antonio Klein  
Coordenador PPGAgro

  
Dr. Helio Carlos Rocha  
Diretor FAMV

  
Dra. Elizabete Maria Zanin  
URI

CIP – Catalogação na Publicação

---

T256e Tedesco, Carla Denise

Ecofisiologia e produção hortícola de *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum* como estratégia para a valorização das áreas úmidas do Planalto Médio do Rio Grande do Sul / Carla Denise Tedesco. – 2011.

129 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Ph. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Petry.

Co-orientação: Prof. Ph. D. Edson Campanhola Bortoluzzi.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2011.

1. Plantas aquáticas – Rio Grande do Sul. 2. Plantas ornamentais – Rio Grande do Sul. 3. Plantas – Efeito da umidade do solo – Rio Grande do Sul. I. Petry, Cláudia, orientadora. II. Bortoluzzi, Edson Campanhola, co-orientador. III. Título.

CDU: 635

---

Catálogo: Bibliotecária Marciéli de Oliveira - CRB 10/2113

“Os ideais são como estrelas. Nunca as alcançaremos, mas como marinheiros em alto-mar, traçamos caminhos seguindo-as”

Sartre

Dedico este trabalho

- Com muito carinho, ao meu marido Alfredo, e meus filhos, Eduardo e Luiza.
- Aos meus pais, por me ensinarem a não ter medo de trabalhar.
- A toda minha família, maior pelas muitas ausências.

## Agradecimentos

À Professora Claudia Petry, pela orientação, ensinamentos, paciência e especialmente, pelas lições para a vida.

Ao Alfredo (novamente), por todo apoio, antes durante e na finalização deste trabalho.

Aos meus ex-alunos: Maria Cristina, André e, em especial ao Douglas pelo auxílio no campo e no viveiro.

À professora Branca Aimi Severo pelo auxílio em muitas dúvidas e na identificação das plantas aquáticas.

À Lisete Lorini pela colaboração, e apoio na retaguarda.

À Noeli Zanella pela paciência em ouvir sempre as mesmas coisas e pela disponibilidade.

As colegas do ICB que me apoiaram, em especial nesse último trimestre.

À Mari Vicelli, secretária do PPGAgro pela disponibilidade e eficiência.

Aos produtores rurais pelo acesso as propriedades e acolhimento.

À Corsan, pelo acesso à Barragem da Fazenda.

À Embrapa Trigo, pelo acesso ao Arroio Miranda.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE APÊNDICES</b> .....	xiv
<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
2.1 Paisagem, ambiente e cultura .....	7
2.2 Ambientes alagados .....	10
2.3 Macrófitas ou plantas aquáticas .....	11
2.4 Modificações morfofisiológicas nas plantas aquáticas .....	14
2.5 Fatores ambientais: variação do nível de água e luminosidade .....	23
2.6 As macrófitas <i>Nymphoides indica</i> e <i>Myriophyllum</i> <i>aquaticum</i> .....	24
2.7 Paisagismo e uso de plantas aquáticas ornamentais .....	30
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	33
3.1 Locais de coleta, levantamento florístico e ornamental .....	33
3.2 Aclimação e avaliação do potencial para produção .....	37
3.3 Caracterização dos experimentos .....	39
3.3.1 Experimento <i>Nymphoides indica</i> .....	41
3.3.2 Experimento <i>Myriophyllum aquaticum</i> .....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
4.1 Caracterização das áreas úmidas e levantamento de macrófitas .....	45
4.2 Aclimação e seleção de macrófitas para avaliação da produção hortícola .....	55
4.3 Experimento <i>Nymphoides indica</i> .....	58
4.3.1 Número de folhas .....	59
4.3.2 Área foliar .....	66
4.3.3 Comprimento de caule .....	73
4.3.4 Diâmetro do caule .....	79
4.3.5 Número de flores .....	83
4.3.6 Produção de rebentos .....	90
4.4 Experimento <i>Myriophyllum aquaticum</i> .....	94
4.4.1 Folhagem .....	96

4.4.2 Comprimento do caule.....	99
4.4.3 Número de brotos .....	102
4.4.4 Aspectos da viabilidade da propagação .....	105
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>106</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>125</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>página</b>
1 Caracterização das áreas de coleta, siglas utilizadas e tipo de área de preservação permanente com respectiva descrição .....	46
2 Identificação e número de tombo no Herbário RSPF das espécies coletadas na BF: Barragem da Fazenda, BM Barragem do arroio Miranda e BC: Barragem do Capingüí Camping Valdemar e foz do Rio Branco, no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do planalto médio do estado do Rio Grande do Sul.....	47
3 Relação das espécies por barragem com caracterização das condições de água, cobertura na parcela e forma biológica predominantes avaliadas à campo no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do planalto médio do estado do Rio Grande do Sul .....	48
4 Resultados da análise de solo* dos ambientes BM: Barragem do Arroio Miranda, BF1: Barragem da Fazenda margem, BF2: Barragem da Fazenda leito/água corrente, BC1: Barragem do Capingüí (Camping Valdemar), BC2: Barragem do Capingüí (foz rio Branco); Período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul .....	54
5 Resultados da análise do solo* utilizado no experimento em 2008 e do mesmo solo, em 2011 submetido ao tratamento de água nível baixo (ANB) e água nível alto (ANA) .....	57
6 Análise de variância para as características número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento de pecíolo (CP) e diâmetro de pecíolo (DP) em <i>N. indica</i> submetida à nível de água baixo e alto, a pleno sol e sombreado a 50%, no período de 23/09/2008 a 20/01/2009 em 15 avaliações .....	58
7 Número de folhas de <i>N. indica</i> submetida a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS .....	60

8	Número de folhas de <i>N. indica</i> submetida a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	61
9	Área foliar em cm <sup>2</sup> de <i>N. indica</i> submetida a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 à 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	67
10	Área foliar em cm <sup>2</sup> de <i>N. indica</i> submetida a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	68
11	Comprimento médio de caule de <i>N. indica</i> (cm) submetido a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	74
12	Comprimento de caule de <i>N. indica</i> (cm) submetido a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	75
13	Diâmetro de caule de <i>N. indica</i> submetido a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	80
14	Diâmetro de caule de <i>N. indica</i> submetido a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	81
15	Número de flores de <i>N. indica</i> submetido a duas luminosidades no mesmo nível de água em 68 avaliações entre 12/11/2008 e 05/04/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	86
16	Número de flores de <i>N. indica</i> submetido a dois níveis de água na mesma luminosidade em 68 avaliações entre 12/11/2008 e 05/04/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	87
17	Valores das correlações entre número médio de flores de <i>N. indica</i> e dados meteorológicos* do dia de registro do número de flores e do dia anterior ao registro. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	88

18	Comprimento de caule (cm) de <i>M. aquaticum</i> submetido a dois níveis de água e duas luminosidades em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	99
19	Número de brotos de <i>M. aquaticum</i> submetido a dois níveis de água e duas luminosidades em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS .....	103

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>página</b>
1	Aspectos de paisagem das áreas: a) Barragem da Fazenda – Rio Passo Fundo, b) Barragem do Arroio Miranda – Várzea de Rio, c e d) Barragem do Capingüí – Banhado Camping Valdemar, e) Barragem do Capingüí – Foz do Rio Branco, f) Banhado em Tapejara na região do planalto médio do Rio Grande do Sul..... 34
2	Aspecto geral de um tanque matrizeiro (a) e do Pavilhão de Aquáticas do Centro de Pesquisas Agronômicas (b), da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), 2009..... 38
3	Organização dos experimentos: a) em água nível baixo (ANB) e água nível alto (ANA), b) a pleno sol e sombreado, c) envasamento com <i>M. aquaticum</i> em água nível baixo d) envasamento com <i>M. aquaticum</i> e <i>N. indica</i> em água nível alto. .... 42
4	Transecto realizado na área 4, Barragem do Capingüí, foz do Rio Branco..... 50
5	<i>Ludwigia multinervia</i> (a), <i>Xyris jupicai</i> (b), <i>Mayaca sellowiana</i> (c) ..... 55
6	Visão parcial dos tanques do Cepagro com experimentos de <i>M. aquaticum</i> nos vasos menores e <i>N. indica</i> nos vasos maiores. No primeiro tanque a visão do tratamento água nível baixo (ANB), e no segundo tanque com água nível alto (ANA), mostrando parte do experimento a pleno sol..... 57
7	Número de folhas de <i>N. indica</i> em água nível baixo sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS..... 62
8	Número de folhas de <i>N. indica</i> em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS..... 62
9	Danos causados por <i>Spodoptera cosmioides</i> ..... 65

10	<i>Spodoptera cosmioides</i> (Walker;1858) .....	65
11	Área foliar em cm <sup>2</sup> de <i>N. Indica</i> em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	69
12	Área foliar em cm <sup>2</sup> de <i>N. indica</i> em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	70
13	Comprimento de caule de <i>N. indica</i> em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 à 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS .....	76
14	Comprimento de caule de <i>N. indica</i> em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANABSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	77
15	Diâmetro de caule de <i>N. indica</i> em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	82
16	Diâmetro de caule de <i>N. indica</i> em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	82
17	Botões florais em preparação (setas) e flores antes de completar a abertura (a), aspecto da finalização da floração (b). .....	84
18	Número de flores <i>N. indica</i> durante o período reprodutivo (12/11/2008 a 05/04/2009) no tratamento água nível alto (ANA) a pleno sol e sem sol. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	89
19	Número de flores de <i>N.indica</i> durante o período reprodutivo (12/11/2008 à 05/04/2009) no tratamento de água nível alto a pleno sol (ANASOL) e de água nível alto sem sol(ANASS). FAMV, UPF, Passo Fundo, RS .....	90
20	Início da formação do rebento de <i>N. indica</i> mostrando raízes adventícias e uma pequena folha (a), rebento	

	livre no tanque do experimento já destacado da planta que o originou (b), rebento com flor após destacamento da planta (c). .....	92
21	Rebento formado em caule estiolado de <i>N. indica</i> , no tratamento ANB.....	93
22	Número de rebentos de <i>N. indica</i> registrados durante o período reprodutivo (16/12/2008 a 24/03/2009) no tratamento de água nível alto (ANA). FAMV, UPF, Passo Fundo, RS. ....	93
23	Aspecto das plantas de <i>M. aquaticum</i> e de suas raízes(a), detalhe do caule estolonífero (b).....	96
24	Caule de <i>M. aquaticum</i> mostrando aspecto de seu comprimento e heterofilia.....	98
25	Comprimento (cm) de caule de <i>M. aquaticum</i> em 13 avaliações, de 23/09/2008 a 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.....	101
26	Número de brotos de <i>M. aquaticum</i> em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS. ....	104
27	Aspecto do caule de <i>M. aquaticum</i> após consumo de folhas. ....	104

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice	página
1	Modelo de ficha para orientação do registro de coleta de dados de macrófitas ..... 125
2	Modelo de ficha de registro utilizada na coleta dados de macrófitas. .... 125
3	Equivalência do número de dias com datas de avaliação e caracterização da ordenação dos tratamentos dos experimentos com <i>N. indica</i> e <i>M. aquaticum</i> , conduzidos no pavilhão de aquáticas do Cepagro/FAMV. .... 126
4	Análise de variância do número de folhas de <i>N. indica</i> do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS. .... 126
5	Análise de variância da maior área foliar de <i>N. indica</i> do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS. .... 127
6	Análise de variância do maior comprimento de caule em cm de <i>N. indica</i> do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS. .... 127
7	Análise de variância do maior diâmetro de pecíolo em mm de <i>N. indica</i> do período de 23/09/2008 à 20/01/2009, submetida a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS. .... 128
8	Análise de variância do número de flores de <i>N. indica</i> no período de 12/11/2008 a 05/04/2009, submetida a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a em 68 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS. .... 128
9	Análise de variância do comprimento de caule de <i>M. aquaticum</i> no período de 23/09/2008 a 24/12/2008, submetido a dois níveis de água alto

	e baixo, a duas luminosidade e a 13 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.....	129
10	Análise de variância do número de brotos por caule <i>M aquaticum</i> no período de 23/09/2008 a 24/12/2008, submetido a dois níveis de água alto e baixo, a duas luminosidade e a 13 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.....	129

**ECOFISIOLOGIA E PRODUÇÃO HORTÍCOLA DE *Nymphoides indica* E *Myriophyllum aquaticum* COMO ESTRATÉGIA PARA A VALORIZAÇÃO DAS ÁREAS ÚMIDAS DO PLANALTO MÉDIO DO RIO GRANDE DO SUL**

Carla Denise Tedesco<sup>1</sup>

**RESUMO** – Nas áreas úmidas se desenvolvem plantas adaptadas à condições de alagamento. Com a finalidade de valorizar estas unidades paisagem, procurou-se identificar espécies, caracterizar o ambiente e avaliar o potencial ornamental e hortícola das plantas destes ambientes. Inicialmente foram caracterizadas cinco áreas de preservação permanente. Os experimentos foram conduzidos com as espécies de macrófitas selecionadas de quatro áreas. Estas foram submetidas a dois níveis de água (alto e baixo), a duas luminosidades (pleno sol e 50% de sombreamento) e a avaliação de seu desenvolvimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo em esquema de sub parcelas com sete repetições. Nas áreas escolhidas foram registrados 33 táxons, variando de 4 à 23 plantas aquáticas por unidade de paisagem. Como resultado da avaliação do potencial ornamental, no campo, foram selecionadas cinco espécies, e destas foram eleitas *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum*, para a fase de produção. *N. indica* respondeu ao tratamento água nível alto a pleno sol, aumentando o número de folhas, comprimento de caule e floração, mas não diferiu de água nível alto sombreado quanto ao diâmetro de caule. A área foliar foi maior na condição água nível alto com sombreamento. Em água nível baixo, ocorreu desenvolvimento das plantas, com inibição da floração na condição sombreada, sendo indicado seu uso, nestas

---

<sup>1</sup> Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, área de concentração em Produção Vegetal.

condições, somente para recuperação de áreas degradadas. *M. aquaticum*, avaliado em comprimento de caule respondeu melhor a água nível alto com sombreamento. A forma de propagação vegetativa com rizomas em *N. indica* e estacas em *M. aquaticum*, proporcionaram 100% e 89% de viabilidade, respectivamente. As duas espécies foram avaliadas positivamente para uso em jardins aquáticos, para uso em áreas úmidas com vulnerabilidade ou degradadas e para usos com a finalidade de enriquecer as paisagens naturais destas áreas.

**PALVARAS-CHAVE:** *Myriophyllum aquaticum*, *Nymphoides indica*, unidade de paisagem, plasticidade ornamental.

**ECOPHYSIOLOGY AND PRODUCTION OF  
HORTICULTURAL *Nymphoides indica* AND  
*Myriophyllum aquaticum* AS A STRATEGY TO VALUING  
OF WETLANDS IN THE MIDDLE PLATEAU OF RIO GRANDE  
DO SUL**

**ABSTRACT** – In wetlands grow plants adapted to adverse conditions, in particular the flooding. With the purpose of valuing the indirect use of this landscape unit, tried to identify species, characterize the environment and assess the potential ornamental and horticultural plants. Were initially featured five permanent preservation areas. In a second moment was conducted an experiment with selected macrophytes species. These were subjected to two water levels (high and low), the two luminosities (full sun and 50% shading) and evaluation of their development. The experimental design was completely randomized, with arrangement of the treatments in schema factorial, with seven repetitions. In the four areas selected were reported 33 taxa, ranging from 4 to 23 aquatic plants per area. As a result of the evaluation of ornamental potential, in the field, were selected five species, and these were elected *N. indica* and *M. aquaticum*, for the production phase. *N. indica* responded to the high level water treatment to full sun, increasing the number of leaves, stem length and flowering, but didn't differ high level water shading on the diameter of the stem. The foliage area was greater in the high level water condition with shading. In low water, plant development occurred with inhibition of flowering in shaded condition, being indicated its use under these conditions, only for the recovery of

degraded areas. *M. aquaticum*, valued at stem length responded better to the high level water with shading. The form of vegetative propagation with rhizomes in *N. indica* and stakes in *M. aquaticum*, provided 100% and 89% of viability, respectively. The two species are indicated for use in aquatic gardens, for use in wetlands with vulnerability or degraded and for uses in order to enrich the natural landscapes of these areas.

**Key words:** *Myriophyllum aquaticum*, *Nymphoides indica*, landscaping unit, plasticity ornamental,

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com os ambientes submetidos a alagamento, temporários ou permanentes, que permitem o desenvolvimento de plantas aquáticas e animais a elas associados, é por vezes antagônica. Alguns justificam sua descaracterização por usos, ditos necessários, como os agropecuários e a urbanização. Outros defendem sua manutenção baseados nos importantes serviços ambientais que as áreas úmidas prestam a humanidade e na Lei 4771/65, que instituiu o Código Florestal (BRASIL, 1965).

O problema com a preservação das áreas úmidas advém também, das visões que foram sendo construídas a respeito destas unidades de paisagem. Assim, estes locais têm sido considerados impróprios para serem mantidos, sendo constantemente utilizados como locais de descarte de resíduos, desvalorizados e indicados como fonte de diversos patógenos que causam doenças na população humana.

Entretanto, estes locais constituem-se em ambientes essenciais para minimização de inundações e para a manutenção do fluxo de água. Neles ocorrem espécies de plantas que têm sido estudadas, por seu potencial fitorremediador, e uso potencial em jardins aquáticos, dada sua beleza e singularidade.

Na dicotomia de ocupação e preservação nascem as paisagens culturais. Por isso torna-se importante relacionar aos estudos à abordagem de paisagem, neste caso de áreas úmidas, sendo contemplados na discussão desse tema aspectos ambientais, legais e culturais, buscando a conservação destas áreas, sua recuperação,

restauração e conseqüente revitalização. Esta abordagem multifacetada, de fato, constitui-se num desafio que demanda abordagens multidisciplinares. Assim o presente estudo preocupou-se em pesquisar alternativas para o problema: como minimizar o impacto sobre as áreas úmidas, destacando serviços ambientais, através de um viés de uso das suas espécies, respeitando a legislação ambiental?

A partir disso foram propostas as hipóteses:

- a) É possível valorizar as áreas úmidas, através conhecimento de suas espécies, aliando preservação a usos indiretos.
- b) As áreas úmidas podem fornecer matrizes de espécies de plantas para uso em paisagismo, estimulando a manutenção destes locais como fonte de biodiversidade.
- c) Há espécies de macrófitas com potencial para produção hortícola.

O objetivo geral do estudo foi o de contribuir para a valorização das áreas úmidas e de suas paisagens através do conhecimento e do uso indireto de suas espécies.

Para transformar então desafios em possibilidades, os objetivos específicos desse estudo foram:

- a.1) Selecionar áreas úmidas com diversidade de espécies e de ambientes;
- a.2) Identificar e avaliar potencial ornamental de espécies de macrófitas herbáceas, a partir de levantamentos de campo;
- b) Avaliar qualitativamente as espécies selecionadas com potencial ornamental, visando sua produção em viveiro;
- c) Avaliar a produção hortícola de duas espécies através de propagação vegetativa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A valorização das áreas úmidas está diretamente relacionada com o conhecimento destes ambientes. Esta preocupação orientou a estruturação da revisão em tópicos, que procurou entrelaçar aspectos da paisagem das áreas úmidas, seus usos, compreensão das adaptações e respostas das plantas para sobreviverem nesses locais com a finalidade de valorizar sua potencialidade ornamental e de produzi-las para seu posterior uso em paisagismo com jardins aquáticos.

### 2.1 Paisagem, ambiente e cultura

A perspectiva de conceituar o termo paisagem constitui um importante desafio, em especial, se não for contextualizada, pois o termo, além de ser utilizado por diferentes áreas do conhecimento, pode apresentar diferentes olhares.

Segundo Porto & Menegat (2004), a palavra paisagem tem origem hebraica e significa lindo, bonito. Pintores da antiguidade retratavam a paisagem como um reflexo da “paisagem interior”, dos sentimentos de felicidade, solidão e melancolia. A palavra com essa conotação estética foi traduzida para o inglês como *scenery* (cenário). Outro termo associado a paisagem foi *landschaft*, utilizado por Alexander Von Humboldt [1769 -1859], com o conceito de “característica total de uma dada região da terra”, e possui conotação geográfica. Após, foram cunhados conceitos para a palavra *landscape* (paisagem), indicando que paisagem é a totalidade de processos de uma dada região. O uso da terminologia ecologia de paisagem surgiu na década de setenta e constituiu-se a partir de abordagens geográficas

e biogeográficas, caracterizando uma ciência multidisciplinar (PORTO & MENGAT, 2004).

O geógrafo Troll, na década de sessenta, cunhou um conceito que deu origem ao arcabouço teórico atual. Troll conceituou ecologia de paisagem como o estudo total de uma determinada área, considerando o complexo efeito entre as biocenoses e as relações com o meio, encontrando-se nessa organização um determinado padrão de distribuição em diferentes ordens de grandeza (ALVES, 2001; METZGER, 2001; PORTO & MENEGAT, 2004; SOLÓRZANO et al., 2009).

Solórzano et al. (2009) propuseram que a paisagem seja interpretada como um documento histórico, considerando além dos aspectos territoriais, os ambientais/ecológicos e seus usos pretéritos. A perspectiva de compreender a paisagem como um todo interativo supõe que, a cada uso superposto no tempo, podem ser esperadas resultantes ecológicas distintas, de acordo com a transformação imposta pela implantação de cada território. De fato, mesmo considerando que o homem nunca tenha tido contato com determinado ambiente, sua presença no planeta modificou indiretamente todas as paisagens. Podem-se tomar como exemplo os resultados da ação humana sobre as mudanças climáticas. Assim, pode-se inferir que a natureza afeta o homem e que a “natureza” do homem afeta a paisagem.

O estudo da paisagem modificada pelo homem está associado, frequentemente, à denominação de paisagens culturais. Em parte pode-se explicar essa perspectiva no contexto histórico-cultural da humanidade. Para elucidar, retoma-se a pintura como forma de

expressão da paisagem. A pintura desempenhou papel fundamental no referencial sobre paisagens, valorizando o território como espetáculo estético e construindo uma nova forma de olhar a natureza. A partir disso, e de acordo com Salgueiro (2001), a nova relação da sociedade com seu espaço não é um dado, mas um produto, construído por um processo social e cultural e, portanto, que requer aprendizado. Essa condição de apropriação dos sentidos da paisagem, no contexto das áreas úmidas também foi objeto de “leitura” pelo homem. Historicamente, as áreas úmidas, pelo conjunto de características - acúmulo de água, solo com características modificadas, vegetação com formas hidrófilas, potencial presença de patógenos, odor característico proveniente da decomposição - tem sido relacionadas a paisagens feias e, sobretudo, perigosas. Retratadas em filmes como sombrias e assustadoras, são mostradas como paisagens onde habitam seres estranhos e pouco confiáveis. Portanto, justificam a necessidade de apropriação e transformação para diferentes usos.

Também vale destacar que são usadas terminologias qualificativas para o uso com diferentes finalidades, como paisagem artificial, paisagem cultural, paisagem urbana, paisagem bucólica, entre outras. O termo assim utilizado pode possuir finalidade específica, como por exemplo, identificar lugares, processos ou produtos, e possui sentido através do “olho” ou da “percepção” de um observador (METZGER, 2001). Conotações diferentes também surgem em função do contexto em que é usada a palavra por diferentes profissionais, como pintores, geógrafos, arquitetos, ecólogos, engenheiros e administradores. O termo paisagem tem

uma conotação de amplitude espacial, visual, de integração com outros processos e com outros sistemas. Para individualizar categorias nesse contexto amplo é apropriado o uso de unidades de paisagem. Unidades de paisagem, são condicionadas pelo funcionamento de seus elementos no espaço e no tempo (MONTEIRO, 2000). Delimitar suas fronteiras constitui um desafio, um dos princípios reforçados pelo autor é de considerar o funcionamento dos seus elementos. Neste trabalho optou-se pela utilização desta terminologia.

De fato, as áreas úmidas são comumente, formadas em ambientes de acesso restrito, de difícil deslocamento e impróprias para usos como urbanização e agricultura, constituindo uma unidade de paisagem característica. Há limitações legais nos seus usos determinadas, no Brasil, principalmente pelo Código Florestal, Lei 4771 de 1965 (BRASIL, 2011).

Atualmente o descaso e o desconhecimento da importância das áreas úmidas ficam evidentes, especialmente no posicionamento de políticos e de empresários rurais, pela pressão para redução das restrições legais, vigentes, do uso de áreas de preservação permanente (APP).

## **2.2 Ambientes alagados**

As macrófitas ou plantas aquáticas ocorrem em zonas/ambientes alagados ou áreas úmidas, denominados *wetlands*, com água doce, salobra, ou salgada. Fazem parte das áreas úmidas: a região litorânea de lagos e lagoas; a região marginal de rios e riachos; as várzeas e igarapés (planícies de inundação de rios); as planícies e regiões costeiras, cujo grau de declividade e condições de solo

mantém lâmina d'água em consequência da má drenagem por longos períodos. As áreas úmidas são classificadas como naturais e artificiais. São consideradas áreas úmidas naturais as continentais, como banhados, brejos, pântanos, charcos, turfeiras, oásis e água subterrânea; e as marinhas ou costeiras, como recifes de corais, deltas, estuários, mangues, marismas e lagoas costeiras. As áreas úmidas artificiais são constituídas por represas, tanques de aquicultura, arrozais, áreas de irrigação, de escavação, de tratamento de água servida e salinas (RAMSAR, 2010).

O ambiente onde se podem encontrar macrófitas é fundamental aos ecossistemas por diversas razões. É um repositório de águas subterrâneas e funciona no controle de inundações. Esse ambiente é responsável pelo recebimento, retenção e “exportação” de sedimentos e nutrientes, além de mitigar o câmbio climático. É um dos reservatórios de biodiversidade, pode ser usado para turismo, recreação e valorização do patrimônio natural e cultural. Por essas razões, essas áreas e a vegetação que nelas prolifera têm significado especial para a humanidade, mesmo que ainda sejam utilizadas como locais de descarte dos resíduos gerados pela sociedade, ou mesmo que estejam, ou venham a ser, descaracterizadas em decorrência da transformação do seu ambiente por usos diversos.

### **2.3 Macrófitas ou plantas aquáticas**

O termo “plantas aquáticas” é muitas vezes utilizado num sentido amplo, citado em artigos que se preocupam com o controle das espécies que têm potencial invasivo em reservatórios artificiais com

finalidade de geração de energia ou abastecimento para consumo humano.

A vegetação vinculada a áreas úmidas ou alagadas pode receber diferentes nomes. O termo hidrófita, mais utilizado na área ambiental, está relacionado as formas de vida de Warming e Raunkiaer, que classifica as plantas na categoria de hidrófitas aquelas associadas a ambientes alagados, cujos órgãos de sobrevivência se encontram durante estações desfavoráveis abaixo do nível da água (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Menos citado, “higrófila” é um termo associado a plantas submetidas a regime de variação no nível de água. O termo, num sentido mais amplo, também é usado como sinônimo de planta que vive na água. Pott & Pott (2000) ainda citam outras denominações para as macrófitas, como helófito, heloterófito, holohidrófito, epipléon, hipopléon, pleustófito, rizopleustófilo, que se aproximam muito dos conceitos já citados.

Macrófitas aquáticas, ou somente macrófitas, são plantas cujas partes fotossinteticamente ativas estão, permanentemente ou por alguns meses, submersas ou flutuantes em água e são visíveis a olho nu (IRGANG & GASTAL, 1996).

As macrófitas ocorrem em zonas/ambientes alagados ou áreas úmidas, denominados *wetlands*, com água doce, salobra, ou salgada. Fazem parte das áreas úmidas: a região litorânea de lagos e lagoas; a região marginal de rios e riachos; as várzeas e igarapés (planícies de inundação de rios); as planícies e regiões costeiras, cujo grau de declividade e condições de solo mantém lâmina d’água em consequência da má drenagem por longos períodos.

As macrófitas são agrupadas com base principalmente nas categorias propostas por Cook e Sculthorpe (IRGANG & GASTAL, 1996), de acordo com a forma biológica em: 1) flutuantes livres; 2) enraizadas no substrato: com partes vegetativas inteiramente submersas e com folhas ou caules flutuantes, com partes vegetativas emergentes, como trepadeiras, e como anfíbias tolerantes à seca; 3) enraizadas sobre outras macrófitas ou epífitas. Há classificações alternativas como as propostas por Lacoul & Freedman (2006) que agrupam as macrófitas em espécies emergentes, hidrófitas de folhas flutuantes (enraizadas no substrato), hidrófitas submersas e hidrófitas livres flutuantes.

A classificação está relacionada aos processos de adaptação e manifestam a estratégia e a plasticidade das plantas para sobreviver em meio alagado. *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze é classificada como enraizada no substrato com folhas flutuantes (IRGANG & GASTAL, 1996; MALTCHIK et al., 2004). *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt é enraizada com partes vegetativas emergentes (MALTCHIK et al., 2004). Lacoul & Freedman (2006) classificam este gênero dentro da categoria de hidrófita submersa.

Entre as angiospermas somente 2 % são macrófitas aquáticas (Cook apud JACKSON et al., 2009). A justificativa utilizada para defender a idéia que as espécies evoluíram de ancestrais terrestres é de que as adaptações para esses ambientes estão ligadas a modificações morfofisiológicas de plantas terrestres (JACKSON et al., 2009). A maior parte delas evoluiu a 120 milhões de anos, sendo o

maior indicativo do processo a rota alternativa de produção de ATP na ausência de oxigênio (EVANS, 2003).

#### **2.4 Modificações morfofisiológicas nas plantas aquáticas**

Existem no planeta grandes áreas de produção de grãos, com destaque para o arroz (*Oriza sativa* L.), sujeitas a alagamento periódico ou contínuo. Estudos com ênfase em aspectos morfofisiológicos são bastante desenvolvidos para compreender e melhorar os processos adaptativos e para controlar plantas competidoras com as de cultivo. Buckeride et al. (2008) soma a esses argumentos o da previsão de ampliação de áreas alagadas como um dos resultados das mudanças climáticas globais.

As plantas aquáticas estão submetidas à variação do nível de água, que afeta diretamente a fotossíntese e conseqüentemente a produção de esqueletos de carbono para o crescimento da planta. Por isso, essas plantas devem apresentar respostas morfofisiológicas a essa variação (EVANS, 2003; JACKSON & COLMER, 2005; BAILEY-SERRES & VOESENEK, 2008; COLMER & VOESENEK, 2009; JACKSON et al., 2009). Em ambientes terrestres sujeitos à variação sazonal de inundação, ou saturação do solo por água, algumas plantas podem ser favorecidas (COLMER & FLOWERS, 2008; MOLLARD et al., 2008).

Há diferentes desafios que as macrófitas necessitam superar para a adaptação ao alagamento, como (Colmer & Voeselek, 2009):

- 1) a “crise energética”: como a maior parte da adenosina trifosfato (ATP) celular é gerada na respiração, pela fosforilação

oxidativa nas mitocôndrias, sendo o oxigênio o aceptor final de elétrons, a respiração fica inibida pela baixa disponibilidade de oxigênio ( $O_2$ ). Quando as células se tornam anóxicas esse processo cessa. Ocorre produção de ATP, em menor quantidade, através da conversão do piruvato em etanol, em função de mudanças do pH intracelular, minimizando a acidose citossólica. O rendimento líquido da fermentação é de dois moles de ATP por mol de hexose contra 36 moles produzidos na respiração aeróbica (TAIZ & ZIEGER, 2009). Como a produção de ATP não é suficiente para evitar danos celulares, se esperaria morte celular generalizada, seguida da morte da planta, fato que não ocorre nas espécies adaptadas ao alagamento. A regulação negativa dos ácidos tricarbóxicos altera a produção de esqueletos de carbono e conseqüentemente o metabolismo secundário, onde são formados os hormônios vegetais (GRANDIS et al., 2010).

2) a “crise de carboidratos”: os açúcares solúveis e o amido sustentam a glicólise e, conseqüentemente, a geração de ATP, quer através da respiração com oxigênio disponível ou por fermentação. Devido às limitações de luz e gás carbônico durante a submersão, o amido e os açúcares não são repostos. O esgotamento de reservas restringe o crescimento e induz a morte celular (BAILEY-SERRES & VOESENEK, 2008).

3) toxicidade: a redução de componentes do solo, como manganês ( $Mn^{2+}$ ), ferro ( $Fe^{2+}$ ) e enxofre (S) podem se acumular em níveis tóxicos nas raízes (COLMER & VOESENEK, 2009; ARMSTRONG & ARMSTRONG, 2011). Há menor volatilidade de gases como o ácido propiônico e  $CO_2$  que se acumulam no sedimento e nas raízes e tornam o ambiente ácido (SHABALA, 2010). Na

presença de substrato orgânico, comum nesses ambientes, metabólitos bacterianos como os ácidos butírico e acético são liberados para solução do solo (TAIZ & ZIEGER, 2009). O etanol, produzido pela via fermentativa, pode ser transformado em acetaldeído num período de oxigênio disponível, após a anoxia e assim induzir a lesões nas células (BAILEY-SERRES & VOESENEK, 2008). Nas zonas úmidas, a quantidade e o tipo de metabólitos produzidos depende do caráter da fermentação da microflora, o tipo e quantidade de materiais orgânicos disponibilizados no solo, da condição de alagamento, do tipo de solo e do tempo de alagamento (SHABALA, 2010), sendo esse processo muito dinâmico.

4) espécies reativas de oxigênio: são comuns, na alternância entre metabolismo anaeróbico e aeróbico, a produção excessiva de radicais superóxido, hidroxila e peróxido de hidrogênio e oxigênio singleto, denominadas espécies de oxigênio reativo - ROS (SHABALA, 2010). Plantas que são submetidas ao alagamento, desenvolveram estratégias para perceber a submersão. Os principais sinalizadores da submersão são  $O_2$ ,  $CO_2$  (gás carbônico), e o  $C_2H_4$  (etileno) (EVANS, 2003; VOESENEK et al., 2006; COLMER & VOESENEK, 2009), e espécies de oxigênio reativo como o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) produzido na rota fermentativa da glicólise (COLMER & VOESENEK, 2009; SHABALA 2010). O  $O_2$  e o  $CO_2$  têm suas concentrações internas na planta muito influenciadas por fotossíntese e respiração, não constituindo os melhores sinalizadores para desencadear respostas ao alagamento. O complexo ubiquinona na mitocôndria acumula elétrons que posteriormente são doados para  $O_2$  constituindo uma fonte significativa de superóxido. A produção de

superóxido é estimulada para catalizar a baixa taxa de citocromo oxidase que atua em condições de baixo O<sub>2</sub>. Superóxido pode rapidamente ser convertido a peróxido de hidrogênio (COLMER & VOESENEK, 2009). De acordo com Taiz & Zeiger (2009) a superóxido dismutase atua como mecanismo de defesa transformando o superóxido em peróxido, que na presença de peroxidase pode ser convertido em água.

5) déficit de água: o alagamento pode causar a murcha da parte aérea dos órgãos das plantas, por redução da condutividade hidráulica das raízes (COLMER & VOESENEK, 2009).

De acordo com Bailey-Serres & Vosenek (2008), existem dois processos que podem ser acionados para responder às condições criadas pelo alagamento: a Síndrome de Escape/Fuga (LOES) e em Síndrome de Oxigênio Reduzido (LOQs), ou quiescência. Assim as plantas desenvolveram estratégias para evitar ou tolerar o alagamento, alongando caules e pecíolos, aumentando o volume das raízes e reduzindo crescimento para conservar energia.

Os dois processos, de adaptação à condição oxigênio restritiva de raízes e parte aérea, podem ocorrer de forma conjunta para a melhoria da aeração interna, aumento de tolerância à anóxia e ainda em um menor número de plantas existe a possibilidade de apresentarem estratégias de regeneração, que ainda deve ser mais bem compreendido (COLMER & VOESENEK, 2009).

Segundo Bailey-Serres & Voesenek (2008), plantas com estratégia de escape são caracterizadas por: a) reorientar a direção do crescimento e aumentar a taxa de crescimento aéreo como caules e pecíolos, para emergir do alagamento; b) preservar e desenvolver

estruturas anatômicas que facilitam a difusão de gases; c) manter e desenvolver estruturas que facilitem a troca de gases entre plantas e ambiente submerso. Além das características já citadas, são apresentadas por Colmer & Voesenek (2009) outras características associadas a esses ambientes como: presença/formação de raízes adventícias no sedimento e na água, presença/formação de aerênquima, barreira para redução de perda de O<sub>2</sub> pelas raízes; conservação de energia, tolerância a constituintes tóxicos do solo, emissão de rebentos, folhas com características biofísicas diferenciadas, movimento convectivo de gases e movimentos násticos.

Nesse estudo, em função das características observadas, *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum* se caracterizaram como plantas que utilizam a estratégia LOES. *N. indica* apresenta presença de aerênquima no rizoma, caule, pecíolo e folha, emissão de rebentos e raízes adventícias no rizoma e rebento (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006), alongamento do caule e pecíolo (RICHARDS et al., 2010). *M. aquaticum* apresenta alongamento do caule e heterofilia (WERSAL, 2010). Estas características estão associadas a estratégias de escape da submersão.

Para Colmer & Voesenek (2009), do ponto de vista biofísico, as mais importantes modificações que as plantas realizam para sobreviver ao alagamento durante longos períodos são: a formação de raízes adventícias, a formação de espaços para a conectividade e transferência de gases e a formação de aerênquima. Sendo o último destacado, pois se constitui provavelmente no processo mais importante de adaptação (SHABALA, 2010).

O aerênquima tem como função melhorar a difusão interna do oxigênio, preservar o oxigênio, através da redução da demanda por unidade de volume e facilitar o escape de gases, como gás carbônico e etileno (EVANS, 2003; SHIONO et al., 2008), além de estar relacionada à flutuação (MÜHLENBOCK et al., 2007). Nas raízes, aerênquima geralmente se forma no córtex, enquanto que no caule (incluindo rizomas) aerênquimas ocorrem no córtex e medula na cavidade. O volume de aerênquima formado depende do genótipo (espécies/cultivar) e condições ambientais.

Até agora os resultados do processo de formação de aerênquima têm sido principalmente obtidos por estudos anatômicos e morfológicos (RAJHI et al., 2011). Além disso a resposta da planta ao alagamento do solo é multifacetada e depende da fase de crescimento (RYSER et al., 2011). Essa condição reforça a importância do conhecimento das áreas básicas e uma seleção dos trabalhos que vem sendo produzidos no Brasil.

Embora o aerênquima possa ser formado em diferentes órgãos da planta, a maior parte dos estudos se relaciona com aspectos morfo-anatômicos de raízes de macrófitas aquáticas, pois esse é o primeiro órgão que responde a sinalização de hipóxia. A resposta, em termos de formação de aerênquima, foi verificada em *Arabidopsis sp* a partir do 7º dia de inundação (MÜHLENBOCK et al., 2007),

Nesse sentido, no Brasil semelhante ao que ocorre em outros países, estudos têm sido conduzidos sobre a presença de aerênquima em diferentes órgãos, destacando-se estudos da família Cyperaceae.

Registrou-se como recorrente a indicação de presença de aerênquima: nas células do córtex da raiz e de rizomas das espécies de *Cyperus odoratus*, *Oxycaryum cubense*, *Pycnus macrostachyos* (LEITE et al., 2009) e de *Cyperus giganteus* (RODRIGUES & ESTELITA, 2004a). No córtex do rizoma de *Cyperus rotundus* e *Cyperus esculentus* (RODRIGUES & ESTELITA, 2009b), de *Cyperus giganteus* (RODRIGUES & ESTELITA, 2004a) e de *Oxycaryum cubense* (LEITE et al., 2009). Ainda, observou-se aerênquima no córtex de raízes de *Eriocaulon elichrysoides*, *Leiothrix fluitans*, *Paepalanthus obtusifolius*, *Philodice hoffmannseggii*, *Syngonanthus caulescens* e *Tonina fluviatilis* (COAN et al., 2002) e *Sagittaria montevidensis* (ANDRADE et al., 2007). No caule de *Leiothrix fluitans*, *Paepalanthus obtusifolius*, *Tonina fluviatilis* (COAN et al., 2002).

No mesófilo da folha junto ao parênquima clorofiliano, o desenvolvimento de aerênquima aparece em *Eriocaulon elichrysoides*, *Leiothrix fluitans*, *Paepalanthus obtusifolius*, *Philodice hoffmannseggii*, *Syngonanthus caulescens* e *Tonina fluviatilis* (COAN et al., 2002), de *Sagittaria montevidensis* (ANDRADE et al., 2007), de *Cyperus odoratus*, *Oxycaryum cubense* e *Pycnus macrostachyos* (LEITE et al., 2009), de *Rhynchospora corymbosa* var. *asperula*, *Cyperus densicaespitosus*, e *Eleocharis* sp (ROCHA & MARTINS, 2011).

Em outros órgãos, a presença de aerênquima foi registrada também no escapo de *Cyperus giganteus*, *Rhynchospora corymbosa* var. *asperula*, e *Cyperus densicaespitosus* (ROCHA & MARTINS, 2011) e em estolões de *Oxycaryum cubense* (LEITE et al., 2009).

Nunes (2009) também encontrou aerênquima em inflorescências jovens de *Potamogetum iliinoensis*. Há presença de aerênquima em arroz (SURALTA & YAMAUCHI, 2008; COLMER, & PEDERSEN, 2008; VOESENEK & BAILEY-SERRES, 2008), milho (MAGALHÃES et al., 2009; ZHU et al., 2010; RAJHI, 2011) e em soja (FANTE et al., 2010).

O alongamento de caules e pecíolos constitui outra marcante característica das macrófitas, e é particularmente relevante para a sobrevivência em águas rasas por longos períodos de alagamento pois conduz as folhas para superfície da água. Embora as populações naturais possam ter grande plasticidade na resposta a inundação, relacionadas à fase de desenvolvimento da planta, ao timing do alagamento, e a variabilidade genética (CHEN et al., 2009), esta parece ser claramente uma característica adaptativa.

Segundo Pierik et al. (2009) considerando a relação custo/benefício, o alongamento resulta em benefícios entre eles: o arejamento dos tecidos anóxicos, pela difusão do oxigênio; acesso ao CO<sub>2</sub> atmosférico para realização da fotossíntese e ventilação do acumulado de componentes gasosos, principalmente o etileno. O arroz, considerado uma espécie semi-aquática cultivada, é produzido na maioria dos países sob condições parcialmente inundadas. Há cultivares adaptadas à submersão por períodos prolongados através do alongamento nos entrenós (COLMER & VOESENECK, 2009; VOESENEK & BAILEY-SERRES 2009; PARLANTI et al., 2011). Nesse processo novamente o etileno tem papel fundamental, pois modula a homeostase entre ácido abscísico e giberelina promovendo o crescimento internodal e induz a formação de raízes adventícias nos

nós dos caules (TAIZ & ZEIGER, 2009; RZEWUSKI & SAUTER, 2008). Há outras estratégias de alongamento como a da macrófita *Potamogeton pectinatus*, que alonga caule por acidificação da água circunjacente, por acumulação de gás carbônico, já que o caule não responde ao etileno (TAIZ & ZEIGER, 2009). O processo de alongamento é bem conhecido, atualmente as pesquisas tem se dirigido a genes e a enzimas que regulam esse processo.

As plantas aquáticas podem produzir diferentes tipos de folhas em resposta a mudanças ambientais. O dimorfismo pode ocorrer no mesmo indivíduo (ETNIER & VILLANI, 2007) ou em indivíduos da mesma espécie de acordo com a disponibilidade de água (BONA & MORRETES, 2003). Constitui-se num processo dependente do ambiente e muito comum em plantas anfíbias. O fenômeno é comum em plantas cuja forma biológica possui folhas emergentes como ocorre em *M. aquaticum* e em algumas espécies que possuem folhas flutuantes.

A heterofilia produz morfologia foliar, composição bioquímica e produção fotossintética diferenciadas. As folhas não têm taxas de crescimento comparáveis, o que reforça a idéia de que modificações ocorrem em resposta a fatores ambientais (ETNIER & VILLANI, 2007). Os mesmos autores identificaram em *Nymphaea odorata subsp. tuberosa* variação em diâmetro, forma e percentual de lacunas nos pecíolos. Detectaram também variação significativa na área foliar diferenciada entre folhas aéreas (equivalentes a emergentes) e flutuantes. Richards et al. (2010) estudando *Nymphaoides aquatica* registraram a presença de folhas submersas de menor tamanho e coloração avermelhada.

Lin (2005) verificou em *Marsilea quadrifolia* que a heterofilia foi regulada pelo ácido abscísico. Modificações como alongamento de pecíolos e raízes, redução de distância de entrenós, modificação na morfologia foliar (aumento de área foliar e mudanças na forma) foram avaliadas no estudo, conduzido em laboratório com diferentes doses de ácido abscísico. O estudo detectou que as plantas responderam positivamente ao hormônio nos estádios iniciais de desenvolvimento foliar, mas não nos finais; também evidenciou que o processo de heterofilia é reversível. Na natureza o processo ocorre em resposta a mudanças no nível da água e à sazonalidade.

As modificações morfofisiológicas a que estão submetidas às plantas em ambientes naturais são sinalizadas por conjuntos de genes. Sendo assim, se conservarmos as plantas, conservamos seus genes e as informações que eles contêm.

## **2.5 Fatores ambientais: variação do nível de água e luminosidade**

Estudos de variação do nível de água em ambientes naturais, tem recebido atenção, de pesquisadores de diferentes áreas, para procurar compreender as respostas das plantas aquáticas. Alguns estudos visaram principalmente a manejo e recuperação de áreas degradadas (PAILLISSON & MARION, 2006; LACOUL & FREEDMAN, 2006; DEEGAN et al., 2007; CHEN et al., 2009). Outros procuram entender respostas da variação do nível de água do ambiente em plantas que tem potencial invasivo e fitorremediador (DARBYSHIRE & FRANCIS, 2008; CASSOL et al., 2008; THIÉBAUT & DI NINO, 2009).

O estudo de macrófitas em relação à variação do nível de água tem sido conduzido em ambiente natural e em mesocosmos, que são sistemas intermediários (abertos) com características controladas, onde algumas condições são parcialmente controladas ou manipuladas (ODUM & BARRETT, 2008).

Entre os fatores ambientais a luz é indispensável por fornecer energia luminosa para a fotossíntese. A luminosidade subaquática tem sido bem estudada tanto no ambiente como em condições de laboratório, visto ser crítica para fotossíntese.

A mudança no espectro luminoso bem como minimização pode causar diferentes respostas morfofisiológicas e de desenvolvimento. Para elucidar como as plantas respondem ao sombreamento, especialmente, com o uso de telas é objeto de estudo comum em plantas hortícolas, mas sem referências para plantas aquáticas.

## **2.6 As macrófitas *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum***

*Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze pertence à Família Menyanthaceae e possui 40 espécies de distribuição cosmopolita (CRONQUIST, 1981; REVEAL & CHASE 2011). Metade das espécies pertence ao gênero *Nymphoides*, onde predominam herbáceas aquáticas semi-aquáticas com aerênquimas bem desenvolvidos, entre elas a espécie *Nymphoides indica* (SOUZA & LORENZI, 2005).

O nome *Nymphoides* tem origem grega *Nymphaea* + “eidos” = sufixo grego designando forma. *Nymphaea* sufixo grego “*Nymphaia*” relativo a ninfas que vivem nas águas é conhecida

vulgarmente como coração flutuante e algumas regiões como Soldanela-d'água e Estrela branca (KISSMANN & GROTH, 2000).

A espécie é nativa do Brasil sendo encontrada na Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado (AMARAL, 2010). Para Schneider (2007), *N. indica* é classificada como uma planta cosmopolita.

A espécie é encontrada em áreas alagadiças de águas paradas ou com pouca movimentação (IRGANG & GASTAL, 1996; KISSMANN & GROTH, 2000; MARWAT, 2009), associadas à região litorânea. É considerada uma espécie aquática perene, pois seu rizoma permanece viável por pelo menos dois anos. A produção de folhas é sazonal para região sul, como verificado por Palma-Silva (2008).

As raízes são adventícias e fasciculadas sendo estas enraizadas no solo. A substância de reserva é a inulina, encontrada em células do córtex de raízes maduras. As raízes aéreas apresentam tecido fotossintetizante, mas não apresentam aerênquima (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006).

Há duas estruturas caulinares no mesmo indivíduo: uma é composta por caule de crescimento monopoidal, com entrenós pequenos e outra, que emerge do rizoma, composta por entrenós muito distantes, que é flutuante e produz estruturas reprodutivas.

Richards et al. (2010) em estudo recente sobre arquitetura de *N. aquatica* verificaram que o rizoma desta última caracteriza-se por ser simpodial. O rizoma de *N. indica*, se enraíza firmemente ao solo e sedimento (CORDAZZO & SEELIGER, 1988; POTT & POTT, 2000; KISSMANN & GROTH, 2000).

A presença de caule estolonífero em espécies do gênero é indicada por Li et al. (2002), para *N. indica*, por Darbyshire & Francis (2008) para *N. peltata*, por Richards et al. (2010) para *N. aquatica*.

Em *N. indica*, após o aparecimento da inflorescência e das raízes adventícias, denomina-se a porção anteriormente chamada de caule, de pecíolo (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006), do mesmo modo que proposto para *N. aquatica* por Richards et al. (2010). O caule e pecíolo são verdes, constituído de parênquima aerífero, e suportam folhas que flutuam com toda face abaxial em contato com a água. Ocorre aerênquima, tanto nas células do caule como nas do pecíolo. No tecido de sustentação do caule, foi registrada a presença de astroescleireides, com parede lignificada (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006). O caule e o pecíolo são, normalmente, ascendentes e flexíveis.

As folhas dessa espécie, quando em meio aquático são flutuantes, permanecem com a superfície abaxial em contato com a água, e são cordiformes (SOUZA & LORENZI, 2005), com forma suborbicular ou ovalada de base recortada e consistência coriácea (SCHMIDT-MUMM, 2005; MARTÍNEZ & SÁNCHEZ 2006). Na epiderme superior da folha há presença de cutícula que ajuda repelir a água e há presença de hidatódios e de grande quantidade de estômatos. Ocorre aerênquima na face abaxial da folha (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006).

As flores, solitárias, surgem dos nós e tem pedicelo cilíndrico com 6,5-9,5 cm de comprimento (MARWAT et al., 2009) ou de 1-7 cm (KISSMANN & GROTH, 2000). São pentâmeras, bissexuadas, actinomorfas e diclamídeas (SOUZA & LORENZI, 2005). As flores apresentam cálice subcarnoso com 7-8 mm de

comprimento, com cinco lobos ovalados-lanceolados, corola com 2 cm de diâmetro, branca, com cinco lobos oblongos-lanceolados e obtusos, separados até a base, com margens intensamente fimbriadas, glabros no lado inferior e pelos glandulosos no lado superior (KISSMANN & GROTH, 2000). Androceu com cinco estames eretos de filetes curtos e cinco estaminódios (CRONQUIST, 1981). Anteras longas, amarelas, destacam-se no centro da corola. Gineceu com ovário ovóide súpero, (SOUZA & LORENZI, 2005), com estilete delgado e estigma bifido (CRONQUIST, 1981; KISSMANN & GROTH, 2000).

Os frutos constituem-se como cápsulas ovóides, rugosas, encimadas por resíduo de estilo, indeiscente com resquícios do cálice, produzindo sementes esféricas com 1 mm de diâmetro de coloração amarela a castanha (KISSMANN & GROTH, 2000).

Avaliações filogenéticas da família Menyanthaceae associaram todas as espécies do gênero *Nymphoides*, exceto *N. exigua*, num único clado indicando que folhas flutuantes são derivadas evolutivamente dentro da família (TIPERRY et al., 2008), o que sugere mais estudos para confirmação de presença estolões e do tipo de crescimento dos rizomas.

*Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt é da família Haloragaceae (REVEAL & CHASE, 2011). A família é composta por dez gêneros e 150 espécies com distribuição predominante no hemisfério sul, caracterizada principalmente, pela presença de ervas aquáticas submersas ou emergentes, raramente terrestres. Tem registro de ocorrência para o Brasil, Uruguai, Argentina, Chile, Bolívia e Perú (KISSMANN & GROTH, 2000; SOUZA & LORENZI, 2005).

No Brasil ocorrem três gêneros e seis espécies, concentradas na região sul, sendo *M. aquaticum* a espécie mais comum (SOUZA & LORENZI, 2005). O nome tem origem grega *myrios* = muitos e *phyllon* = folha, é associada à água que pode ser identificado pelo nome da espécie. Também é conhecido vulgarmente como pinheirinho d'água, cauda de zorro e bem-casado. São sinônimos: *Enydria aquatica* Vell., *Myriophyllum brasiliensis* Cambess., *Myriophyllum proserpinacoides* Gillies ex Hook. & Arn. (INSTITUTO, 2010).

*M. aquaticum* é perene de água doce, de ambientes alagados e de acordo com Wersal (2010), é tolerante à salinidade. Pode se desenvolver totalmente submersa ou parte submersa e outra emersa apresentando heterofilia, constatada no desenvolvimento desse estudo. A planta se mantém enraizada no solo ou sedimento. De acordo com Kissmann & Groth (2000), as melhores condições de desenvolvimento são: água parada ou com pouca movimentação e com elevado teor de nutrientes, em especial nitrogênio, e temperaturas entre 8 – 30 °C. Sua forma principal de reprodução é vegetativa por fragmentação do caule (POTT & POTT, 2000). De acordo com Kissmann & Groth (2000) pode ser encontrada em profundidades de até dois metros. As porções emergentes do caule podem ser inativadas pela geada, não ocasionando morte nas porções submersas.

O caule é normalmente pouco ramificado. É cilíndrico com cerca de cinco mm de espessura, formado internamente por aerênquima com 20 a 30 canais longitudinais. Ocorrem nós em espaços regulares de 2-4 cm. Na porção terminal (mais jovem) emergente, os espaços entre folhas diminuem, e estão praticamente

ausentes na porção mais velha submersa, onde, em seu lugar, surgem conjuntos de raízes, constituindo, segundo Wersal (2010), um caule estolonífero. As raízes são finas e longas com radículas filamentosas, a partir de cada nó.

As folhas são compostas, verticiladas e multipartidas (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006), constituídas por um eixo central e um conjunto de 6 -18 segmentos de cada lado. Têm coloração verde escura ou azulada quando emersas, e verde clara ou avermelhadas quando submersas. Uma folha tem até quatro cm de comprimento por seis mm. As folhas são dispostas em verticilos nos ramos, havendo de 4 - 6 folhas por verticilo. Kissmann & Groth (2000) citam a presença de substância cerosa hidrorrepelente nas folhas, fato observado também durante o experimento.

As flores são pouco freqüentes e não vistosas, ocorrem isoladamente junto às axilas foliares, há flores masculinas e femininas, que normalmente ocorrem em plantas separadas. As flores masculinas são muito raras com cinco mm de comprimento e estames em número de oito. As flores femininas têm corola ausente e se constituem de tufos de lobos estigmatosos, brancos ou róseos com 1,5 mm de comprimento. Os frutos são cápsulas com 1,2 - 2,0 mm de comprimento com 2 ou 4 lóculos. (KISSMANN & GROTH, 2000). Espécies do gênero *Myriophyllum* são muito apreciadas pelos aquaristas como ornamentais, oferecendo fonte alternativa de proteção e alimento para peixes. É comercializada embora não ocorra citação da origem de produção, o que supõe que a mesma seja coletada na natureza. Também é estudada por seu alto poder de propagação, dominando ambientes de barragens e rizicultura.

## **2.7 Paisagismo e uso de plantas aquáticas ornamentais**

O termo “paisagismo” está associado ao planejamento do uso de espaços que envolvam vegetais para o conforto ou bem-estar humano. De acordo com a Associação Nacional de Paisagismo (ASNP, 2010), paisagismo constitui uma atividade exercida por profissional que cria projetos envolvendo áreas verdes, externas, internas, abertas, fechadas, com espaços construídos ou não, com função de recreação, amenização, circulação e preservação ambiental, integrando o homem à natureza.

Roessing & Petry (2009), refletindo sobre a água e os jardins aquáticos descreveram as principais formas paisagísticas que representaram ambientes de áreas úmidas como os jardins persas, com formatos geométricos e presença de complexo sistema de irrigação; os jardins romanos, inspirados nos egípcios, com poucas espécies de aquáticas flutuantes, mas com destaque para a presença da lâmina d’água; na Idade Média os jardins de claustro, onde fontes formam elemento de valorização do ambiente, com espécies de ninféia, entre outros.

Assim, do mesmo modo que na natureza, as espécies de plantas podem ser alocadas num jardim aquático de forma a reproduzir os microambientes de origem. Para isso é fundamental a escolha adequada da planta para cada ambiente e seu manejo. Seguindo esse princípio são propostos tipos de plantas para utilização no ambiente aquático por Arbury et al. (1997) e Glémas (2002). Roessing & Petry (2009) propõem o uso do termo zoneamento relacionado às formas biológicas citadas por Irgang & Gastal (1996).

As primeiras autoras referem quatro conjuntos de plantas para utilização em diferentes ambientes aquáticos: plantas oxigenantes (submersas); flutuantes (enraizadas e livres flutuantes); plantas de margem (emergentes) e plantas de borda (anfíbias, tolerantes a restrição de água). O zoneamento se constitui em elemento importante para o sucesso do projeto paisagístico.

A seleção de plantas para uso em paisagismo e ornamentação tem sido ampliada fornecendo um material precioso para um mercado promissor. Mas a degradação dos ambientes onde se desenvolvem as macrófitas, a extração de plantas dos seus ambientes naturais e a introdução de plantas exóticas agressivas, são as principais ameaças à extinção de espécies nativas e espontâneas, além de uma ameaça à conservação da biodiversidade. Essa condição merece especial atenção no Brasil, detentor do título de país com maior biodiversidade do planeta.

Com essa preocupação Heiden et al. (2006), Barroso et al. (2007) e Stumpf et al. (2009) defenderam a idéia de conhecer, avaliar e disponibilizar para produção comercial plantas brasileiras, com potencial uso para ornamentação como uma perspectiva de minimizar o impacto da extração.

Com preocupação similar, Chamas e Matthes (2000) propuseram critérios para avaliar o potencial ornamental de plantas nativas, pelo Índice Composto de Potencial Ornamental de Espécies Tropicais. Salienta-se que os métodos propostos para avaliação são de natureza qualitativa, o que não desmerece a contribuição destes para avaliação preliminar das espécies com potencial ornamental. Entretanto plantas ornamentais aquáticas brasileiras ainda estão em

fase inicial de estudos, sendo indicadas a partir de trabalhos florísticos como os de Scremin-Dias et al. (1999) e de Pott & Pott (2000).

No paisagismo brasileiro, de acordo com Romahn (2007), são utilizadas espécies aquáticas nativas e exóticas. O autor relaciona entre as espécies mais utilizadas: *Azolla caroliniana* ou samambaia-aquática; *Cyperus papyrus*, conhecido por papiro-do-egito; *Cyperus involucratus*, chamada também de sombrinha de chinesa; *Equisetum hyemale* um tipo de cavalinha; *Iris pseudacorus*, chamada de íris amarelo ou flor-de-lis amarela; *Nymphaea alba*, *Nymphaea flava* e *Nymphaea rubra* todas denominadas ninféias, com adjetivos que variam conforme a cor e o tamanho; *Nymphoides humboldiana*; *Nelumbo nucifera*, conhecida como flor de lótus, e a mais famosa de todas, a *Victoria amazonica*. Também são usadas em jardins plantas que podem se propagar de forma indesejável em represas e açudes, como: *Eichhornia crassipe* e *Eichhornia paniculata* denominadas aguapé; *Myriophyllum aquaticum*, chamado de mil-folhas; *Pistia stratiotes*, chamada de alface-d'água; *Pontederia cordata*, denominada de pontéderia ou de orelha-de-veado, e *Salvinia auriculata*, denominada samambaia flutuante. Bailone (2007) ainda inclui *Nelumbo nucifera*; *Eleocharis acicularis* chamada de erva-de-cabelo; *Trapa natans*, tratada como avenca-d'água, e *Typha dominguensis*, conhecida como taboa. Destaca-se ainda para inclusão nas citações anteriores *Juncus effusus* por ter amplo uso comercial e já ter sido objeto de avaliação para aspectos de sua produção comercial por Alovisei (2007).

Como se pode perceber a riqueza de espécies de plantas aquáticas utilizadas não é pequena, mas as espécies brasileiras, em

especial, carecem de estudos de propagação, de nutrição e de resposta a condições ambientais.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido em três etapas. A primeira foi de listagem e eleição de unidades de paisagem com áreas úmidas, levantamento e coleta de espécies e avaliação de potencial ornamental no campo. A segunda etapa constou da aclimação das espécies escolhidas com potencial ornamental e de uma segunda etapa de avaliação do potencial para seleção de duas espécies de macrófitas e produção de matrizes para o experimento. Na terceira etapa foi conduzido experimento com as espécies selecionadas *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum* para avaliar seu potencial hortícola.

#### **3.1 Locais de coleta, levantamento florístico e ornamental**

Foram selecionados, inicialmente, em dezembro de 2007 cinco locais de coleta de macrófitas que se constituíram em unidades paisagísticas diferenciadas visualmente. A escolha dos locais de coleta de macrófitas ocorreu procurando atender alguns princípios sendo eles:

- caracterização visual de área alagada e presença de macrófitas;
- idade da formação da área (preferência por áreas que não foram formadas recentemente por influência antrópica);
- diversidade de unidades de paisagem (com entorno mais preservado, área aberta, áreas planas e declivosas) e do tipo de

formação de área alagada (foz de rio, rio, banhado constantemente alagado, banhado com alagamento temporário);

- áreas de menor pressão por usos antrópicos (lavoura, pecuária, construções, constatados por observação *in loco* e por entrevistas). Os locais de coleta podem ser observados na Figura 1.

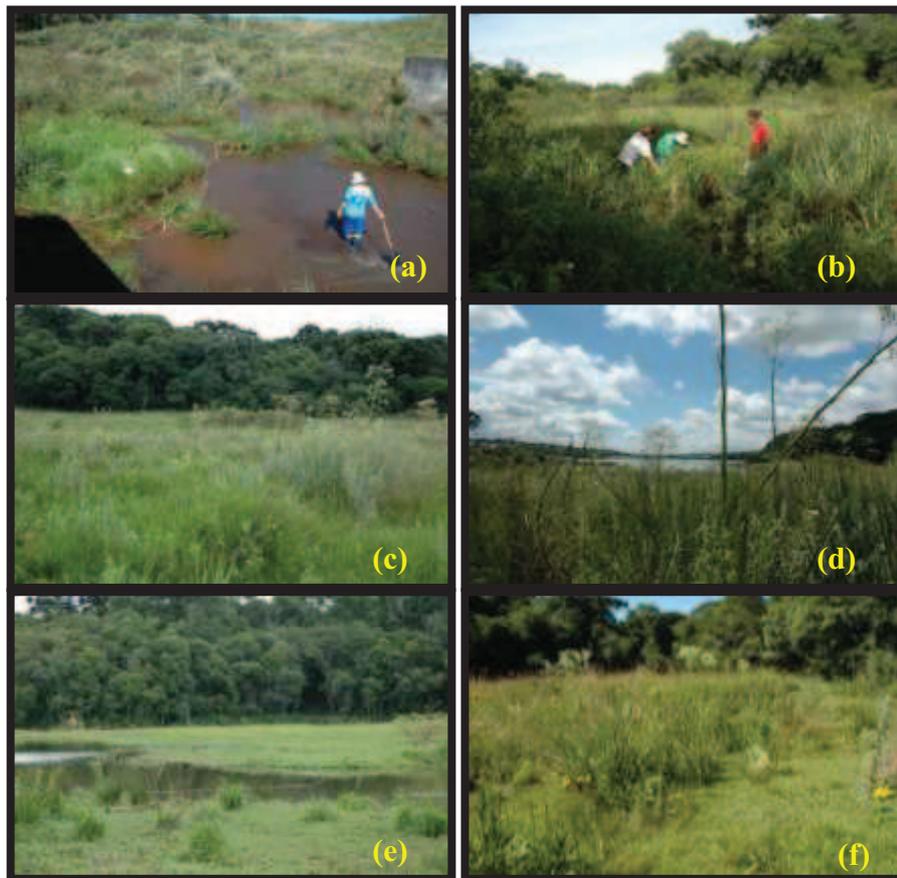


Figura 1 – Aspectos de paisagem das áreas: a) Barragem da Fazenda – Rio Passo Fundo, b) Barragem do Arroio Miranda – Várzea de Rio, c e d) Barragem do Capingüí – Banhado Camping Valdemar, e) Barragem do Capingüí – Foz do Rio Branco, f) Banhado em Tapejara na região do planalto médio do Rio Grande do Sul.

A primeira área de coleta escolhida foi no rio Passo Fundo, Barragem da Fazenda, cujo barramento ocorreu em janeiro de 2003 . O ambiente de coleta foi no leito do rio original, logo abaixo do

barramento. A água era corrente, com lavoura distante entre 70 e 100 m de cada lado.

Outra unidade de paisagem escolhida foi uma área de extravasão do Arroio Miranda, submetida a alagamento periódico. No limite desta área úmida um conjunto de árvores nativas formava um corredor de aproximadamente 10 m de largura, e isolavam a área úmida da lavoura de plantio experimental anual da Embrapa Trigo em Passo Fundo. A área ficava entre o corredor de árvores e o rio. As áreas estão localizadas no município de Passo Fundo.

A terceira e quarta coletas foram realizadas na Barragem do Capingüí, alagada desde 1956. A barragem apresenta áreas de preservação permanente, áreas urbanizadas para lazer sazonal (verão), locais de camping, lavouras de cultivo anual e pastagem (criação de gado). A terceira área de coleta pertence ao município de Mato Castelhano e era constituída por pequenas nascentes rasas que formam uma área alagadiça sujeita a inundações, e com acesso eventual de gado, o local denominado Camping do Valdemar. A quarta área de coleta foi em direção na foz do Rio Branco, na parte da barragem pertencente ao município de Marau. A área tinha característica de alagamento periódico com presença eventual de gado.

A quinta área escolhida foi um banhado em propriedade rural no município de Tapejara, cercado por uma mata secundária. A área úmida era dividida em duas partes por um riacho raso de 2 a 3 m de largura. Segundo relatos de moradores, foi usada aproximadamente há 40 anos como local de retirada de argila para olaria artesanal.

A coleta das macrófitas foi realizada dentro da área de um transecto com 1 m de largura ( $1 \text{ m}^2 = 1$  parcela), iniciando na parte

mais característica de vegetação de área úmida perpendicular a margem do rio/ barragem e terminando onde a vegetação não mais ocorreu. No caso do Rio Passo Fundo o transecto foi de uma margem a outra do rio. Características do local de coleta em relação à água, forma biológica, grau de cobertura na parcela, tipo de distribuição das plantas (regular, irregular, grupo regular, grupo irregular) aspecto da planta (cespitoso, rizomatoso, estolonífero), identificação de estado fitossanitário da planta, se presente a pleno sol ou sombreada e caracterização visual do tipo de solo (argiloso, arenoso, orgânico), foram registrados no momento da coleta em cada parcela (Apêndices 1 e 2).

Foi coletada uma amostra de solo de acordo com Santos et al. (2005), na profundidade de 20 cm, com até quatro sub-amostras compondo uma amostra de 500 g. As sub-amostras foram colocadas em recipiente limpo, homogeneizadas, retirando-se a quantidade acima citada para compor a amostra final. Todas as determinações analíticas das propriedades químicas foram realizadas no Laboratório Análise de Solos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

Em todos os locais citados foram coletados exemplares das macrófitas encontradas. Sempre que possível foram coletados três exemplares de cada espécie para herborização, identificação posterior e tombamento no Herbário Rio Grande do Sul, Passo Fundo (RSPF) do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo (ICB/UPF). No local de coleta as plantas receberam pontuação de acordo com ficha de avaliação do potencial ornamental proposta por Chamas & Matthes (2000), cujo somatório máximo é de 100 pontos.

Os pontos foram distribuídos entre aspectos da morfologia, fenologia, interação, rusticidade, originalidade e de cultivo. As plantas que atingiram as melhores pontuações foram retiradas com substrato, envasadas, marcadas e acondicionadas em caixa para transporte. Foram conduzidas ao Pavilhão de Plantas Aquáticas do Centro de Pesquisas Agronômicas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (CEPAGRO/FAMV/UPF), para acompanhamento e aclimação e posterior propagação (Figura 2). Após o período de dois meses destinado à aclimação (março/2008), as plantas foram novamente avaliadas de acordo com o mesmo roteiro usado à campo, e foram selecionadas duas espécies *Nymphoides indica* e *Myriophyllum aquaticum* com o objetivo de avaliar seu potencial ornamental visando seu uso em jardins aquáticos e paisagismo de revegetalização de áreas úmidas.

Foi utilizado como substrato o mesmo solo utilizado no viveiro de mudas da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, sem correção. Como um dos objetivos desse trabalho foi o de valorizar as áreas úmidas, não se justificou a retirada de solos destes ambientes, a fim de não comprometer ainda mais a integridade das áreas úmidas.

### **3.2 Aclimação e avaliação do potencial para produção**

A aclimação foi conduzida no Pavilhão de aquáticas do Centro de pesquisas agronômicas (CEPAGRO) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), localizado no município de Passo Fundo, RS, a 28° 15'

sul e 52° 24' oeste a 687 m de altitude. A precipitação pluvial média é de 1.788 mm e a temperatura média anual é de 17,5° C. O clima da região é do tipo fundamental temperado (C) úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen (CUNHA,1997).

O Pavilhão de Aquáticas possui 177,6 m<sup>2</sup> de área construída em concreto. As paredes externas medem 2 m de altura, sendo 1m de concreto e 1m de tela. Internamente o espaço do pavilhão é dividido em área coberta com sala de preparação, corredor lateral e doze tanques com torneiras. Cada tanque tem espaço útil de 4,05 m por 1,20 m, sendo que possuem um degrau à 0,50 m. Aproximadamente 50% da área do pavilhão é coberta com telhas semi transparentes (Figura 2).



Figura 2 – Aspecto geral de um tanque matrizeiro (a) e do Pavilhão de Aquáticas do Centro de Pesquisas Agronômicas (b), da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), 2009.

As espécies selecionadas no campo, com maiores valores no índice composto de avaliação do potencial ornamental, foram acondicionadas em um dos tanques do Pavilhão de Aquáticas (Figura 2). Após dois meses de aclimatação foi, novamente, aplicado o instrumento de avaliação por pontos (Chamas & Mattes 2000), buscando selecionar duas espécies.

As espécies selecionadas, *N. indica* e *M. aquaticum*, foram isoladas em outro tanque visando sua propagação vegetativa. Estas plantas foram utilizadas como matrizes visando sua produção.

### 3.3 Caracterização dos experimentos

Os procedimentos de plantio estão caracterizados abaixo. Os dois experimentos foram conduzidos, quanto ao delineamento experimental, na forma inteiramente casualizado, em parcelas sub subdivididas com loação da luminosidade na parcela principal, nível de água na sub parcela, sub sub divididas no tempo. Cada tratamento contou com sete repetições, equivalendo um recipiente (vaso) a uma repetição. Os vasos utilizados são caracterizados logo abaixo de acordo com a espécie a ser propagada.

O substrato utilizado nos experimentos foi obtido de um Latossolo Vermelho Distrófico húmico (STRECK et al., 2008) existente na área do Cepagro, e que é utilizado em experimentos com plantas convencionais e no viveiro de mudas. Como um dos objetivos desse trabalho foi o de valorizar as áreas úmidas, não se justificou a retirada de solos destes ambientes, a fim de não comprometer ainda mais a integridade destes locais. Antes do plantio foi realizada a análise de solo, no laboratório de solos da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

*N. indica* e *M. aquaticum* foram submetidas a dois níveis de água, duas condições de exposição solar e avaliações periódicas, em termos de número de dias. O experimento foi delineado com a proposta de simular o nível baixo d'água da zona litorânea de um lago, e o nível alto d'água da zona com lâmina d'água permanente.

Também foi delineado para avaliação do desenvolvimento das plantas a pleno sol ou sombreado por plantas de margem, como árvores de grande porte, pergolados e até decks molhados. Assim, o tratamento nível alto (ANA) permaneceu com 20 a 30 cm de lâmina d'água (5 a 16 cm acima do nível do substrato no vaso) e o de nível baixo (ANB) com 3 a 5 cm de lâmina d'água (abaixo do nível do substrato do vaso). A exposição solar foi a pleno sol (SOL) e sombreada (SS) a 50% com sombrite comercial preto, denominada nesse texto sombreada ou sem sol. Os tratamentos receberam aqui então a seguinte codificação: ANBSOL água nível baixo a pleno sol, ANBSS água nível baixo sem sol, ANASOL água nível alto pleno sol e ANASS água nível alto sem sol. Após o plantio, semanalmente foi efetuado rodízio dos vasos.

A presença de outras plantas e de pragas foi controlada com retirada manual, quando encontradas nos vasos ou no tanque.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparação de médias pelo teste de Tukey e análise de regressão com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000). Os gráficos foram construídos com auxílio do software EXCEL.

Após dois anos do término do experimento foram realizadas análises dos substratos utilizados nos vasos submetidos aos dois níveis de água anteriormente descritos. As amostras foram coletadas em dois vasos, homogenizadas, representando uma amostra para cada nível de água, e enviadas para análise.

Os dados climáticos foram obtidos na Estação meteorológica da Embrapa Trigo, localizada em Passo Fundo próxima do local onde foi instalado o experimento (28° 15' sul e 52° 24' 24" oeste a 684 m de altitude).

### 3.3.1 Experimento *Nymphoides indica*

O experimento foi instalado no dia 09 de setembro de 2008, e conduzido em vasos de polietileno preto, com capacidade de 5 kg, com 16,5 cm de altura e 23 cm de diâmetro. Inicialmente os vasos foram preenchidos com o substrato coletado até que ficassem com 2,5 a 3 cm com borda livre. Em cada vaso foi colocado um rizoma medindo entre 4 e 6 cm, com no mínimo 3 entrenós, na profundidade de 5 a 7 cm.

Os rizomas da espécie foram coletados em janeiro de 2008 e estavam no matrizeiro do pavilhão de plantas aquáticas do Cepagro/FAMV/UPF. Uma vez selecionados e lavados, os rizomas foram colocados no substrato (Figura 3).

Durante o período compreendido entre os dias 23 de setembro de 2008 e 20 de janeiro de 2009 foram avaliadas as variáveis resposta: número de folhas; comprimento de caule e pecíolo em conjunto; área foliar da maior folha; e número de flores. As avaliações foram semanais (entre seis e oito dias) até o dia 10 de dezembro de 2008 e após essa data, quinzenais (entre 13 e 15 dias) até 20 de janeiro de 2009. A produção de flores, foi analisada entre 12/11/2008 e 05 de abril de 2009, totalizando 67 avaliações.

Durante este período foi registrado o número de rebentos formados, independentemente do tratamento a que foram submetidos. A ocorrência de rebentos foi considerada somente após seu destacamento da planta-mãe, isto é, quando se encontravam livres e flutuantes e com aparência fotossintética viável.

Nas avaliações foram registradas todas as folhas consideradas ativas/vivas de cada vaso. Nesse caso, considerou-se

viva toda folha que visualmente apresentasse pelo menos de 50% de atividade fotossintética (partes verdes íntegras e/ou sem aspecto de deficiência ou doença). Foram incluídas na contagem as folhas em expansão e totalmente expandidas.



Figura 3 – Organização dos experimentos: a) em água nível baixo (ANB) e água nível alto (ANA), b) a pleno sol e sombreado, c) envasamento com *M. aquaticum* em água nível baixo d) envasamento com *M. aquaticum* e *N. indica* em água nível alto.

Nas avaliações de área foliar, foram tomadas medidas de comprimento e de largura da maior folha ativa de cada vaso. A área foliar foi calculada indiretamente, já que a retirada de folhas afetaria a produção de flores. O resultado da área foliar foi obtido através da multiplicação do valor da medida de comprimento pelo valor da medida da largura, e o resultado dessa operação foi dividido pelo fator de correção 1,317. O fator de correção foi obtido a partir média de

doze folhas em diferentes estádios de desenvolvimento e de diferentes tratamentos. O cálculo do fator de correção foi realizado pela divisão da área calculada (comprimento x largura) pela real área de recorte das folhas. O somatório da área real de recorte foi realizado através da medição da área ocupada pela folha em papel milimetrado.

O comprimento do maior pecíolo foi medido com régua e o diâmetro do maior pecíolo com paquímetro inoxidável. Estipulou-se para diâmetros menores de 1 mm, o valor de 0,5 mm.

### **3.3.2 Experimento *Myriophyllum aquaticum***

O experimento foi instalado no dia 09 de setembro de 2008, juntamente com o experimento de *N. indica* (Figura 3), e submetido as mesmas condições de luminosidade e variação no nível de água. Foi conduzido em vasos de polietileno utilizados para bonsai com capacidade de 0,7 kg. Os vasos possuíam 22 cm de comprimento, 16 cm de largura e 6 cm de altura. Inicialmente os vasos foram preenchidos com terra até que ficassem com bordas livres de 1,5 à 2,0 cm. De modo que o nível de água alto para esta planta ficou em torno de 26 cm acima do nível do substrato, e o nível de água baixo variou entre 1 cm abaixo do substrato e 1 cm acima do substrato, em função do menor tamanho de vaso. Em cada vaso foi colocado uma estaca, retirada da parte mediana do caule de matrizes coletadas em janeiro de 2008 e que se encontravam depositadas no viveiro. O comprimento das estacas de caule variou entre 9 e 13 cm, com 2 entrenós. As estacas foram plantadas na profundidade de 2 à 3 cm, e recobertas totalmente com o substrato utilizado nos vasos.

As matrizes que originaram as estacas de caule de *M. aquaticum* foram coletadas em Santo Antonio dos Grigolos, em banhado ao lado da foz do Rio Capingüí, no município de Mato Castelhano, em janeiro de 2008. Após a coleta, as macrófitas foram depositadas em canteiros com solo do próprio local de coleta no pavilhão de plantas aquáticas do Cepagro/FAMV/UPF. No dia 09 de setembro de 2008 foram selecionadas 28 estacas, da porção mediana da planta (região do caule localizada entre a parte que emerge do substrato e a parte mais nova da planta), lavadas em água corrente, e transplantadas para vasos do experimento.

Foram realizados registros semanais de crescimento do caule através de medida do seu comprimento. O caule, para essa avaliação, foi definido como o primeiro ramo desenvolvido a partir da estaca original. Foi realizado o registro do número de brotos originários do caule. Foram considerados brotos os ramos jovens de caule em desenvolvimento. O período de acompanhamento foi de 23 de setembro de 2008 até 24 de dezembro de 2008, totalizando 13 períodos de avaliação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados de acordo com as três etapas do estudo.

### 4.1 Caracterização das áreas úmidas e levantamento de macrófitas

Depois de realizada a escolha das áreas (Tabela 1) efetivou-se a visita para coleta das macrófitas. Na visita prévia ao Banhado em Tapejara, não havia sido identificada a presença de gado no local, razão pela qual esta área foi excluída das análises. Entretanto, na data da coleta de macrófitas, percebeu-se que o referido banhado era utilizado para alimentação e deslocamento regular dos animais, mostrando-se bastante pisoteado, apresentando locais com aparência de compactação do solo. Nesse ambiente foi observada a presença de espécies de macrófitas das famílias Cyperaceae e Asteraceae, também foi observada uma espécie de Mayacaceae (*Mayaca sellowiana*). Em função do exposto, este local (área 5) foi retirado das análises.

Na área 1 (rio, após o barramento da Barragem da Fazenda - BF), as macrófitas foram coletadas na margem e no leito do Rio Passo Fundo, totalizando 18 m<sup>2</sup> em parcelas avaliadas. A lâmina de água variou de 5 cm (margem) a 10 cm (centro do rio). Salienta-se que essa é a condição normal do rio nesse local variando somente com a pluviosidade intensa. A correnteza era leve sem formar corredeiras, as margens bem cobertas com densos bancos de macrófitas enraizadas. No centro, também foram observados bancos de macrófitas com

predominância de espécies das famílias Cyperaceae (n = 4) seguidas de Juncaceae (n = 2). A riqueza foi de 9 espécies (Tabela 2 e 3).

Tabela 1 – Caracterização das áreas de coleta, siglas utilizadas e tipo de área de preservação permanente com respectiva descrição

Área	Sítio das APP(s) <sup>1</sup>	Transecto	Características
1/BF	Leito de rio e zona litorânea	18 m	BF: Barragem da Fazenda no Rio Passo Fundo, logo abaixo do barramento (aproximadamente 50 m), início da inundação 2003 término 2004, coleta no leito original do rio. Área com restrição de acesso (gado e para esportes).
2/BM	Varzea de rio	27 m	BM: Barragem do Arroio Miranda, área de extravasão do arroio, antes da barragem. Área localizada entre corredor de árvores e o rio, sujeita alagamento quando ocorre elevada precipitação. Área com restrição de acesso por isolamento.
3/BC1	Nascente <sup>2</sup> no entorno da barragem	19 m	BC1: Barragem do Capingui – Camping do Valdemar, área típica de banhado, apresentou nascentes rasas, formando uma área sujeita a inundações por elevação do nível de água da barragem (barramento em 1956). Área com acesso eventual de gado..
4/BC2	Foz <sup>3</sup> do Rio na Barragem	26 m	BC2: Barragem do Capingui, na foz do Rio Branco, sujeita a alagamento periódico (barramento em 1956). Área com acesso eventual de gado e de pescadores.
5/BT	Banhado <sup>4</sup>	-	BT: Banhado de Tapejara, em propriedade rural, cercado por mata secundária, com área úmida dividida em duas partes por um riacho raso (2-3 m de largura). Área com acesso eventual de gado e antiga cava (40 anos) de argila para olaria artesanal.

1: Área de preservação permanente ao longo de rios, borda de reservatórios artificiais, nascentes intermitentes ou não (Leis 4771/1965, BRASIL, 1965). 2: Nascente: vertente de água superficial; 3 Foz: desembocadura de rio; 4: Banhado: zona de transição entre alagada e terrestre.

Nesta área, uma espécie de Poaceae dominou as margens sendo a única registrada, sua presença foi exclusiva em 6 m da margem direita e 2 da margem esquerda, onde a correnteza ficava mais próxima da barranca do rio mostrando sua preferência por esse ambiente. Todas as outras espécies mostraram baixa frequência de ocorrência e de grau de cobertura nas parcelas (Tabela 3).

A coleta de macrófitas realizada na área 2, a área de preservação permanente da Barragem do Arroio Miranda (BM), foi realizada em 27 parcelas.

Tabela 2 – Identificação e número de tomo no Herbário RSPF das espécies coletadas na BF: Barragem da Fazenda, BM Barragem do arroio Miranda e BC: Barragem do Capingüí Camping Valdemar e foz do Rio Branco, no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do planalto médio do estado do Rio Grande do Sul

Família	Espécie	Ambiente			Nº Tombo
		BF	BM	BC	
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Grieb			x*	11495
APIACEAE	<i>Eryngium sp</i>			x	
BORAGINACEAE	<i>Echium plantagineum</i> L.			x	11498
CALYCERACEAE	<i>Acicarpa spathulata</i> R. Br.		x		11513
CLUSIACEAE	<i>Hypericum brasiliense</i> Choisy			x	11505
COMMELINACEAE	<i>Commelia erecta</i> L.			x	11490
	<i>Cyperus sesquiflocus</i> (Torrey) Mattf & Kiik	x			11506
	<i>Rhynchospora aurea</i> Vahl	x	x	x*	114392 114393
CYPERACEAE	<i>Eleocharis sellowiana</i> Kunth	x		x	11491
	<i>Eleocharis acutangula</i> (Roxb.) Schult	x			11494
	<i>Cyperus lanceolatus</i> Poir.		x		11507
	<i>Cyperus eragrotis</i> Lam		x		11503
HALORACEAE	<i>Myriophyllum aquaticum</i> (Vell.) Verdcourt			x	11496
JUNCACEAE	<i>Juncus sp</i>	x		x	
	<i>Juncus effusus</i> L.	x			11504
LYTHRACEAE	<i>Cuphea calophylla</i> Cham et Schlecht			x	11489
MAYACACEAE	<i>Mayaca sellowiana</i> Kunth			x	11499
MENYANTHACEAE	<i>Nymphoides indica</i> (L.) O. Kuntze			x	
	<i>Ludwigia siricea</i> (Cambess.) Hara	x			11509
	<i>Ludwigia longifolia</i> (DC) Hara		x		11508
ONAGRACEAE	<i>Ludwigia peploides</i> (Kunth) Raven			x	11510
	<i>Ludwigia multinervia</i> (Hoo) (C.) Arn. T. P. Ramamorthy			x*	11497
	<i>Panicum shwackeanum</i> Mez			x	11512
POACEAE	<i>Paspalum cf notatum</i>			x*	
POLYGONACEAE	<i>Polygonum meisnerianum</i> Cham et Schlecht			x	11500
	<i>Polygonum acuminatum</i> HBK			x	11497
PTERIDACEAE	<i>Adiantopsis sp</i>		x		
XYRIDACEAE	<i>Xyris jupicai</i> L. C. Rich	x		x	11502

x\*: espécies registradas na área 4 Barragem do Capingui, na foz do Rio Branco.

Tabela 3 – Relação das espécies por barragem com caracterização das condições de água, cobertura na parcela e forma biológica predominantes avaliadas à campo no período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do planalto médio do estado do Rio Grande do Sul

Espécie	Áreas			Água <sup>1</sup>	Escala Braun Blanquet/ IPGRI <sup>2</sup>	Forma biológica <sup>3</sup>
	1 BF	2 BM	3 e 4 BC			
<i>Acicarpa spathulata</i>		x		SE	2	26
<i>Adiantopsis</i>		x		SE	1	26
<i>Alternanthera philoxeroides</i>			x	A, SE	6, 7	26
Morfoespécie <i>Begoniaceae</i>			x	SE	2	26
<i>Commelia erecta</i>			x	SE	1	26
<i>Cuphea calophylla</i>			x	SE	2	26
<i>Cyperus eragrotis</i>		x		SE	1	26
<i>Cyperus lanceolatus</i>		x		SE	2	26
<i>Cyperus sesquiflocus</i>	x			A	2	26
<i>Echium plantagineum</i>			x	A	3	26
<i>Eleocharis acutangula</i>	x			A	4	26
<i>Eleocharis sellowiana</i>	x		x	SE	3	26
<i>Eryngium sp</i>			x	SE	1	26
<i>Hypericum brasiliense</i>			x	SE	2	26
<i>Juncus effusus</i> L.	x			A, SE	2,3	26
<i>Juncus sp</i>	x		x	A, SE	2	26
<i>Ludwigia longifolia</i>		x		SE	1	26
<i>Ludwigia multinervia</i>			x	SE	3	26
<i>Ludwigia peploides</i>			x	SE	2	26
<i>Ludwigia siricea</i>	x			SE	2	26
<i>Mayaca sellowiana</i>			x	SE	2	26
<i>Myriophyllum aquaticum</i>			x	A, SE	2	24
<i>Nymphoides indica</i>			x	SE	2	22
<i>Panicum shwackeanum</i>			x	SE	2	26
<i>Paspalum cf notatum</i>			x	SE	3	26
Morfoespécie <i>Poaceae</i> sp1	x		x	SE	7	26
Morfoespécie <i>Poaceae</i> sp2			x	SE	2	26
Morfoespécie <i>Poaceae</i> sp3			x	SE	2	26
<i>Polygonum acuminatum</i>			x	SE	3	26
<i>Polygonum meisnerianum</i>			x	A, SE	2,3	26
<i>Rhynchospora aurea</i>	x	x	x	A, SE LA	2, 3, 4	26
Morfoespécie <i>Verbenaceae</i>		x	x	SE	2, 5	26
<i>Xyris jupicai</i>	x		x	A,SE,	2,3	26

1: SE= solo encharcado, A=alagado, LA=lâmina d'água

2: 1 = solitário; 2 = menos1%, 3 = 1 à 5%, 4 = 5 à 25%, 5 = 25 à 50%, 6 = de 50%, 7 = absoluta

3: 22 = enraizada com folhas flutuantes, 24 = enraizada folhas emergentes, 26 anfíbia resistente á seca

O solo se apresentou muito mal drenado e embora fosse um período muito quente, havia presença de lâmina d'água acima do solo. A vegetação da área mostrou-se fisionomicamente homogênea, sendo encontrada a Cyperaceae *Rhynchospora aurea* e uma Verbenaceae (com cobertura entre 25 e 50% das parcelas avaliadas – Tabela 3), em todos os quadrantes avaliados. Segundo entrevistas, esta área teria menor impacto antrópico, pois não foram relatados usos anteriores. A área era isolada, como dito anteriormente, por um conjunto de árvores de grande porte, o que criou a expectativa de registro de maior número de espécies, fato que não ocorreu possivelmente isto esteja vinculado ao uso de agroquímicos das lavouras próximas e a usos agrícolas passados. Esta área denominada de Barragem do Arroio Miranda apresentou pequeno número de espécies (n = 6). Na Tabela 2 são apresentadas 8 espécies identificadas a nível específico, a espécie de Poacea está incluída na Tabela 3.

Na Barragem do Capingüí (BC), optou-se por agrupar as duas áreas na Tabela 2, pois na área 4, foz do Rio Branco três espécies foram comuns às espécies da área 3 (nas áreas de nascente, local denominado Camping do Valdemar), sendo exceção a espécie *Paspalum cf notatum*, que só foi registrada na foz do Rio Branco (Tabela 2). Nesta área 4, na Barragem do Capingüí, foz do Rio Branco, foram avaliadas 26 parcelas, da margem em direção à área alagada. O transecto iniciou em solo encharcado e finalizou em área alagada (Tabela 3). A profundidade máxima foi de 49 cm. A área é bastante plana, permanecendo em períodos de maior pluviosidade completamente submersa, sendo esse um critério diferencial na sua escolha. Esta área, da mesma forma que na área 2, da Barragem do

Arroio Miranda, mostrou-se bastante homogênea fisionômica, mas com vegetação de menor porte que a anterior (Figura 4). Entre as quatro espécies registradas foi predominante a Amaranthaceae *Alternanthera philoxeroides* com sua presença registrada em todas as parcelas de coleta (Figura 4). Na área 4, Barragem do Capingüí, foz do Rio Branco, foi registrada a menor riqueza.



Figura 4 – Transecto realizado na área 4, Barragem do Capingüí, foz do Rio Branco.

Nos diferentes locais de coleta de macrófitas foram registrados 33 táxons, representando 19 famílias. As macrófitas identificadas em nível específico são apresentadas na Tabela 2. Além destas relacionadas nesta tabela, foram coletadas 5 espécies identificadas em nível supra genérico sendo três Poaceae (área 1, BF e 3, BC1), uma Verbenaceae (área 2, BM) e uma Begoniaceae (área 3,

BC1), seno que estas foram adicionadas a Tabela 3. As espécies não identificadas já haviam florescido e apresentaram ausência de estruturas necessárias para identificação.

A presença concomitante em duas áreas ocorreu com: *Alternanthera philoxeroides* (área 3 e 4, BC), *Eleocharis sellowiana* (área 1, BF, área 3, BC), *Juncus sp* (área 1, BF, área 3, BC), espécie de Verbenaceae (área 1, BM e área 3, BC), e *Xyris jupicai* (área 1, BF, área 3, BC), podendo ser vista na Tabela 2 e no texto. *Rhynchospora aurea* foi registrada nos quatro ambientes estudados, sendo comumente indicada como uma planta invasora em lavouras de cultivo anual, assim como outras da família Cyperaceae. Por outro lado, as espécies desta família, foram registradas nos bancos de macrófitas observados no leito do rio Passo Fundo (Figura 1 a), com grau de cobertura individual baixo nas parcelas, agregando formando um importante na retenção de sedimentos e redução da velocidade da correnteza, formando agregados de macrófitas de beleza singular. *Alternanthera philoxeroides* e a espécie de Verbenaceae foram as que apresentaram maior valor na escala de grau de cobertura (Tabela 3). As duas espécies foram registradas como dominantes nos ambientes com menor riqueza. Mas também estiveram presentes na área 3 (Barragem do Capingüí – Camping Valdemar) com graus de cobertura muito baixos (com menos de 1% e com entre 1 e 5% de cobertura de parcela).

O número reduzido de espécies nas áreas da Barragem da Fazenda e da Barragem do Miranda (Tabela 2) pode sugerir que outros fatores como dispersão, pressão antrópica, tempo de

colonização, competição, tamanho da APP estejam restringindo a diversificação de espécies.

A maior parte das espécies apresentou baixo grau de cobertura. Observou-se que quanto mais heterogêneo o ambiente (quanto maior a diversidade de habitats) maior a riqueza de espécies, sendo este um indicativo importante para preservação destas áreas de APP e da riqueza em plantas aquáticas que nelas se desenvolvem. O local com pressão aparentemente menor foi na área 1, na barragem da Fazenda, BF.

As espécies encontradas foram registradas em trabalhos similares, já realizados (PIVARI et al., 2008; THOMAZ et al., 2009; MEYER, & FRANCESCHINELLI, 2010; ROLON et al., 2011; POTT et al., 2011). Os trabalhos citados utilizaram metodologias e áreas de coleta diferenciadas, também registraram maior riqueza do que a apresentada nesse estudo. A família Cyperaceae que apresentou maior número de espécies, nas quatro áreas de coleta também é citada nos trabalhos acima entre as quatro famílias de registro de ocorrência mais comum.

Os registros de macrófitas a campo foi realizado de acordo com o encontrado no Apêndice 1. Este registro, além do que já foi discutido também teve como objetivo subsidiar decisões sobre a condução dos experimentos em viveiro. No registro de campo sobre as características das macrófitas, quando surgiram dúvidas, sempre se optou por aquela cuja avaliação mais se aproximava do aspecto geral da planta. Entre as macrófitas coletadas, ocorreu predomínio de ervas (algumas cespitosas – Cyperaceae), enraizadas no substrato, tipo anfíbias tolerantes a seca, com maior ocorrência de tipo de

distribuição irregular nas parcelas. A distribuição irregular foi excessão para *Alternanthera philoxeroides* que foi caracterizada como grupo regular em parcelas avaliadas na área 4 (Barragem do Capingüí - foz do Rio Branco), e para a Verbenaceae que foi caracterizada como distribuição regular (Tabela 3). Em relação à água o solo encharcado foi o mais comum (Tabela 3). O solo foi classificado, à campo, como sendo entre argiloso e orgânico. Nas plantas não foram registradas doenças ou pragas e a exposição destas foi a pleno sol.

Certamente espécies com maior tolerância a variação do nível de água como as espécies anfíbias são favorecidas, nos banhados da região, já que em todos os ambientes havia indícios, de eventuais, usos anteriores tais como uso para agricultura, para forrageamento de animais de pequeno e grande porte. Estes usos das APPs, mesmo que eventuais, vão de encontro a legislação ambiental protetiva que está em vigor - Lei do Código Florestal (BRASIL, 1965). A lei descreve no artigo 1, parágrafo 2, inciso II que área de preservação permanente é uma área protegida, nos termos dos arts. 2º e 3º da mesma, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Na Tabela 4 constam os resultados de análises com as propriedades químicas dos solos onde foram coletadas as macrófitas. Os resultados evidenciam elevado teor de matéria orgânica nas áreas 2 – BM, Barragem do arroio Miranda e área 3 - BC, na Barragem do Capingüí - camping Valdemar, que foram os ambientes característicos de banhado. Destaca-se também que os altos teores de manganês (Mn)

constatado em todas as amostras, estão relacionados com solos com baixa disponibilidade de oxigênio e com o material de origem.

Tabela 4 – Resultados da análise de solo\* dos ambientes BM: Barragem do Arroio Miranda, BF1: Barragem da Fazenda margem, BF2: Barragem da Fazenda leito/água corrente, BC1: Barragem do Capingüí (Camping Valdemar), BC2: Barragem do Capingüí (foz rio Branco); Período de dezembro de 2007 a janeiro de 2008, na região do Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul

Área	Arg	pH	Ind SMP	P	K	M.O.	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação			S	Micronutrientes			
												Base	Al	K		B	Mn	Zn	Cu
	(%)			mg dm <sup>-3</sup>		(%)			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			(%)				mg dm <sup>-3</sup>			
<b>BM</b>	53	4,6	4,4	24	53	>6,7	3,6	1,1	0,5	27,4	29,1	0,6	68	0,5	32	0,5	76	9,1	7,3
<b>BF1</b>	30	5,3	6,0	17	98	1,8	0,4	1,5	0,7	4,4	6,8	36	14	3,7	27	0,2	113	2,0	5,5
<b>BF2</b>	23	5,0	5,8	19	45	1,8	0,6	1,1	0,5	5,5	7,2	23	26	1,6	25	0,6	115	3,6	2,7
<b>BC1</b>	40	4,7	4,9	12	102	6,4	1,4	3,1	1,1	15,4	19,8	22	24	1,3	32	0,5	76	9,1	7,3
<b>BC2</b>	38	4,8	4,9	6	65	2,8	2,7	1,8	0,5	15,4	17,9	14	52	0,9	22	0,4	83	9,6	6,8

\* Laboratório de solos, plantas, adubos e defensivos FAMV /UPF

Após a coleta das macrófitas, do solo e da avaliação a campo do potencial ornamental das macrófitas, como descrito na metodologia, estas foram conduzidas ao pavilhão de Plantas Aquáticas da UPF e acompanhadas em seu desenvolvimento posterior.

No campo, cinco espécies se destacaram com maiores pontuações pela tabela de Chamas e Mattes (2000): *Ludwigia multinervia* (35 pontos), *Mayaca sellowiana* (30 pontos), *Myriophyllum aquaticum* (25 pontos), *Nymphoides indica* (30 pontos) e *Xyris jupicai* (40 pontos) (Figura 5). O Índice Composto de Potencial Ornamental de Espécies Tropicais proposto por Chamas e Mattes (2000) foi organizado para espécies terrestres. A metodologia proposta pelos autores e contempla aspectos que não puderam ser avaliados à campo como duração do período de floração e duração e tipo de frutificação, atração de polinizadores, fornecimento de

alimento a fauna e originalidade. Além disso, Chamas e Mattes (2000) propõe para o índice avaliação da originalidade, item que não foi possível avaliar no campo. Provavelmente por isso as pontuações foram todas abaixo de 50 pontos. Isso não descaracterizou a importância dessa avaliação á campo, já que foram selecionadas mais plantas para um segundo momento de avaliação. Na Figura 5 podem ser visualizadas três espécies das espécies selecionadas.



Figura 5 – *Ludwigia multinervia* (a), *Xyris jupicai* (b), *Mayaca sellowiana* (c)

#### 4.2 Aclimação e seleção de macrófitas para avaliação da produção hortícola

Durante o período de aclimação ocorreram diferentes eventos com algumas plantas. Nos primeiros dias de observação *L. peploides*, *M. sellowiana*, *X. jupicai*, cessaram a produção de flores. *L. peploides*, após 20 dias no pavilhão, desfoliou e não se desenvolveu. *M. sellowiana* reduziu o tamanho da touceira após 35 dias, mas não a altura de planta. *X. jupicai* após 30 dias secou totalmente. Estas situações não ocorreram com *N. indica* e *M. aquaticum*, que aparentemente foram favorecidas neste ambiente. *N. indica* continuou a floração e *M. aquaticum* permaneceu alongando caule.

Após dois meses de aclimação, no Viveiro de Plantas Aquáticas, foi novamente aplicado o instrumento de avaliação de Chamas & Mattes, (2000). *N. indica* e *M. aquaticum* mantiveram a

pontuação, as outras três espécies reduziram sua pontuação. Sendo esta a razão da escolha e *N. indica* e *M. aquaticum* para caracterização do seu potencial ornamental e avaliação da produção hortícola no Pavilhão de Plantas Aquáticas do Cepagro, de forma a conciliar seus potenciais ornamentais e hortícolas.

De acordo com Irgang & Gastal, (1996), Pott & Pott, (2000), Lacoul & Freedman, (2006), Palma-Silva (2008), o período de germinação e ou desenvolvimento inicial da maioria das macrófitas se dá na primavera, preferencialmente, e no início do verão. Assim considerando a literatura e a partir das observações a campo, do acompanhamento das espécies no viveiro de plantas aquáticas definiu-se pela instalação do experimento com *N. indica* e *M. aquaticum* no início de setembro.

No início de setembro/2008 o solo disponibilizado pelo Viveiro de Mudas foi homogeneizado e rizomas de *N. indica* e estacas de caule de *M. aquaticum* foram envasadas. O experimento foi instalado no dia 09/09/2008 como relata a metodologia.

Os resultados da análise do solo utilizado como substrato, realizada antes do envasamento das plantas, constam na Tabela 5. Os mesmos evidenciam um solo muito argiloso, com elevada acidez, baixo teor de matéria orgânica, baixo teor de fósforo, baixo teor de potássio e alta CTC (Tabela 5). Após dois anos de envasamento as propriedades químicas e a textura sofreram modificações, tanto no substrato utilizado nos vasos submetidos ao nível baixo d'água (ANB), quanto ao nível alto (ANA).

A pluviosidade no período de 09/09/2008 à 05/04/2009 foi de 996,2 mm. Neste período a temperatura média foi de 20,5° C, com

média da mínima de 15,8° C e da máxima de 27,1° C. O número de horas de insolação foi de 1.387 h com média de 7,3 h dia<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2011).

Tabela 5 – Resultados da análise do solo\* utilizado no experimento em 2008 e do mesmo solo, em 2011 submetido ao tratamento de água nível baixo (ANB) e água nível alto (ANA)

SOLO	Arg	pH	Ind. SMP	P	K	M.O.	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC	Saturação			S	Micronutrientes			
												Base	Al	K		B	Mn	Zn	Cu
	(%)			mg dm <sup>-3</sup>		(%)			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			(%)			mg dm <sup>-3</sup>				
2008	70	4,7	4,8	3,0	45	1,4	3,6	0,6	0,5	17,3	18,5	07	74	0,6	11	0,7	29	1,3	3,0
ANB 2011	43,3	6,1	6,2	26,2	49	2,8	0,0	7,1	1,9	3,5	12,5	72	0	1,0	9,0	0,4	21,7	9,6	4,51
ANA 2011	31,3	5,5	5,6	4,7	81	3,4	0,0	4,8	1,8	6,9	13,7	50	0	1,5	9,0	0,4	40,3	6,41	16,0

\* Laboratório de solos, plantas, adubos e defensivos FAMV /UPF

A relação entre número de dias de avaliação, data da coleta dos dados e organização do experimento no Pavilhão de Aquáticas do Cepagro estão apresentadas no Apêndice 3 e na Figura 6.



Figura 6 – Visão parcial dos tanques do Cepagro com experimentos de *M. aquaticum* nos vasos menores e *N. indica* nos vasos maiores. No primeiro tanque a visão do tratamento água nível baixo (ANB), e no segundo tanque com água nível alto (ANA), mostrando parte do experimento a pleno sol

#### 4. 3 Experimento *Nymphoides indica*

Os resultados da análise de variância dos dados avaliados, em *N. indica*, durante o período de 23/09/2008 à 20/01/2009 indicaram que houve interação tripla entre os tratamentos nível de água, luminosidade e número de dias de avaliação (Tabela 6). Os tratamentos resultaram em efeitos sobre as variáveis respostas: número de folhas, área foliar, comprimento de pecíolo e diâmetro de pecíolo.

Tabela 6 – Análise de variância para as características número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento de pecíolo (CP) e diâmetro de pecíolo (DP) em *N. indica* submetida à nível de água baixo e alto, a pleno sol e sombreado a 50%, no período de 23/09/2008 à 20/01/2009 em 15 avaliações

Fontes de variação	Quadrado Médio				
	GL	NF	AF	CP	DP
N dias (N.D.)	14	451,80**	3.247,43**	1.511,54**	15,10**
N água (N.A.)	1	377,53**	35.918,05**	28.227,68**	23,24**
Luminosidade (Lum.)	1	1.761,77* *	208,58*	186,67**	9,63**
N.D. x N.A.	1	52,94**	1.264,85**	908,24**	1,25**
N.D. x Lum.	14	108,89**	69,42 *	7,87	1,16**
N.A. x Lum.	14	80,78*	1.101,95**	315,12**	2,95**
N.D. x N.A. x Lum.	14	40,89**	361,11**	49,91**	0,75**
Erro	360	17,50	40,52	11,97	0,20
Total	419				
Média geral		10,35	20,38 cm <sup>2</sup>	12,29 cm	1,69 mm
CV %		40,43	31,24	28,15	26,21

N dias: número de dias que o experimento foi avaliado no período, N água: níveis de água alto e baixo, luminosidade a pleno sol e sombreado. \* p = 0,05  
\*\* p = 0,01

### 4.3.1 Número de folhas

O resultado da análise de variância do número de folhas (Apêndice 4) mostrou interação entre todos os tratamentos avaliados. O total de folhas produzidas no tratamento ANB foi de 1973 ( $9,4 \pm 6,9$ ) e no tratamento ANA foi de 2372 ( $11,3 \pm 5,8$ ).

O maior número de folhas/rizoma foi de 32, registrado no tratamento ANBSS. O número de folhas nas plantas submetidas ao ANBSOL se comportou de maneira similar ao daquelas submetidas ao ANBSS até o 51º dia de avaliação (Tabela 7). Após esse período houve menor número de folhas nas plantas em ANBSS, possivelmente devido a dificuldade das plantas em emitir/manter folhas em ambientes sombreados e com ausência de coluna de água recobrimdo seu rizoma. Estes resultados são semelhantes às observações de Pott & Pott, (2000), que registraram a presença de *N. indica* no Pantanal crescendo em ambientes expostos ao sol, com grande desenvolvimento na primavera e verão. Richards et al. (2011) trabalhando com mesocosmos (sistemas abertos mas controlados) encontraram para *Nymphaea odorata*, submetidas a 30, 60 e 90cm de lâmina de água, uma variação de 1 a 74 folhas por unidade de rizoma ( $21 \pm 16$ ), em 13 meses de avaliação. A espécie é de outra família, e possui mesma forma biológica de *N. indica*.

Da mesma forma, ocorreu menor número de folhas nas plantas submetidas ao tratamento ANASS quando confrontados com os resultados obtidos em ANASOL. Podem-se constatar diferenças aos 57, 64, 72, e 79 dias após a primeira avaliação (Tabela 7). Assim, no nível de água alto a diferença no número de folhas ocorreu em

menor período de tempo (57 à 79 dias), quando comparado com os tratamentos ANBSOL x ANBSS (57 à 106 dias).

Tabela 7 – Número de folhas de *N. indica* submetida a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N. dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS
1	3,57 A	6,00 A	3,86 A	2,57 A
8	3,29 A	3,86 A	4,71 A	3,29 A
15	4,14 A	4,43 A	6,14 A	4,14 A
22	6,71 A	6,00 A	6,14 A	4,14 A
29	8,29 A	7,00 A	11,14 A	8,43 A
38	11,29 A	10,00 A	12,57 A	10,14 A
44	13,43 A	11,14 A	12,86 A	12,00 A
51	14,57 A	11,86 A	16,00 A	13,14 A
57	14,43 A	4,86 B	17,29 A	12,86 B
64	17,86 A	4,29 B	21,43 A	13,00 B
72	20,14 A	5,43 B	22,29 A	15,43 B
79	17,29 A	6,00 B	21,29 A	13,00 B
93	16,43 A	4,57 B	10,71 A	9,71 A
106	17,14 A	7,71 B	11,71 A	11,43 A
120	9,71 A	10,54 A	15,43 A	12,00 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASOL = água nível alto pleno sol, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Quando comparados os resultados obtidos em ANBSOL com aqueles resultados obtidos em ANASOL, somente ocorreu diferença nas três últimas avaliações (93, 106 e 120 dias) (Tabela 8). Já os resultados obtidos em ANBSS diferiram daqueles obtidos em ANASS dos 57 aos 93 dias (Tabela 7), evidenciando maior efeito do nível da lâmina d'água sobre esta variável, especialmente quando submetidas à restrição da radiação.

Tabela 8 – Número de folhas de *N. indica* submetida a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N. dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS
1	3,57 A	3,86 A	6,00 A	2,57 A
8	3,29 A	4,71 A	3,86 A	3,29 A
15	4,14 A	6,14 A	4,43 A	4,14 A
22	6,71 A	6,14 A	6,00 A	4,14 A
29	8,29 A	11,14 A	7,00 A	8,43 A
38	11,29 A	12,57 A	10,00 A	10,14 A
44	13,43 A	12,86 A	11,14 A	12,00 A
51	14,57 A	16,00 A	11,86 A	13,14 A
57	14,43 A	17,29 A	4,86 B	12,86 A
64	17,86 A	21,43 A	4,29 B	13,00 A
72	20,14 A	22,29 A	5,43 B	15,43 A
79	17,29 A	21,29 A	6,00 B	13,00 A
93	16,43 A	10,71 B	4,57 B	9,71 A
106	17,14 A	11,71 B	7,71 A	11,43 A
120	9,71 B	15,43 A	10,54 A	12,00 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANASOL = água nível alto pleno sol, ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey

A análise de variância da regressão do tratamento ANBSS resultou não significativa ( $p = 0,768$ ), e a equação proposta pelo modelo resultou em baixo coeficiente de determinação (Figura 7). Na mesma figura podem ser visualizadas as linhas de tendência resultantes das médias.

Nas curvas de resposta à cada um dos tratamentos (Figura 8) verificaram-se valores adequados de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) nas equações obtidas com o número de folhas em ANASOL ( $p = 0,010$ ), ANASS ( $p = 0,001$ ) e ANBSOL ( $p = 0,001$ ). O período de maior emissão/manutenção de folhas ocorreu nos primeiros 57 dias

após o início das avaliações, reduzindo de forma abrupta na fase final de avaliação, após os 79 dias.

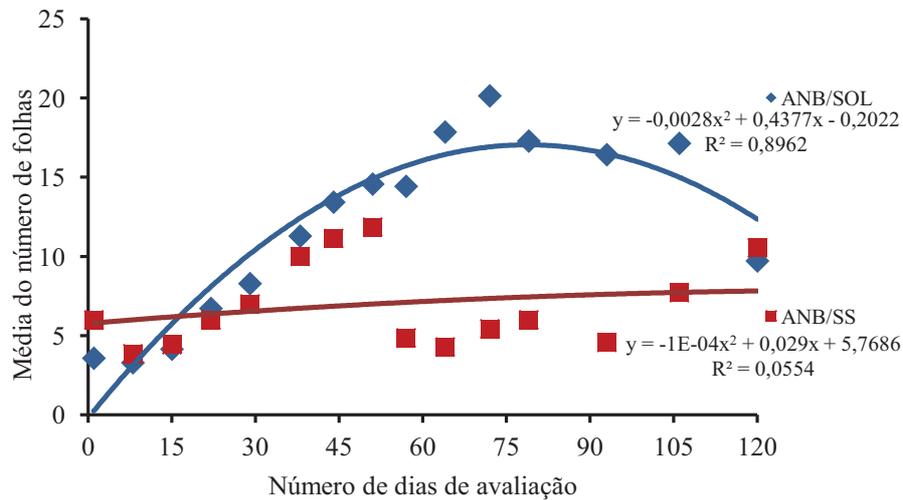


Figura 7 – Número de folhas de *N. indica* em água nível baixo sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

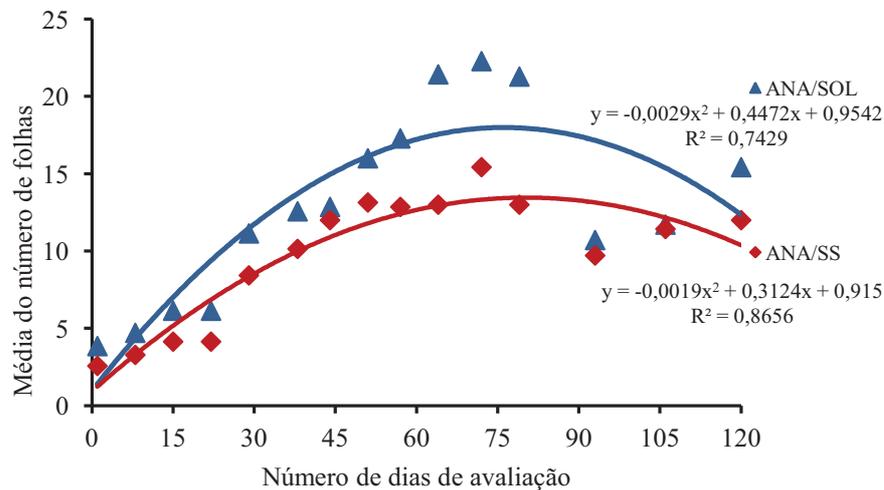


Figura 8 – Número de folhas de *N. indica* em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

O número de folhas constitui um indicador importante para a organização do uso do espaço, tanto para produção como para o planejamento de jardim aquático. O sombreamento pode ser causado pelo adensamento de folhas da mesma espécie e de outras espécies, já que em jardins trabalha-se com diversidade de plantas e ambientes. Também para recobrimento de áreas úmidas e em projetos de recuperação ambiental, esta característica permite influenciar na criação de microclimas para a continuidade do enriquecimento biológico (locais para proteção e sombra para peixes, etc.).

Em estudo experimental, com 50 dias de duração, Yu & Yu, (2010) registraram que em 10 dias a *N. peltata* aumentou em seis vezes o número de folhas novas. Os autores mantiveram constante o nível de água em 50cm e tratamento com elevado quantidade de nutrientes ( $67,38\text{g N m}^{-2}\text{ ano}^{-1}$ ) x baixa quantidade de nutrientes ( $5,61\text{g N m}^{-2}\text{ ano}^{-1}$ ). Esta condição supõe grande plasticidade das plantas na resposta a adição de nutrientes. Esta pode ser a situação de ambientes com elevado tempo de residência de água como em lagos, lagoas e jardins aquáticos, e em especial as áreas úmidas. De outro modo, Darbyshire & Francis (2008) em revisão sobre *N. peltata* referem autores que afirmam da impossibilidade resposta rápida a modificações extremas no nível de água o que se contrapõe aos dados de Yu & Yu (2010). Os resultados, do aumento do número de folhas de *N. indica* neste trabalho, não indicam resposta tão rápida quanto a encontrada em *N. peltata* que é considerada uma invasora (GLOBAL... 2005). *N. indica* atingiu o máximo de emissão de folhas cerca de 60 dias após a primeira avaliação.

No tratamento ANB, ausência de folhas ocorreram em diferentes momentos como pode ser visualizado na Figura 9. Foram detectados nesse tratamento folhas consumidas pela lagarta polífaga *Spodoptera cosmioides* (Walker;1858), (Lepidoptera: Noctuidae), que normalmente ocorre em baixas densidades em culturas como soja, feijão, algodão, sorgo e milho (SANTOS et al, 2003). A lagarta é apresentada na Figura 10. Em um menor número folhas e principalmente pecíolos foi constatada a ocorrência de uma espécie de pulgão. Também foi constatada a ocorrência de folhas amareladas, com sintomas de virose ou deficiência nutricional. Os danos causados pelos agentes citados ocorreram de forma aleatória durante todo período de avaliação do experimento. No período de 30/10/2008 à 09/12/2008, em ANBSOL e ANBSS, os eventos foram concomitantes, resultando em maior variação no número de folhas por rizoma e aparência pouco saudável das folhas, em especial nas folhas de ANBSS. Este período coincidiu, em parte, com o início da floração (12/11/08).

Em contrapartida, com nível alto de alagamento, todas as repetições apresentaram folhas, vistosas e com aparência saudável, mostrando a adaptação à ambientes com nível de água acima do rizoma da planta.

As plantas aquáticas desenvolveram estratégias para obtenção de nutrientes da água ou do sedimento (LACOUL & FREEDMAN, 2006; JACKSON et al, 2009). A nutrição mineral está associada a efeitos secundários sobre o ataque de pragas e doenças (SILVA et al, 2005). Pode-se supor que uma associação entre não alagamento, condições nutricionais menos adequadas ou, ainda, a

produção de metabolitos secundários, com efeitos alelopáticos, tenha desfavorecido as plantas que foram submetidas ao baixo nível de água, em especial aquelas que estiveram em condições sombreadas.



Figura 9 – Danos causados por *Spodoptera cosmioides*



Figura 10 – *Spodoptera cosmioides* (Walker;1858)

### 4.3.2 Área foliar

Da mesma forma que o verificado com o número de folhas, houve interação entre todos os tratamentos avaliados (Apêndice 5). Os resultados da área foliar, quando comparados os tratamentos ANBSOL e ANBSS (Tabela 9) mostraram diferenças a partir dos 64 dias de avaliação. O tratamento ANBSS resultou em menores valores médios de área foliar por vaso, em relação ao tratamento ANBSOL, novamente revelando a resposta menos favorável do sombreamento. Na comparação de ANASOL x ANASS as diferenças foram constatadas a partir dos 79 dias, sendo menores em ANASOL (Tabela 9).

Verificou-se que quatro semanas após o início do período de floração, houve diferença de área foliar entre os tratamentos ANASOL x ANASS, caracterizando um maior efeito da luminosidade sobre esta variável, neste período. O período coincide com o incremento da floração (Figura 18), supondo que nesse momento ocorra maior alocação de fotossintatos para produção de estruturas reprodutivas (TAIZ & ZIEGER, 2009). Assim, quando sombreadas as plantas continuam investindo energia em estrutura vegetativa.

Comparando-se a área foliar de ANBSOL x ANASOL percebe-se que no tratamento ANASOL as folhas apresentaram valores médios de área foliar maior já a partir dos 29 dias após o início das avaliações (Tabela 10). Comportamento idêntico ocorreu quando comparados os resultados obtidos em ANBSS X ANASS, sendo os valores médios de maior magnitude verificados em ANASS. Assim, fica evidente também o efeito do nível d'água sobre esta variável resposta, sendo que o nível d'água alto é mais indicado quando se tem

por objetivo a obtenção de maior cobertura. Quando comparadas as variáveis número de folhas e a área foliar, pode-se constatar que a última diferiu mais cedo, mantendo a diferença até o final.

Tabela 9 – Área foliar em cm<sup>2</sup> de *N. indica* submetida a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS
1	0,41 A	0,83 A	3,19 A	1,67 A
8	2,41 A	4,26 A	5,22 A	2,43 A
15	3,58 A	6,55 A	6,14 A	6,95 A
22	6,12 A	8,76 A	6,14 A	6,95 A
29	13,24 A	16,96 A	30,33 A	24,55 A
38	10,22 A	14,21 A	26,59 A	25,44 A
44	13,99 A	14,65 A	33,20 A	29,90 A
51	18,31 A	19,35 A	40,39 A	36,43 A
57	13,58 A	6,97 A	35,53 A	31,52 A
64	17,17 A	6,88 B	37,78 A	32,29 A
72	20,94 A	8,21 B	39,85 A	39,87 A
79	17,87 A	3,60 B	37,49 B	47,01 A
93	23,85 A	6,18 B	42,95 B	58,06 A
106	22,01 A	5,86 B	43,00 B	55,58 A
120	18,09 A	8,79 B	42,82 B	59,40 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASOL = água nível alto pleno sol, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

As curvas de respostas (regressão) aos tratamentos ANBSOL e ANBSS podem ser visualizadas na Figura 11 Verificou-se que no nível d'água baixo a pleno sol a equação de regressão resultou significativa ( $p = 0,001$ ) com um adequado valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o modelo gerado. Já quando com restrição a luminosidade houve efeito significativo ( $p = 0,001$ ), no entanto o modelo gerado resultou com baixo coeficiente de determinação

(Figura 11). A linha de tendência do modelo evidencia que o aumento de área foliar em ANBSOL ocorreu até os 100 dias, declinando após este período.

Tabela 10 – Área foliar em  $\text{cm}^2$  de *N. indica* submetida a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS
1	0,41 A	3,19 A	0,83 A	1,67 A
8	2,41 A	5,22 A	4,26 A	2,43 A
15	3,58 A	6,14 A	6,55 A	6,95 A
22	6,12 A	6,14 A	8,76 A	6,95 A
29	13,24 B	30,33 A	16,96 B	24,55 A
38	10,22 B	26,59 A	14,21 B	25,44 A
44	13,99 B	33,20 A	14,65 B	29,90 A
51	18,31 B	40,39 A	19,35 B	36,43 A
57	13,58 B	35,53 A	6,97 B	31,52 A
64	17,17 B	37,78 A	6,88 B	32,29 A
72	20,94 B	39,85 A	8,21 B	39,87 A
79	17,87 B	37,49 A	3,60 B	47,01 A
93	23,85 B	42,95 A	6,18 B	58,06 A
106	22,01 B	43,00 A	5,86 B	55,58 A
120	18,09 B	42,82 A	8,79 B	59,40 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANASOL = água nível alto pleno sol, ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey

Nos tratamentos ANASOL e ANASS (Figura 12) as curvas de regressão resultaram significativas ( $p = 0,001$ ). Ambos os modelos gerados resultaram com adequada capacidade preditiva ( $R^2$ ). No entanto, o modelo gerado em ANASOL resultou quadrático enquanto em ANASS resultou linear.

Em ANASOL o modelo evidencia a estabilização da área foliar concomitante ao florescimento mais intenso, devido a maior

alocação de fotossintatos para estruturas reprodutivas, conforme discutido anteriormente.

Observa-se em ANASS a tendência linear de aumento da área foliar indicando que as folhas continuariam aumentando seu crescimento, o que não pode ser confirmado devido ao término das avaliações.

Destaque-se que nos ambientes regionais onde a espécie foi observada, visualmente a área foliar se apresentou menor do que a verificada nesse experimento.

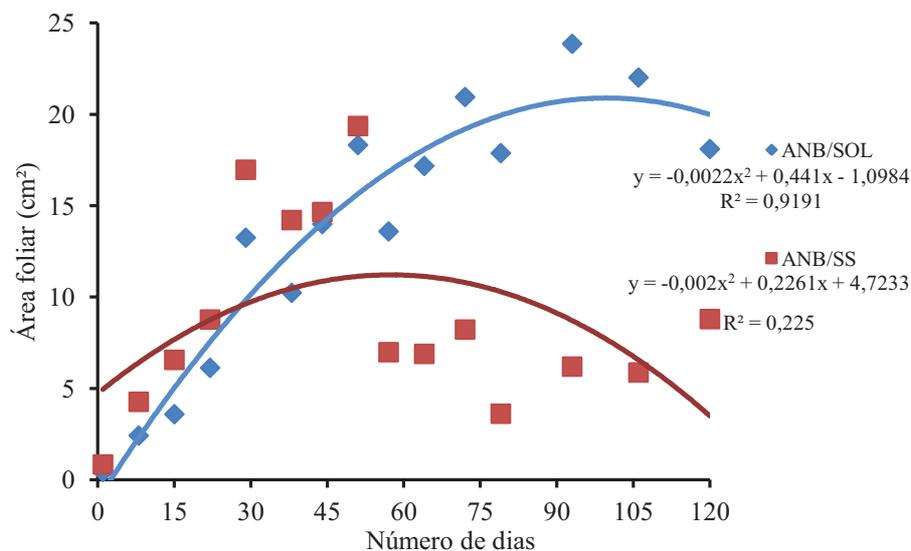


Figura 11 – Área foliar em  $\text{cm}^2$  de *N. Indica* em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Nesse experimento a área foliar nos tratamentos ANBSOL (Figura 11) e ANASOL (Figura 12) atingiu o valor máximo no final da primavera e início do verão, 100 e 96 dias após o início das avaliações, respectivamente. Palma-Silva (2008), avaliando biomassa

de folha e pecíolo de *N. indica* (g de MS m<sup>-2</sup>), em ambiente natural no município de Rio Grande (RS), obtiveram máxima produtividade em outubro e novembro (somente primavera). Nas macrófitas em geral a combinação adequada de temperatura e luminosidade propiciam aumento na capacidade de absorção de nutrientes (PETRUCIO & ESTEVES, 2000; POTT & POTT, 2000 LACOUL & FREEDMAN, 2006; PALMA-SILVA, 2008). Além disso, outros fatores são determinantes na aquisição de nutrientes, tais como, a velocidade de alagamento e a profundidade da coluna d'água, que variam muito em ambientes naturais (LACOUL & FREEDMAN, 2006). Como as folhas de *N. indica* no tratamento ANASS continuaram aumentando área foliar, descarta-se a idéia de restrição de nutrientes, reforçando a hipótese de que a menor floração é o fator que poderia estar influenciando a tendência de aumento de área foliar.

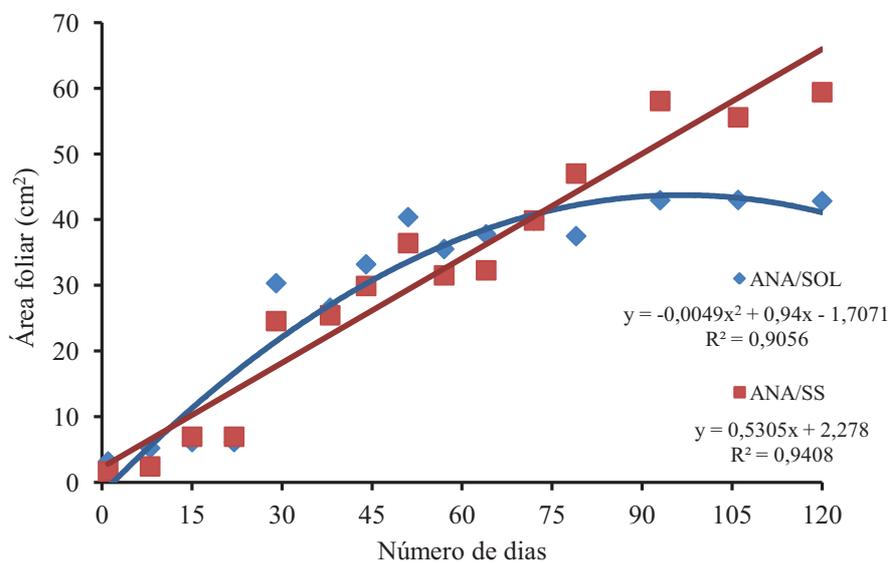


Figura 12 – Área foliar em cm<sup>2</sup> de *N. indica* em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

A variação da área foliar de *N. indica* ao longo do período avaliado demonstrou forte resposta adaptativa, indicando que a presença de sol poderia compensar, em parte, o baixo nível de água. Na ausência de sol e com alto nível d'água as plantas tendem a fazer mais investimento em área foliar.

O maior desafio das plantas no processo de alagamento é restrição de gases e de luz (PIERINI & THOMAZ, 2004; MUKHOPADHYAY & DEWANJI, 2005; JAMES, 2008, COLMER & VOESENEK, 2009). As modificações necessárias para superar o alagamento, no caso de *N. indica*, relacionam-se com o aumento de área fotossinteticamente ativa, para responder a demanda de energia alocada no alongamento de caules e pecíolos. Este alongamento visa à manutenção de folhas flutuantes.

Pode-se supor que o aumento da capacidade fotossintética se deu pelo aumento do número de folhas e da área foliar. A área foliar constitui-se numa medida de integração da capacidade de alocação de fotossintatos (PAILLISSON & MARION, 2006). Richards et al. (2010) em *N. odorata* encontraram correlação entre área foliar e biomassa reforçando esta afirmação.

Nas macrófitas em geral, variações no nível de água ao longo do ciclo de vida da planta, causam stresse que podem gerar respostas positivas (DEEGAN et al., 2007; BUSH et al., 2004). Para tanto é necessário que o tempo de alagamento seja suficiente para a manifestação de respostas geneticamente estabelecidas, desencadeadas por um conjunto de reações sinalizadas pelo hormônio etileno e alguns peróxidos (MÜHLENBOCK et al., 2007; PARLANTI et al., 2011).

Muitas das estratégias já citadas parecem compensar o desafio a que plantas aquáticas são submetidas. Mesmo assim, outros fatores devem ser considerados. Peintinger et al. (2007) demonstraram em estudo de comunidades naturais a dificuldade de adaptação de algumas espécies, e a conseqüente redução de biomassa relacionadas à variação no nível de água. Provavelmente a estratégia morfofisiológica, adaptativa, destas espécies esteja ligada a regeneração pós-stresse (JACKSON et al., 2009).

Trabalhando com *Nymphaea alba* em ambiente natural, Paillisson & Marion (2006) não encontraram padrões consistentes de modificação na área de superfície da folha em relação a variação do nível de água. Estudando *N. odorata* Richards et al. (2011) encontraram correlação entre biomassa e área foliar. Nesse estudo em mesocosmos e três diferentes níveis de água, os autores registraram maior área foliar na profundidade de 90 cm, quando comparada com a 30 cm, indicando a adaptação de *N. odorata* à maiores profundidades. Destaca-se que nenhum dos trabalhos encontrado apresentou dados sobre nível de água abaixo de 30 cm.

No presente estudo, assim como constatado no estudo com *N. peltata* (YU & YU, 2010), constatou-se a presença de caules e pecíolos verdes, indicando que também possa ter ocorrido produção de fotoassimilados nessas estruturas em submersão. É possível que em tais condições as flores tenham sido os novos órgãos de demandas de fotoassimilados, como será discutido mais adiante especificamente na análise dos resultados da variável resposta número de flores.

Salienta-se novamente que as plantas responderam com menores valores de área foliar ao tratamento ANBSS, sendo essa

condição restritiva ao desenvolvimento de *N. indica* favorecendo a presença de patógenos e doenças, como já citado anteriormente.

#### 4.3.3 Comprimento de caule

A análise de variância dos resultados do comprimento de caule indicou interação tripla entre os tratamentos avaliados (Apêndice 6).

O comprimento de caule variou de 0,0 até 11,0 cm em ANBSOL, de 0,0 a 11,5 cm em ANBSS, de 0,5 até 39,0 cm em ANASOL e de 0,0 até 44 cm em ANASS (aproximadamente 10cm acima do substrato).

Os tratamentos ANBSOL E ANBSS não apresentaram diferenças significativas para o comprimento do caule, exceto na avaliação realizada aos 93 dias (Tabela 11).

Em ANASOL e ANASS ocorreram diferenças a partir dos 64 dias, apresentando as maiores médias em ANASS. Possivelmente o alongamento do caule ocorreu como estímulo à busca do pleno sol, caracterizando um estiolamento. No experimento foi observado, quando eram realizados rodízio dos vasos, que as folhas dos vasos que ficaram no limite entre ANASS e ANASOL se dirigiam para pleno sol, sendo registrado maior número de flores no vaso que permanecia durante a semana no limite do sombrite.

Comparando-se os níveis de água a partir do 29<sup>o</sup> dia após o início das avaliações, o comprimento de caule se diferenciou entre ANB e ANA, sendo maior em no nível alto de água, independente da luminosidade (Tabela 12), indicando que esta variável foi mais responsiva ao nível d'água.

Tabela 11 – Comprimento médio de caule de *N. indica* (cm) submetido a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS
1	0,29 A	0,50 A	1,54 A	0,77 A
8	0,93 A	1,50 A	1,47 A	0,83 A
15	1,11 A	1,36 A	1,50 A	1,57 A
22	1,86 A	2,04 A	4,31 A	4,54 A
29	2,90 A	3,00 A	12,83 A	15,01 A
38	3,57 A	6,21 A	17,21 A	17,71 A
44	4,50 A	7,57 A	23,14 A	23,00 A
51	5,54 A	8,67 A	21,29 A	23,86 A
57	6,07 A	7,71 A	26,57 A	29,21 A
64	6,79 A	3,86 A	25,93 B	30,86 A
72	7,21 A	4,00 A	29,14 B	36,43 A
79	6,07 A	2,71 A	29,43 B	33,57 A
93	5,43 A	1,71 B	27,79 B	35,56 A
106	6,21 A	3,86 A	30,71 B	38,71 A
120	5,86 A	3,64 A	31,43 B	38,64 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASOL = água nível alto pleno sol, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Nos tratamentos ANBSOL e ANBSS o efeito da análise de variância da regressão foi quadrático ( $p = 0,002$  e  $p = 0,001$ , respectivamente) (Figura 13). Nesses tratamentos a curva indicou uma tendência de redução do comprimento de caule. Possivelmente, a ausência de água sobre os rizomas tenha sido a principal causa deste efeito depressivo, uma vez que já a partir do 29º dia de observação pode-se verificar diferenças no aumento do comprimento do caule entre ANBSOL e ANASOL, assim como em ANBSS e ANASS (Tabela 12).

Tabela 12 – Comprimento de caule de *N. indica* (cm) submetido a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS
1	0,29 A	1,54 A	0,50 A	0,77 A
8	0,93 A	1,47 A	1,50 A	0,83 A
15	1,11 A	1,50 A	1,36 A	1,57 A
22	1,86 A	4,31 A	2,04 A	4,54 A
29	2,90 B	12,83 A	3,00 B	15,01 A
38	3,57 B	17,21 A	6,21 B	17,71 A
44	4,50 B	23,14 A	7,57 B	23,00 A
51	5,54 B	21,29 A	8,67 B	23,86 A
57	6,07 B	26,57 A	7,71 B	29,21 A
64	6,79 B	25,93 A	3,86 B	30,86 A
72	7,21 B	29,14 A	4,00 B	36,43 A
79	6,07 B	29,43 A	2,71 B	33,57 A
93	5,43 B	27,79 A	1,71 B	35,56 A
106	6,21 B	30,71 A	3,86 B	38,71 A
120	5,86 B	31,43 A	3,64 B	38,64 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANASOL = água nível alto pleno sol, ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Já a análise de variância da regressão indicou efeito linear ( $p = 0,001$ ) tanto com os resultados observados em ANASOL e quanto em ANASS (Figura 14).

Em *N. indica* os caules se alongaram o necessário para que as folhas permanecessem flutuantes. Isto é, o aumento de comprimento do caule foi induzido pela presença de uma coluna de água acima dos rizomas.

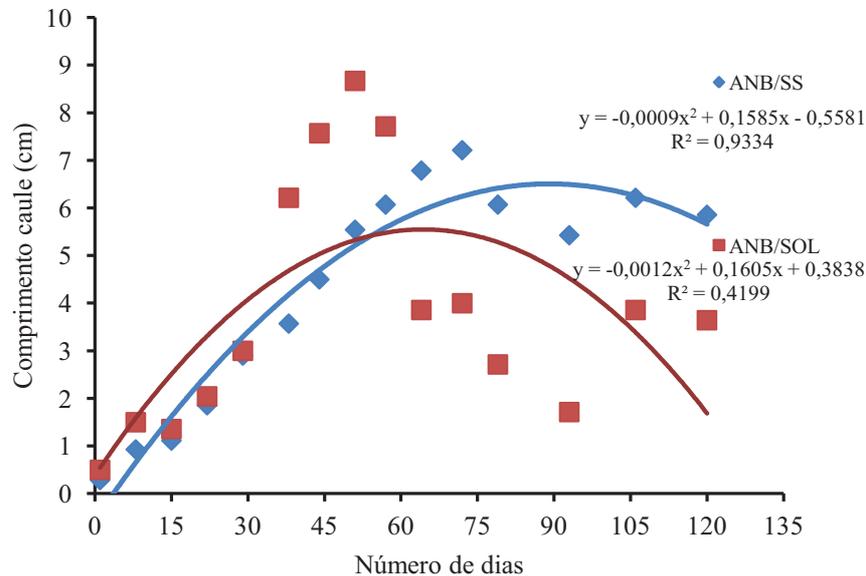


Figura 13 – Comprimento de caule de *N. indica* em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Há variedades da macrófita *O. sativa* (arroz) que respondem ao alongamento em poucos dias de submersão (JACKSON, et al., 2009). YU & YU (2010) registraram para *N. peltata* que o alongamento de 50 para 300 cm de profundidade (nível de água alterado em 10 cm a cada dois dias) fez com que o caule da planta alongasse  $4,8\text{cm dia}^{-1}$  em condições de mesocosmos. O processo de alongamento é desencadeado pelo etileno e por peróxidos, resultando na formação de aerênquima no caule e no pecíolo.

Nessa condição ocorre ainda a inibição da ação do ácido abscísico (MÜHLENBOCK et al., 2007; VOESENEK & BAILEY-SERRES, 2009). A resposta das plantas aquáticas em termos de alongamento se dá rapidamente sob pena de colapso energético, pois se submersa, não produzirá os fotossintatos necessários a manutenção

dos processos vitais. Certamente a velocidade da resposta varia com a espécie de macrófita.

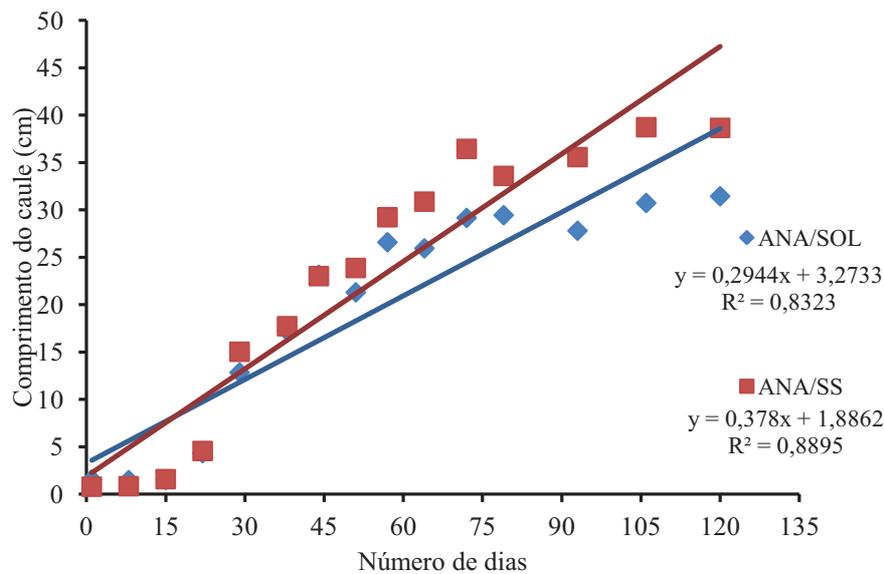


Figura 14 – Comprimento de caule de *N. indica* em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANABSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

*N. indica* tem uma estratégia de escape da submersão com alongamento, pois aumentou o comprimento dos caules de modo a emergir com folhas flutuantes (COLMER & VOESENECK, 2009). Mühlenbock et al. (2007) descreveram resultados semelhantes em *Arabidopsis thaliana*, verificando que o precursor do etileno o ACC (1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico) aumenta de forma gradual na primeira semana de submersão, para posteriormente aumentar rapidamente o processo de alongamento e formação de aerênquima. Há diferentes espécies que apresentam células no caule e pecíolo que respondem ao etileno e se expandem com maior rapidez quando este se apresenta em altas concentrações (TAIZ & ZIEGER, 2009). Como

nesse trabalho o nível da água foi mantido sob controle, os caules não aumentaram em comprimento.

No entanto, Neiff et al., (2000) e Marwat et al., (2009) e encontraram *N. indica* em até 3,5m profundidade, com maior frequência de ocorrência entre 1,5 e 2,8m. Assim como *N. peltata*, (DARBYSHIRE & FRANCIS, 2008) registrada em até 3m profundidade.

É importante destacar que a água nos tratamentos ANA permaneceu de 7 a 10cm acima do substrato, assim muitos caules se alongaram mais que o necessário para manter as folhas flutuantes. Estes resultados são diferentes daqueles encontrados por Richards et al. (2011) em estudo realizado com *N. odorata*, cujo comprimento de caule aumentou na mesma proporção da profundidade de alagamento. Em ambiente natural Palisson & Mariot (2006), registraram em *N. alba* um alongamento de pecíolos na primavera (resultados de 9 anos), concomitante com a elevação do nível de água por chuvas.

O alongamento subaquático requer energia e carboidratos para divisões celulares e síntese de novas paredes celulares (VOESENECK et al 2006). O alongamento ocorre entre os entrenós e é resultado da expressão de um conjunto de gens, em especial, o gen SUB1-A (FUKAO et al, 2011). Nas condições ambientais de submersão, os custos do alongamento são compensados por benefícios, como disponibilidade de gases e taxas de fotossíntese restauradas quando as folhas emergem. Isso pode explicar as diferenças entre médias mostradas no número de folhas, área foliar e comprimento de pecíolo entre o 22º e o 29º dias de avaliação. Os valores médios das avaliações, no tratamento ANASOL, aumentaram

de 6 para 11 o número de folhas, 6 para 33cm<sup>2</sup> a área foliar e de 4 para 12cm o comprimento de caule.

A característica de alongamento para manter folhas flutuantes, em termos de paisagismo constitui-se num valor positivo, pois indica que a planta aquática pode ser utilizada tanto em lagos raso (30 a 60 cm), construídos em residências com jardins menores, quanto em lagos com profundidade maior, entre 1 a 2,5 m. Também constitui uma característica positiva para seu uso em recuperação de áreas de APP.

#### **4.3.4 Diâmetro do caule**

A análise de variância indicou a interação entre todos tratamentos (Apêndice 7).

O diâmetro de caule no tratamento de ANBSOL foi maior do que ANBSS, mas só apresentou diferenças após 64 dias de avaliação (Tabela 13). Na mesma tabela são apresentados os resultados de ANASOL e ANASS que não apresentaram diferenças. O nível de água influenciou o diâmetro de caule a partir do 57º dia de avaliação, tanto na condição de pleno sol quanto na condição sombreada. Entretanto, este efeito foi mais constante na condição sombreada.

Tabela 13 – Diâmetro de caule de *N. indica* submetido a pleno sol e sombreado em cada nível de água durante 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS
1	0,27 A	0,30 A	0,61 A	0,26 A
8	0,41 A	0,50 A	0,80 A	0,56 A
15	0,40 A	0,50 A	0,80 A	0,81 A
22	0,86 A	0,97 A	0,80 A	0,81 A
29	1,50 A	1,50 A	1,50 A	1,43 A
38	1,50 A	1,71 A	1,93 A	1,93 A
44	1,71 A	1,93 A	2,00 A	2,00 A
51	2,14 A	1,79 A	2,00 A	2,00 A
57	2,14 A	1,93 A	2,64 A	2,71 A
64	2,57 A	0,86 B	2,40 A	2,29 A
72	2,30 A	1,21 B	2,86 A	2,49 A
79	2,40 A	1,00 B	3,00 A	2,59 A
93	2,31 A	0,44 B	2,67 A	2,43 A
106	2,60 A	2,11 B	2,89 A	2,74 A
120	2,23 A	1,54 B	3,00 A	2,83 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASOL = água nível alto pleno sol, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O diâmetro de caule quando se comparam os tratamentos de ANBSOL x ANASOL e ANBSS x ANASS, teve comportamento similar até 44 dias de avaliação (Tabela 14) e após se diferenciou positivamente no nível de água alto. Deve-se registrar que quando as folhas estiveram ausentes (ANB por presença de patógenos) os caules também não foram avaliados.

Na análise de regressão mostrada nas Figuras 15 e 16, são mostrados os adequados níveis de  $R^2$  para ANASOL, ANASS, e ANBSOL em termos de diâmetro de caule. Pode-se observar

novamente pela linha de tendências das médias a grande variação do diâmetro em ANBSS, já referida acima.

Essa variável resposta não pode ser comparada com trabalhos similares, pois não foram encontrados registros sobre diâmetro de caule.

Tabela 14 – Diâmetro de caule de *N. indica* submetido a mesma luminosidade em dois níveis de água em 15 avaliações de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

N dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS
1	0,27 A	0,61 A	0,30 A	0,26 A
8	0,41 A	0,80 A	0,50 A	0,56 A
15	0,40 A	0,80 A	0,50 A	0,81 A
22	0,86 A	0,80 A	0,97 A	0,81 A
29	1,50 A	1,50 A	1,50 A	1,43 A
38	1,50 A	1,93 A	1,71 A	1,93 A
44	1,71 A	2,00 A	1,93 A	2,00 A
51	2,14 A	2,00 A	1,79 A	2,00 A
57	2,14 B	2,64 A	1,93 B	2,71 A
64	2,57 A	2,40 A	0,86 B	2,29 A
72	2,30 B	2,86 A	1,21 B	2,49 A
79	2,40 B	3,00 A	1,00 B	2,59 A
93	2,31 A	2,67 A	0,44 B	2,43 A
106	2,60 A	2,89 A	2,11 B	2,74 A
120	2,23 B	3,00 A	1,54 B	2,83 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANASOL = água nível alto pleno sol, ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

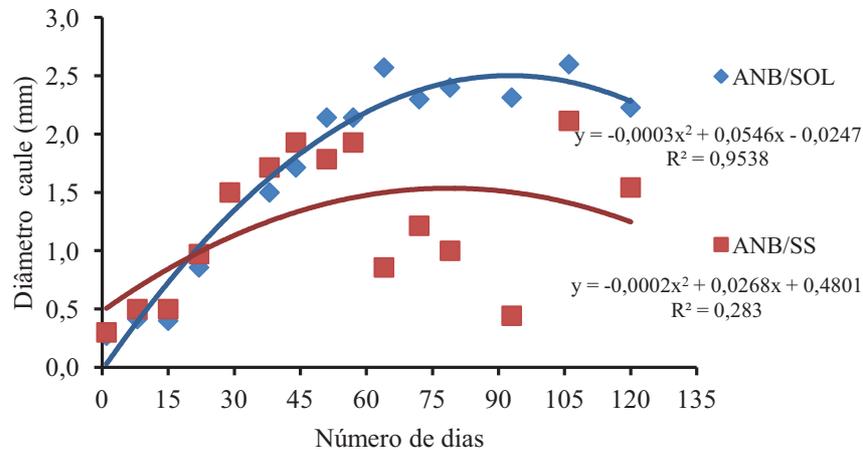


Figura 15 – Diâmetro de caule de *N. indica* em água nível baixo pleno sol (ANBSOL) e água nível baixo sombreado (ANBSS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

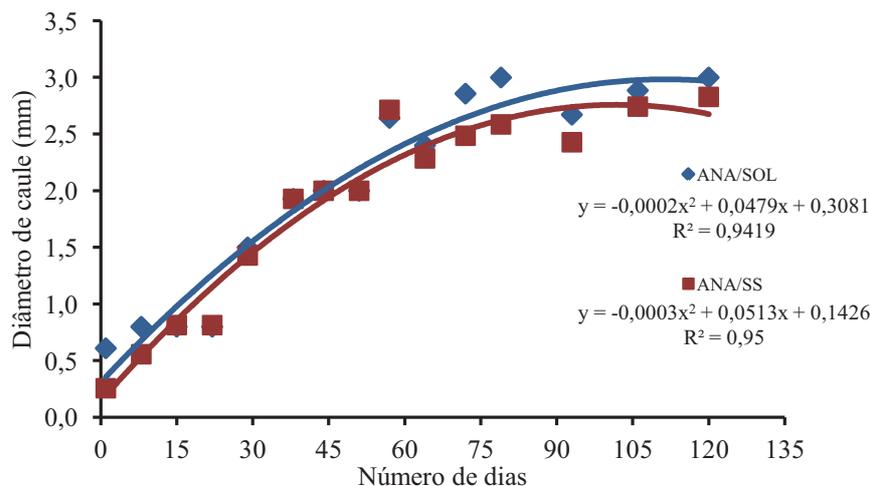


Figura 16 – Diâmetro de caule de *N. indica* em água nível alto pleno sol (ANASOL) e água nível alto sombreado (ANASS) durante 15 avaliações, de 23/09/2008 a 20/01/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

As linhas de tendência formadas pelas médias dos diâmetros de caules em ANASOL x ANASS foram mais similares, acompanhando o que já foi demonstrado nas variáveis resposta anteriores. Pode-se inferir que, isoladamente, esta variável não foi

determinante para a adaptação de *N. indica* às diferentes condições a que foi submetida.

#### 4.3.5 Número de flores

A produção de flores foi analisada no período de 12/11/2008 – que caracterizou o início da floração – à 05/04/2009. Foram realizadas 68 avaliações, equivalentes a um período total de 145 dias, compreendendo todo período reprodutivo. O período total avaliado equivale a uma parte da primavera, todo verão, e parte do outono.

A análise de variância da produção de flores indicou efeito de interação entre os tratamentos nível de água e número de dias, e entre os tratamentos luminosidade e nível d'água. (Apêndice 8).

As flores de *N. indica* são do tipo pentâmeras brancas e emergem do último nó submerso vinculados ao pecíolo das folhas e permanecem abertas somente por um dia (Figura 17).

De acordo com Wang et al (2005), o processo de formação de flores é o mesmo que ocorre em a *N. peltata*. A diferenciação começa no dia anterior ao da abertura, abaixo da água, quando se desenvolvem pedicelos cilíndricos, medindo de 4 à 7 cm, com botões florais. No dia da floração, os botões são elevados acima do nível d'água e se abrem.

Nesse experimento o horário de início de abertura dos botões florais ocorreu entre 8:30 e 10:00h e o fechamento ocorreu entre 16:30h e 18:00h (horário brasileiro de verão). Observou-se ainda um menor tempo de permanência da flor aberta em dias nublados.

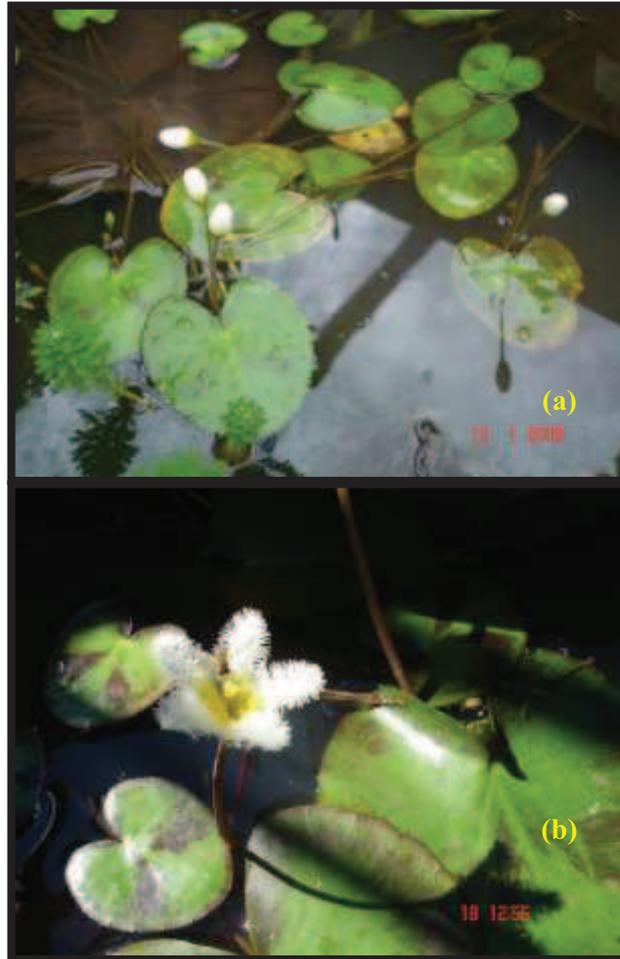


Figura 17 – Botões florais em preparação (setas) e flores antes de completar a abertura (a), aspecto da finalização da floração (b).

O número total de flores registradas no período foi de 61 para ANB e de 1.413 para ANA. No tratamento ANBSOL foi registrado um máximo de 2 de flores  $\text{dia}^{-1}$   $\text{rizoma}^{-1}$ . As plantas submetidas ao tratamento ANBSS não produziram flores. No tratamento ANASOL foi registrado um máximo de 11 flores  $\text{dia}^{-1}$   $\text{rizoma}^{-1}$ . Em ANASS foi registrado um máximo de 5 flores  $\text{dia}^{-1}$   $\text{rizoma}^{-1}$ . Foi registrada até 7 flores por folha (ANASOL).

A produção de flores no tratamento nível de água baixo

(ANB) não diferiu entre pleno sol e sombreado (Tabela 15). A maior produção de flores foi verificada no nível d'água alto. Em ANA a produção de flores diferiu entre pleno sol e sombreado (Tabela 15) sendo, destacadamente, favorecida a produção de flores nas plantas submetidas ao pleno sol. As diferenças encontradas em ANA à pleno sol e sem sol foram significativas em diferentes momentos da floração.

No início e no final do período de produção de flores – final da primavera e início do outono, respectivamente – foi constada a mais baixa produção de flores (Tabela 15 e 16), o que pode ser condição normal da floração de *N. indica*. Durante o período de avaliação nos dias 25/12/2008, 07/01/2009, 13/03/2009 respectivamente aos 44, 57, 94 dias do início da floração também ocorreu redução na produção de flores, fato que não pode ser compreendido no âmbito desse trabalho.

Foi realizada correlação com dados meteorológicos (temperatura mínima, máxima, insolação e umidade relativa) do dia e do dia anterior a floração, buscando explicações para a redução e nenhum coeficiente de correlação foi significativo (Tabela 17).

Tabela 15 – Número de flores de *N. indica* submetido a duas luminosidades no mesmo nível de água em 68 avaliações entre 12/11/2008 e 05/04/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS	Dias	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASS
1	0,00 A	0,00 A	0,14 A	0,14 A	61	0,29 A	0,00 A	2,86 A	2,71 A
7	0,00 A	0,00 A	0,71 A	0,00 A	62	0,29 A	0,00 A	2,86 A	2,43 A
14	0,00 A	0,00 A	1,00 A	0,71 A	63	0,14 A	0,00 A	3,00 A	2,00 B
22	0,14 A	0,00 A	2,57 A	0,71 B	64	0,43 A	0,00 A	1,57 A	1,29 A
28	0,14 A	0,00 A	2,14 A	0,86 B	65	0,43 A	0,00 A	4,29 A	2,14 B
29	0,00 A	0,00 A	1,71 A	0,57 B	66	0,29 A	0,00 A	3,43 A	2,57 A
30	0,00 A	0,00 A	2,71 A	1,00 B	68	0,00 A	0,00 A	3,71 A	1,86 B
31	0,00 A	0,00 A	1,71 A	0,86 A	70	0,00 A	0,00 A	2,57 A	1,86 A
33	0,00 A	0,00 A	3,29 A	2,00 B	73	0,14 A	0,00 A	2,29 A	1,00 B
34	0,00 A	0,00 A	2,00 A	0,86 B	76	0,00 A	0,00 A	3,29 A	2,14 B
35	0,00 A	0,00 A	2,57 A	0,57 B	77	0,14 A	0,00 A	3,00 A	1,71 B
36	0,14 A	0,00 A	2,57 A	1,71 A	81	0,00 A	0,00 A	2,57 A	1,71 A
37	0,00 A	0,00 A	1,57 A	1,29 A	84	0,00 A	0,00 A	2,00 A	1,43 A
38	0,29 A	0,00 A	2,43 A	0,57 B	87	0,00 A	0,00 A	2,00 A	1,14 A
40	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	90	0,14 A	0,00 A	2,43 A	1,29 B
41	0,14 A	0,00 A	2,71 A	1,00 B	93	0,00 A	0,00 A	2,57 A	0,86 B
42	0,00 A	0,00 A	2,14 A	2,00 A	94	0,29 A	0,00 A	1,29 A	0,29 B
43	0,14 A	0,00 A	2,00 A	1,86 A	96	0,00 A	0,00 A	1,71 A	0,57 B
44	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A	99	0,00 A	0,00 A	2,43 A	0,43 B
45	0,14 A	0,00 A	1,57 A	1,29 A	102	0,00 A	0,00 A	3,29 A	0,71 B
46	0,00 A	0,00 A	2,29 A	1,29 B	105	0,29 A	0,00 A	1,71 A	0,14 B
47	0,00 A	0,00 A	0,14 A	0,29 A	108	0,14 A	0,00 A	1,29 A	0,00 B
48	0,29 A	0,00 A	1,14 A	1,00 A	111	0,00 A	0,00 A	1,14 A	0,43 A
49	0,57 A	0,00 A	0,57 B	1,86 A	115	0,00 A	0,00 A	0,86 A	0,43 A
50	0,43 A	0,00 A	2,29 A	1,29 B	118	0,00 A	0,00 A	2,14 A	0,00 B
51	0,29 A	0,00 A	2,29 A	1,57 A	121	0,00 A	0,00 A	2,14 A	0,57 B
52	0,14 A	0,00 A	1,71 A	2,00 A	124	0,29 A	0,00 A	1,29 A	0,43 A
54	0,43 A	0,00 A	2,43 A	1,71 A	127	0,00 A	0,00 A	2,29 A	0,29 B
55	0,43 A	0,00 A	2,43 A	2,14 A	130	0,00 A	0,00 A	0,86 A	0,57 A
56	0,43 A	0,00 A	1,43 A	1,29 A	133	0,00 A	0,00 A	1,29 A	0,71 A
57	0,14 A	0,00 A	1,00 A	0,43 A	137	0,29 A	0,00 A	0,71 A	0,57 A
58	0,29 A	0,00 A	1,29 A	2,14 A	139	0,14 A	0,00 A	0,57 A	0,43 A
59	0,29 A	0,00 A	2,43 A	2,29 A	141	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A
60	0,14 A	0,00 A	2,29 A	0,71 B	145	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANBSS = água nível baixo sombreado. ANASOL = água nível alto pleno sol. ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 16 – Número de flores de *N. indica* submetido a dois níveis de água na mesma luminosidade em 68 avaliações entre 12/11/2008 e 05/04/2009. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS	Dias	ANBSOL	ANASOL	ANBSS	ANASS
1	0,00 A	0,14 A	0,00 A	0,14 A	61	0,29 B	2,86 A	0,00 B	2,71 A
7	0,00 A	0,71 A	0,00 A	0,00 A	62	0,29 B	2,86 A	0,00 B	2,43 A
14	0,00 B	1,00 A	0,00 A	0,71 A	63	0,14 B	3,00 A	0,00 B	2,00 A
22	0,14 B	2,57 A	0,00 A	0,71 A	64	0,43 B	1,57 A	0,00 B	1,29 A
28	0,14 B	2,14 A	0,00 A	0,86 A	65	0,43 B	4,29 A	0,00 B	2,14 A
29	0,00 B	1,71 A	0,00 A	0,57 A	66	0,29 B	3,43 A	0,00 B	2,57 A
30	0,00 B	2,71 A	0,00 B	1,00 A	68	0,00 B	3,71 A	0,00 B	1,86 A
31	0,00 B	1,71 A	0,00 A	0,86 A	70	0,00 B	2,57 A	0,00 B	1,86 A
33	0,00 B	3,29 A	0,00 B	2,00 A	73	0,14 B	2,29 A	0,00 B	1,00 A
34	0,00 B	2,00 A	0,00 A	0,86 A	76	0,00 B	3,29 A	0,00 B	2,14 A
35	0,00 B	2,57 A	0,00 A	0,57 A	77	0,14 B	3,00 A	0,00 B	1,71 A
36	0,14 B	2,57 A	0,00 B	1,71 A	81	0,00 B	2,57 A	0,00 B	1,71 A
37	0,00 B	1,57 A	0,00 B	1,29 A	84	0,00 B	2,00 A	0,00 B	1,43 A
38	0,29 B	2,43 A	0,00 A	0,57 A	87	0,00 B	2,00 A	0,00 B	1,14 A
40	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,00 A	90	0,14 B	2,43 A	0,00 B	1,29 A
41	0,14 B	2,71 A	0,00 B	1,00 A	93	0,00 B	2,57 A	0,00 A	0,86 A
42	0,00 B	2,14 A	0,00 B	2,00 A	94	0,29 B	1,29 A	0,00 A	0,29 A
43	0,14 B	2,00 A	0,00 B	1,86 A	96	0,00 B	1,71 A	0,00 A	0,57 A
44	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A	99	0,00 B	2,43 A	0,00 A	0,43 A
45	0,14 B	1,57 A	0,00 B	1,29 A	102	0,00 B	3,29 A	0,00 A	0,71 A
46	0,00 B	2,29 A	0,00 B	1,29 A	105	0,29 B	1,71 A	0,00 A	0,14 A
47	0,00 A	0,14 A	0,00 A	0,29 A	108	0,14 B	1,29 A	0,00 A	0,00 A
48	0,29 A	1,14 A	0,00 B	1,00 A	111	0,00 B	1,14 A	0,00 A	0,43 A
49	0,57 A	0,57 A	0,00 B	1,86 A	115	0,00 A	0,86 A	0,00 A	0,43 A
50	0,43 B	2,29 A	0,00 B	1,29 A	118	0,00 B	2,14 A	0,00 A	0,00 A
51	0,29 B	2,29 A	0,00 B	1,57 A	121	0,00 B	2,14 A	0,00 A	0,57 A
52	0,14 B	1,71 A	0,00 B	2,00 A	124	0,29 B	1,29 A	0,00 A	0,43 A
54	0,43 B	2,43 A	0,00 B	1,71 A	127	0,00 B	2,29 A	0,00 A	0,29 A
55	0,43 B	2,43 A	0,00 B	2,14 A	130	0,00 A	0,86 A	0,00 A	0,57 A
56	0,43 B	1,43 A	0,00 B	1,29 A	133	0,00 B	1,29 A	0,00 A	0,71 A
57	0,14 A	1,00 A	0,00 A	0,43 A	137	0,29 A	0,71 A	0,00 A	0,57 A
58	0,29 B	1,29 A	0,00 B	2,14 A	139	0,14 A	0,57 A	0,00 A	0,43 A
59	0,29 B	2,43 A	0,00 B	2,29 A	141	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A
60	0,14 B	2,29 A	0,00 A	0,71 A	145	0,00 A	0,00 A	0,00 A	0,14 A

ANBSOL= água nível baixo a pleno sol. ANASOL = água nível alto pleno sol, ANBSS = água nível baixo sombreado, ANASS = água nível alto sombreado. Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A produção de flores de *N. indica* submetida ao nível alto de água, independente da luminosidade, resultou em equação quadrática ( $p = 0,001$ ) com um coeficiente de determinação de 0,41, que é pouco adequada para discussão dessa variável (Figura 18). Durante as avaliações foi observado que a produção de flores diminuía quando ocorria um período de nebulosidade prolongado. Entretanto, não foi possível correlacionar esta variação seja com a irradiância solar seja com o brilho solar. Os dados destas variáveis foram obtidos da Estação Climatológica da Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa do Trigo, distante cerca de 1.000 m do local onde o trabalho foi conduzido. Isto indica que outros trabalhos com esta espécie deverão ser conduzidos com o objetivo de avaliar a influência da radiação solar incidente sobre a produção de flores, no local aonde o trabalho venha ser instalado.

Tabela 17 – Valores das correlações entre número médio de flores de *N. indica* e dados meteorológicos\* do dia de registro do número de flores e do dia anterior ao registro. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.

	Temp. máxima	Temp. mínima	Temp. média	Umid. Rel.	Insolação
Dia da coleta	-0,0424	0,1023	-0,0117	0,1946	-0,1086
Dia anterior	-0,0927	0,0001	-0,0709	0,1741	-0,1656

\* Estação Climatológica da Embrapa Trigo (Cnpt), Passo Fundo (RS).

O período de floração de *N. indica* coincide com o de *N. odorata* (RICHARDS et al., 2011) e com *N. peltata* (WANG et al, 2005), *N. aquatica* (RICHARDS et al., 2010) que também florescem sazonalmente.

Nesse estudo *N. indica* apresentou um período de floração maior do que o período de cinco semanas observado por Richards et

al. (2010) com *N. aquática*. Nesse sentido a floração constitui um valor positivo no uso de *N. indica* como planta ornamental, cujo período de produção de flores observado pode se estender por 145 dias, tanto em ambiente a pleno sol e quanto sombreado, mesmo que nesta última condição possa ocorrer menor produção.

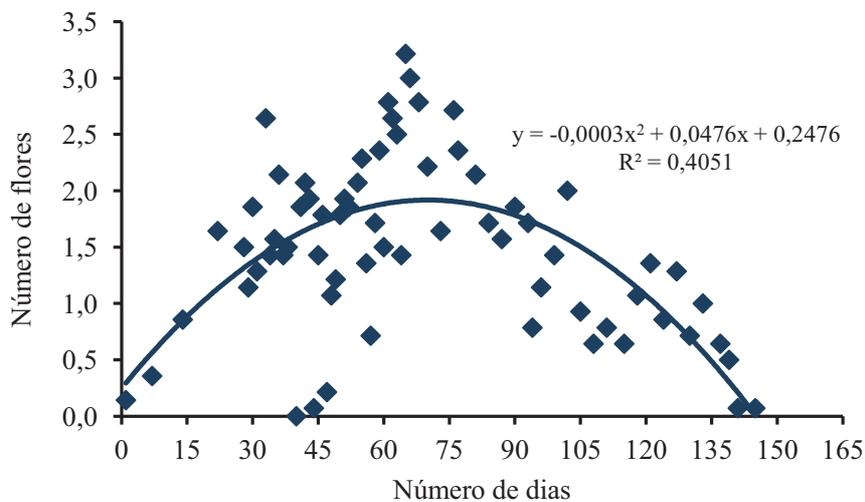


Figura 18 – Número de flores *N. indica* durante o período reprodutivo (12/11/2008 a 05/04/2009) no tratamento água nível alto (ANA) a pleno sol e sem sol. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Em relação ao nível d'água, Richards et al, (2011) em *N. odorata* não encontraram diferenças para a floração entre 30,60,90 cm de água. Já Paillisson & Marion (2006) registraram na primavera para *Nymphaea Alba*, em ambiente natural, respostas negativas na produção de biomassa geral da planta, incluindo produção de flores, em consequência da variação do nível d'água.

Nesse experimento pode-se verificar que o nível de água alto (ANA) foi quem primeiro determinou a floração, seguido da variável luminosidade. A pleno sol as macrófitas responderam melhor

que sombreado. Embora não tenha ocorrido interação destes efeitos com o período de avaliação, pode-se verificar uma tendência de menor produção de flores quando em condições de sombreamento ao longo do período avaliado (Figura 19).

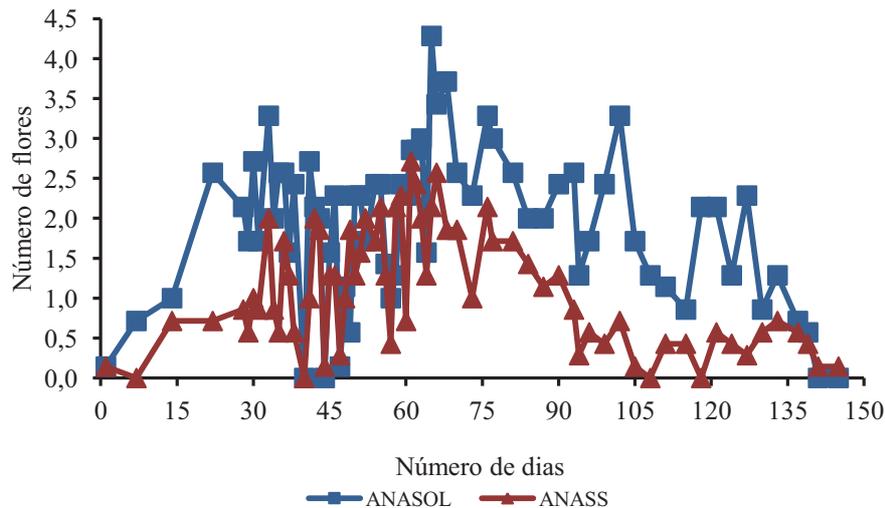


Figura 19 – Número de flores de *N.indica* durante o período reprodutivo (12/11/2008 a 05/04/2009) no tratamento de água nível alto a pleno sol (ANASOL) e de água nível alto sem sol(ANASS). FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Estes resultados mostram plasticidade na resposta da floração em relação a plantas condução de *N. indica* em ambientes sobreados por outras plantas, como é o caso das áreas úmidas ou de jardins.

#### 4.3.6 Produção de rebentos

De acordo com Apezato da Glória (2003) e Barbosa & Lopes (2007), rebentos são brotações que ocorrem a partir da planta mãe, da porção subterrânea de caules e raízes. O conceito de rebento utilizado para plantas terrestres foi considerado apropriado para *N.*

*indica*. A formação dos rebentos foi observada no último nó do caule, que permanecia normalmente submerso. O rebento era formado por raízes adventícias, caule e folha (s). Os rebentos também produziram flores. A emissão de flores nos rebentos foi confirmada após a transferência dos mesmos para outros dos tanques. Já que as flores também se originam no último nó. Os rebentos podem ser observados na Figura 20.

Após o desenvolvimento dos rebentos (com ou sem flores) os mesmos se destacaram da planta mãe, constituindo um novo organismo com forma biológica flutuante livre. As folhas jovens dos rebentos desenvolvam aerênquima para auxiliar na flutuação (MARTÍNEZ & SÁNCHEZ, 2006). Observou-se também alongamento de caules e de pecíolos nos rebentos, após duas a três semanas em tanques separados do experimento.

No tratamento água nível baixo (ANB) também foi observado, em algumas plantas, a emissão de novas folhas e raízes adventícias no último nó, mas os mesmos não se destaram da planta (Figura 21). O fenômeno foi observado após intensa precipitação.

Durante o experimento foram registrados 110 rebentos no tratamento com água nível alto (ANA), contados a partir do seu destacamento da planta-mãe (Figura 20). Salienta-se que estes dados não foram analisados estatisticamente, pois não foi possível definir a origem dos rebentos, se de plantas do tratamento pleno solo ou do sombreado.

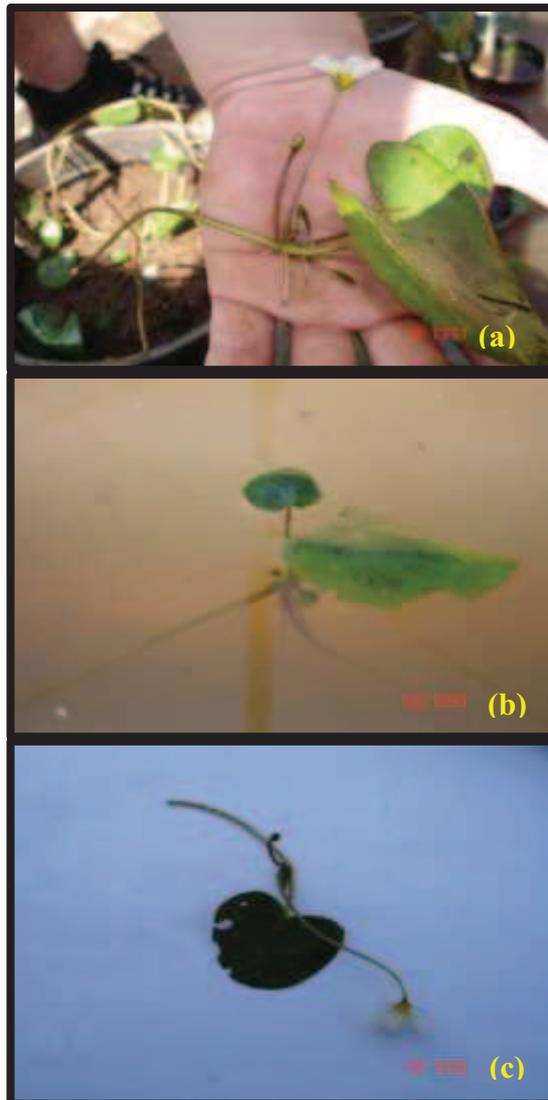


Figura 20 – Início da formação do rebento de *N. indica* mostrando raízes adventícias e uma pequena folha (a), rebento livre no tanque do experimento já destacado da planta que o originou (b), rebento com flor após destacamento da planta (c).



Figura 21 – Rebento formado em caule estiolado de *N. indica*, no tratamento ANB.

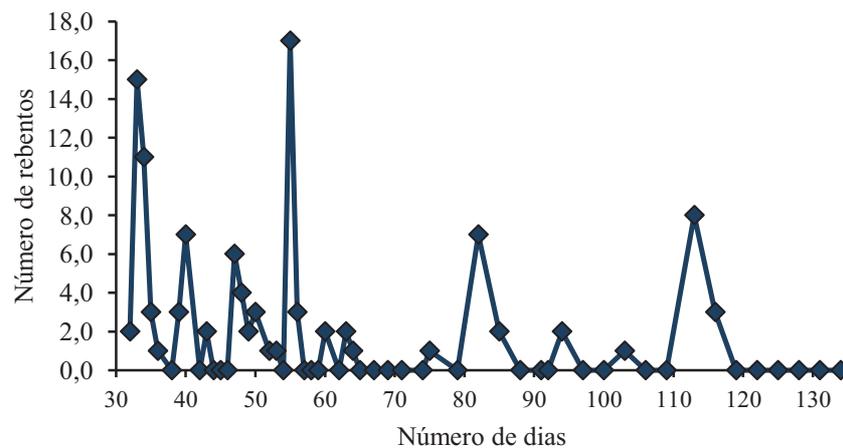


Figura 22 – Número de rebentos de *N. indica* registrados durante o período reprodutivo (16/12/2008 a 24/03/2009) no tratamento de água nível alto (ANA). FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.

A importância desta informação está relacionada a uma das estratégias de propagação vegetativa e de disseminação de *N. indica*. Embora esta espécie tenha apresentado potencial ornamental, e nas coletas à campo estivesse pouco representada em termos de

número de indivíduos ou de cobertura de parcela, esta forma de propagação e disseminação poderá representar um risco, se estiver associada a cultivos anuais, visto que é citada por Souza e Lorenzi (2005) como invasora potencial na cultura do arroz. Em estudo realizado por Darbyshire & Francis (2008) a *N. peltata* também é considerada como espécie invasora no Canadá.

As formas de propagação vegetativas, nas macrófitas são consideradas mais importantes que as sexuadas (SCREMIN-DIAS et al., 1999; POTT & POTT, 2000). A propagação assexuada é muito valorizada por produtores. A existência destes rebentos também auxilia a indicá-los como forma de propagação vegetativa para multiplicação hortícola da espécie, em viveiros comerciais especializados em espécies ornamentais ou para repovoação de áreas úmidas.

#### **4.4 Experimento *Myriophyllum aquaticum***

As plantas de *M. aquaticum* foram avaliadas 14 dias após o plantio das estacas (primeira avaliação em 23/09/08), no mesmo período que o experimento realizado com *N. indica* (Tabela 4).

Na segunda semana de avaliação foram consideradas viáveis as estacas que emitiram brotos. No tratamento ANASOL, três estacas (42,85% do tratamento ou 10,71% do total de estacas plantadas) foram consideradas inviáveis e substituídas em 30/09/08. Tanto quanto no observado no experimento de propagação com *N. indica*, as estacas de *M. aquaticum* apresentaram elevado grau de pegamento. Em 12/11/2008 (no 51º dia de avaliação) três repetições foram perdidas em ANASOL, não sendo substituídas. No substrato

destes vasos o solo foi remexido, não foram encontrados patógenos macroscópicos. Observou-se que a estaca original degenerou, talvez por danos no manuseio do vaso, pois os caules de *M. aquaticum* eram facilmente danificados.

Este experimento foi conduzido até 24 de dezembro de 2008. A partir do final de novembro as plantas se “emaranharam”, muito em função da emissão de grande quantidade de raízes (Figura 23) em função do comprimento dos caules e de serem estoloníferos. Na porção submersa, os caules de maior comprimento emitiram raízes adventícias, se fixando no fundo do tanque. Em *M. aquaticum* muitos ramos se destacavam do caule, quando vasos eram manuseados para registros. As plantas se tornaram quebradiças principalmente nas ramificações dos caules. O destacamento do caule foi verificado no acompanhamento dos experimentos, pois muitos fragmentos de caule e de brotos foram encontrados crescendo, de forma independente da estaca original, tanto em ANB como em ANA.



Figura 23 – Aspecto das plantas de *M. aquaticum* e de suas raízes(a), detalhe do caule estolonífero (b)

#### 4.4.1 Folhagem

Como o experimento de *N. indica*, este experimento foi delineado de forma não destrutiva. Assim devido ao diminuto tamanho de folha, a área foliar de *M. aquaticum* não foi avaliada.

Durante este estudo os ramos laterais do caule foram medidos no seu comprimento. Porém os resultados foram considerados insatisfatórios para apresentação, já que em todos os tratamentos (ANBSOL, ANBSS, ANASOL e ANASS) os registros

demonstravam incoerência nas respostas das plantas. Nas avaliações regulares, ocorreram tanto redução de comprimento como desaparecimento de ramos, por isso optou-se por trabalhar com o número de brotos (equivalendo a ramos jovens) e comprimento do caule desenvolvido a partir da estaca. Possivelmente o destacamento do caule esteja relacionado a essa situação. O destacamento ou fragmentação constitui uma das formas de propagação discutidas adiante.

No manuseio de *M. aquaticum* percebeu-se a leveza da planta, justificada pela ausência de estruturas de reserva subterrâneas, pela presença de caules com muito aerênquima, por pequeno número de folhas submersas e por folhas emersas recortadas e pequenas. Estas características dificultaram o manuseio da planta, mas constituem valor ornamental por sua “aparente” fragilidade e delicadeza.

As folhas submersas apresentaram elevada heterofilia em relação às folhas emersas (Figura 24). Folhas submersas se apresentaram alaranjadas a avermelhadas, com verticilos mais espaçados e menor quantidade de folhas. Folhas emergentes se apresentaram em posição ascendente, vistosas e de coloração verde. A heterofilia e o alongamento foram características associadas por Wersal, (2010) a estratégias de escape da submersão.



Figura 24 – Caule de *M. aquaticum* mostrando aspecto de seu comprimento e heterofilia.

#### 4.4.2 Comprimento do caule

A análise de variância das observações registradas com o comprimento de caule indicou interação entre os tratamentos nível d'água e luminosidade e efeito isolado de número de dias (Apêndice 9). Na Tabela 18, pode ser observado a comparação de médias do crescimento do caule de *M. aquaticum*, com diferença plena sol entre nível de água baixo e alto, se desenvolvendo melhor no nível d'água alto. No nível de água alto a condição de sombreamento possibilitou maior comprimento do caule.

Quando em nível d'água baixo a condição de luminosidade não proporcionou diferenças quanto ao crescimento do caule.

Tabela 18 – Comprimento de caule (cm) de *M. aquaticum* submetido a dois níveis de água e duas luminosidades em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.

Nível de água	Luminosidade	
	Pleno sol	Sombreado
Alto	29,363aB	49,597aA
Baixo	20,746bA	22,386bA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O maior comprimento foi de 124 cm registrado em ANASS. Vale salientar que após o término do experimento, foi registrado um comprimento de caule de 150 cm.

O comprimento de caule é uma variável resposta importante para *M. aquaticum*, pois esta não possui órgão especializado de reserva. Os caules são o local de alocação de hidratos de carbono na forma principalmente de amido (WERSAL, 2010). As

plantas atingem maiores comprimentos no verão (HUSSNER, 2009, WERSAL et al. 2011). Domingos et al. (2005) registraram comprimentos de até 440,25 cm em plantas cultivadas em solução nutritiva com altos teores de nitrogênio e fósforo, indicando que o último nutriente é mais limitante ao seu crescimento. Estes autores constataram que a alocação dos nutrientes ocorreu principalmente no caule, avaliada através da biomassa. Hussner et al. (2009) relacionaram positivamente o crescimento em nível de água alto (10 cm acima superfície) com o aumento da disponibilidade de nutrientes para *M. aquaticum*. No entanto, não avaliaram efeito de luminosidade. Os resultados corroboram os encontrados por Wersal et al. (2011) que avaliaram o crescimento da planta em mesocosmosa pleno sol e sob diferentes percentuais de sombra. Estes autores constataram que o máximo crescimento da planta em comprimento ocorreu em condições de sombreamento (50%). A mesma tendência foi encontrada por Wersal & Madsen (2011), que observaram crescimento positivo e significativamente diferente em profundidades de até 77 cm. Após essa profundidade (até 137 cm) as plantas não apresentaram capacidade de emergirem acima da superfície. Essa condição condiz com o que afirmaram Paillison e Marion (2006) que reiteram que formas biológicas emergentes estão associadas a condições de pouca luz na zona litorânea, quer por sombreamento por outras espécies de macrófitas, quer por outras espécies arbóreas. De acordo com os resultados desse estudo, o crescimento foi favorecido pela condição ANASS. Os outros tratamentos não impediram o crescimento das plantas, embora a diferença de crescimento observada entre ANA e ANB, tanto em pleno solo quanto sombreada.

Considerando o efeito isolado do número de dias (ao longo do tempo), o crescimento em comprimento do caule mostrou-se linear e crescente ( $p = 0,001$ ) (Figura 25). Isto indica que a planta continuava alongando quando as avaliações foram encerradas. O fator que limitou o aumento em comprimento foi o nível da coluna de água.

*M. aquaticum* como a maioria das plantas aquáticas tem caule pouco lignificado e com presença de aerênquima o que a torna flexível, desenvolve-se submersa alongando o necessário para emitir folhas emergentes que sustentam toda a planta.

Sugere-se que estudos futuros com *M. aquaticum* sejam utilizados mesocosmos individuais, pois o espaçamento entre vasos impossibilitou a continuidade das avaliações em função do comprimento das plantas.

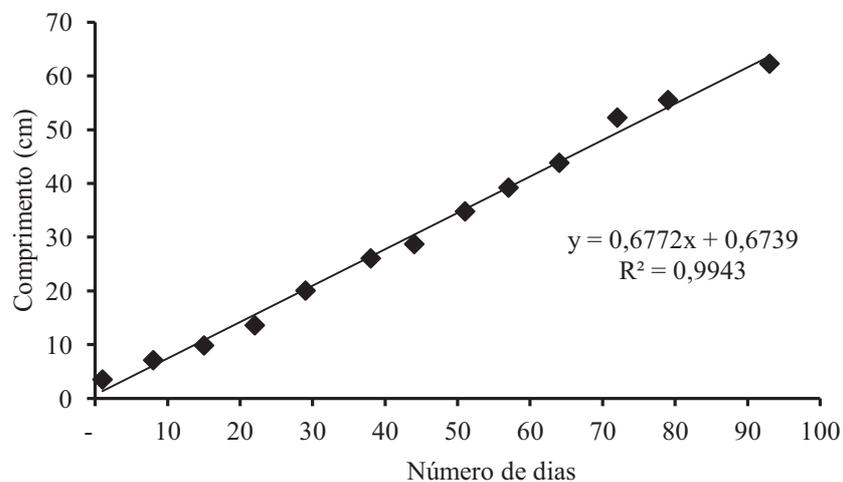


Figura 25 – Comprimento (cm) de caule de *M. aquaticum* em 13 avaliações, de 23/09/2008 à 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.

Destaca-se também que todas as plantas desenvolveram raízes adventícias na estaca plantada no substrato e na porção do caule que permaneceu submerso, sendo aceito assim o conceito de caule tipo estolão também referido por Wersal (2010). Caules e brotos emersos não apresentaram raízes.

#### **4.4.3 Número de brotos**

A análise de variância do número de brotos indicou efeito isolado do número de dias e de interação entre tratamentos nível de água e luminosidade (Apêndice 10).

Na Tabela 19 pode-se verificar a diferença estatística entre os dois níveis de água. Independente da quantidade de luz o número de brotos foi maior no nível de água alto. Nesse nível não ocorreu diferença entre pleno sol e sombreado. O resultado difere do crescimento em comprimento dos caules, o que pode significar que a alocação de fotossintatos foi suficiente para emissão de novos brotos, mesmo em caules menores, que em tese teriam menor disponibilidade de reservas (em relação aos maiores). Pode-se supor que o investimento da planta em partes novas (brotos), seja rapidamente compensado através do aumento da fotossíntese.

O número de brotos foi menor no nível de água baixo, ocorrendo diferença entre o tratamento a pleno sol e sombreado (Tabela19) O número médio de brotos foi maior a pleno sol.

O efeito número de dias avaliado por regressão indicou efeito linear e quadrático ( $p = 0,017$ ;  $p = 0,005$ ; respectivamente). Embora o modelo quadrático tenha resultado com maior coeficiente de determinação que o linear ( $R^2 = 0,54$ ;  $R^2 = 0,23$ ; respectivamente),

pode-se verificar que ocorreu a partir da primeira observação uma tendência estável de emissão de brotos (Figura 26). Brotos novos foram emitidos durante todo o período de estudo. O total de brotos registrado foi de 1.215, o equivale a dizer que, no mínimo, 1.215 novas estacas em potencial foram produzidas, evidenciando a alta capacidade de propagação vegetativa. O número máximo de brotos produzido por estaca nesse experimento foi de 9. Este número difere do registrado por Domingos et al. (2005) que variou de 5 à 23 brotos de *M. aquaticum*, avaliando diferentes concentrações de nutrientes, em 30 dias.

Tabela 19 – Número de brotos de *M. aquaticum* submetido a dois níveis de água e duas luminosidades em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS

Nível de água	Luminosidade	
	Pleno sol	Sombreado
Alto	4,352aA	4,308aA
Baixo	3,033bA	1,659bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em *M. aquaticum* também foi registrada a presença da lagarta *Spodoptera cosmioide*. A lagarta não foi observada se alimentando durante o dia, nem foi observada postura. A lagarta pode medir 40 a 48 mm de comprimento (SANTOS et al 2003; ZENKE et al 2007), necessitando, supostamente, de grande quantidade de folhas de *M. aquaticum* para sua dieta. Assim, é possível que esta tenha sido a causa de eliminação total de folhas e de brotos novos inteiros, já que não foi observada nenhuma outra causa (Figura 27). Segundo os mesmos autores a lagarta se alimenta das folhas raspando todo

parênquima. Alguns caules e brotos que sofreram injúrias após um período emitiram novas folhas.

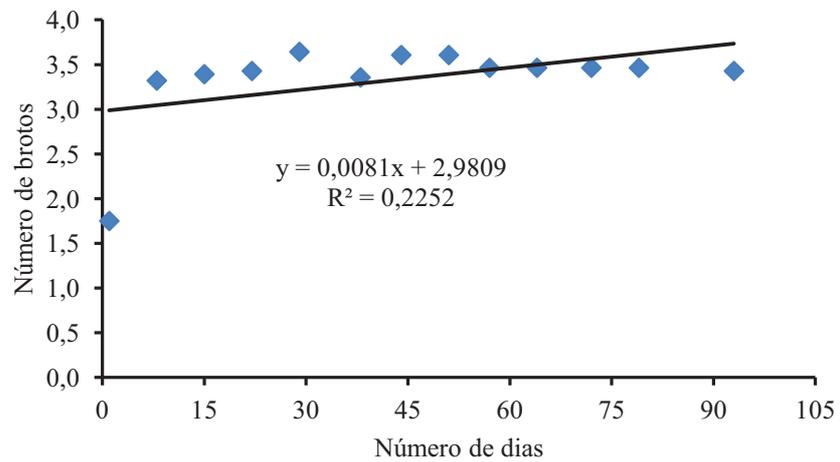


Figura 26 – Número de brotos de *M. aquaticum* em 13 avaliações entre 23/09/2008 e 24/12/2008. FAMV, UPF, Passo Fundo, RS.

A perda completa de brotos e de folhas ocorreu em diferentes momentos no experimento dificultando a avaliação do comprimento dos brotos, já que atacaram a parte aérea em todos os tratamentos.



Figura 27 – Aspecto do caule de *M. aquaticum* após consumo de folhas.

#### 4.4.4 Aspectos da viabilidade da propagação

Não foi observada, nesta espécie, floração durante o período de estudo. Embora seja característica do gênero a preferência por propagação vegetativa, Souza & Lorenzi (2005), registram a espécie no Brasil com distribuição preferencial na região sul, surpreendendo, por isso, a ausência de floração. A ausência de propagação sexuada é provavelmente resultado de processo adaptativo. Sendo mais vantajoso para a planta utilizar a propagação pela via assexuada.

A fragmentação constitui uma forma de propagação vegetativa comum em macrófitas (SREMING-DIAS et al., 1999). O conceito de fragmento é tomado aqui como o de estaca com pelo menos dois entrenós presentes, como ou sem raízes ou caules laterais.

*M. aquaticum* é considerada uma planta exótica com potencial infestante para América de norte e Europa (WERSAL, 2010). O mesmo autor descreve que a fragmentação é a única forma de propagação da espécie, já que não foram registrados tubérculos, rizomas ou sementes nas plantas que se desenvolveram nesse continente. Wang et al. (2008) correlacionaram positivamente elevados índices de autofragmentação, em *M. spicatum*, com baixos índices de nutrientes em especial nitrogênio.

Nesse estudo a fragmentação foi a única forma de propagação natural registrada.

Em função da preferência de *M. aquaticum* por águas estagnadas há preocupações com a postura de ovos de mosquitos.

Nesse experimento não foi observada proliferação de larvas de mosquito, possivelmente pela continua entrada e saída de água.

## 5 CONCLUSÕES

As áreas úmidas apresentaram paisagens constituídas de plantas aquáticas herbáceas resultado das condições ambientais do local e de seus usos passados e atuais.

Foram identificadas cinco espécies com potencial ornamental, sendo que três delas não mostraram perspectiva de cultivo imediato.

*N. indica* e *M. aquaticum* tem aplicabilidade imediata para produção hortícola, em algumas das condições em que foi conduzido o experimento.

As modificações fenológicas e morfológicas são manifestações de respostas de natureza ecofisiológica às condições impostas às plantas em viveiro. Em *N. indica* isto foi relacionado com: a ausência de flores em ANBSS; redução do comprimento de caules e emissão de rebentos ocasionais em ANB; melhores condições fitossanitárias e aumento do comprimento de caule em ANA; a presença de floração durante o período de novembro a abril em ANA; a produção de rebentos viáveis durante o período de dezembro a março em ANA; a ausência de estolões em plantas envasadas.

Em *M. aquaticum* as modificações estão mais relacionadas com constatação de propagação por autofragmentação; elevado potencial de aumento em comprimento de caule e heterofilia em ANA;

*N. indica*, planta aquática enraizada com folhas flutuantes, apresenta este tipo de folhas durante o período de setembro a abril e flores durante o período de novembro a abril. Esta espécie pode ser utilizada em lago raso (lâmina de água a partir de 10 cm) tendo preferência por pleno sol. Pode ser plantada envasada ou no substrato com rizomas a partir de três entrenós.

*N. indica*, mesmo tendo condições de se desenvolver em substrato sem lâmina d'água, não produz flores no tratamento sombreado, podendo ser recomendada para processos de recuperação de áreas.

*M. aquaticum*, planta aquática enraizada com partes vegetativas emergentes, se desenvolve melhor na presença de lâmina de água de 20 cm na sombra; seu valor ornamental está relacionado ao conjunto caule e folhas, com arquitetura lembrando um pinheiro. Não produz flores. A propagação vegetativa indicada por este estudo é por estacas, com no mínimo dois entrenós.

O período de plantio avaliado nesse experimento, início de setembro, foi considerado propício para as duas espécies e ambas podem ser plantadas em solo sem condições de alagamento inicial.

As duas espécies apresentam potencial tanto de uso na produção vegetal hortícola com fins ornamentais, quanto na recomposição de áreas úmidas, dada sua forma de propagação, plasticidade e rusticidade.

Recomenda-se o uso de ambas em jardins aquáticos, como forma de resgatar, conservar e valorizar as áreas úmidas, aproximando ambientes antropizados dos naturais através das suas plantas

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As áreas úmidas estudadas constituem-se em APPs e apresentaram diferenças em número de espécies de macrófitas (riqueza), características físico-químicas do solo, atributos da paisagem e usos atuais e anteriores; caracterizando-as como importantes fontes de biodiversidade e como áreas que prestam significativos serviços ambientais.

As áreas não apresentaram espécies arbóreas e se destacaram pela presença de espécies herbáceas rústicas. De modo geral as plantas foram registradas se desenvolvendo a pleno sol, em locais sujeitos a alagamentos periódicos com predominância de formas enraizadas e partes emergentes, características de plantas também chamadas de anfíbias.

A presença de espécies macrófitas em áreas de APP também deve ser levada em consideração pelos técnicos ambientais, conforme consta no código florestal, e para isso estudos fitossociológicos locais devem subsidiá-los constantemente.

Um instrumento que avalie o potencial ornamental de plantas aquáticas deverá ser elaborado, visto que as características, assim como seus usos, diferem consideravelmente das terrestres. Este instrumento deverá incluir outras características além dos aspectos ornamentais, como multifuncionalidade, plasticidade e rusticidade.

A rusticidade encontrada no ambiente natural não significa sucesso na aclimação em ambiente semicontrolado. Isto foi evidenciado pela dificuldade de manutenção de três das cinco espécies avaliadas com melhores potenciais ornamentais.

O período que fica entre a primavera e o início do verão favorece a identificação das espécies à campo, coincidindo com a aclimação das duas espécies estudadas

As formas de propagação mais eficientes das macrófitas (nesse estudo especificamente por rizomas, produção de rebentos, estaquia e fragmentação) podem ser correlacionadas positivamente com as formas de propagação utilizadas para a produção comercial. Também podem ser valorizadas como sendo estratégias de recomposição de APPS, e em locais com necessidade de plantas fitorremediadoras.

**REFERÊNCIAS**

ADAMOWICZ, R. A. G.; SCREMIM-DIAS, E. Aspectos estruturais e ontogenéticos dos diafragmas das raízes de *Nymphaea amanozum* L. (Nymphaeaceae). *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, p. 198-200, 2007.

ALOVISI, M. R. *Produção, caracterização morfo-anatômica e ornamental e uso do Juncus effusus L. em paisagismo*. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

AMARAL, M. C. E. Menyanthaceae In: *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB010054>>. Acesso em 11 de jan. de 2010.

ANDRADE, M. A.; MARANHO, L. T.; PREUSSLER, K. H.; CUBAS, S. Organização estrutural da raiz e folha de *Sagittaria montevidensis* Cham. & Schltdl, Alismataceae. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, p. 117-119, 2007. Suplemento.

APEZZATO da GLÓRIA, B. *Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução no Brasil*. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2003. 80p.

ARBURY, J.; BIRD, R.; HONOUR, M.; INNES, C.; SALMON, M. *The complete book of plant propagation*. New Townna: Tauton Press. 1997. 224p.

ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. Reasons for the presence or absence of convective (pressurized) ventilation in the genus *Equisetum*. *New Phytologist*, Lancaster, v. 190, p. 387 – 397, 2011.

ARMSTRONG, J.; ARMSTRONG, W. Record rates of pressurized gas-flow in the great horsetail, *Equisetum telmateia*. Were Carboniferous Calamites similarly aerated? *New Phytologist*, Lancaster, v. 184, p. 202 – 215, 2009.

ARMSTRONG, W. Diaphragms and survival. *New Phytologist*, Lancaster, v. 145, p. 1 – 5, 2000.

ASNP. Associação Nacional de Paisagismo. O paisagismo: a atividade. Disponível em: <<http://www.anponline.org.br/conteudo/paisagismo/index.htm>>. Acesso em 12 de ago. de 2010.

BAILEY-SERRES, J.; VOESENEK, L. A. C. J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. *Plant Biology*, Lancaster, v. 59, p. 313 – 339, 2008.

BAILONE, A. L. A magia das águas e as ninfas que nela habitam. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*. Campinas, v. 3, n.1, p.13-20, 2007. CD ROM.

BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C; FINGER, L. F. Propagação vegetativa natural. In: BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C.(Ed) *Propagação de plantas ornamentais*. Viçosa: Editora da UFV, 2007. p. 91- 107.

BARROSO C. M.; KLEIN, G. N.; BARROS, I. B. I.; FRANKE, L. B.; DELWING, A. B. Considerações sobre a propagação e o uso ornamental de plantas raras ou ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 13, n.2, p. 91-94, 2007.

BONA, C.; MORRETES, B. L. de. Anatomia das raízes de *Bacopa salzmanii* (Benth.) Wettst. Ex Edwall e *Bacopa monnierioides* (Cham.) Robinson (Scrophulariaceae) em ambientes aquático e terrestre. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 155-170, jun. 2003.

BRAGINA, T. V.; RODIONOVA, N. A.; GRINIEVA, G. M. Ethylene production and activation of hydrolytic enzymes during acclimation of maize seedlings to partial flooding. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 50, p.794-798, 2003.

BRASIL. Lei nº. 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, de 16 de setembro de 1965. Retificada em 28 de setembro de 1965.

BRAUN-BLANQUET, J. J. *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.

BUCKERIDGE, M. S.; AIDAR, M. P. M.; MARTINEZ, C. A.; SILVA, E. A. Respostas de plantas às mudanças climáticas globais. In *Biologia das mudanças climáticas no Brasil* (M.S. Buckeridge, org.). Ed. Rima, São Carlos, 2008. p.77-92.

BUSCH, J. Growth responses of the Everglades wet prairie species *Eleocharis cellulosa* and *Rhynchospora tracyi* to water level and phosphate availability. *Aquatic Botany*, v. 78, p. 37 - 54, 2004.

CAMPOS, C. C. de; PETRY, C. L. Propagação vegetativa e potencial paisagístico de uma verbena rasteira. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 14, n. 2, p.169-178, 2009.

CASSOL, B.; AGOSTINETTO, D.; MARIATH, J. E. A. Análise morfológica de *Sagittaria montevidensis*, desenvolvida em diferentes condições de inundação. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 487-496, 2008.

CHAMAS, C. C.; MATTHES, L. A. F. Métodos para levantamento de espécies nativas com potencial ornamental. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 6, n. 1/2, p. 53-63, 2000.

CHEN, S.; HUBER, H.; KROON, H. de; PEETERS, A. J. M.; POORTER, H.; VOESENEK, L. A. C. J.; VISSER, E. J. W. Intraspecific variation in the magnitude and pattern of flooding-induced shoot elongation in *Rumex palustris*. *Annals of Botany*, Oxford, v. 104, p. 1057 – 1067, 2009.

COAN, A. I.; SCATENA, V. L.; GIULIETTI, A. M. Anatomia de algumas espécies aquáticas de Eriocaulaceae brasileiras. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 371-384, 2002.

COLMER, T. D.; FLOWERS, T. J. Flooding tolerance in halophytes. *New Phytologist*, Lancaster, v. 179, p. 964-974, 2008.

COLMER, T. D.; PEDERSEN, O. Oxygen dynamics in submerged rice (*Oriza sativa*). *New Phytologist*, Lancaster, v. 178, p. 326-334, 2008.

COLMER, T. D.; VOESENEK, L. A. C. J. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology*, Oxford, v. 36, p 665- 681, 2009.

CORDAZZO, C. V.; SEELINGER, U. *Guia ilustrado da vegetação costeira do extremo sul do Brasil*. Rio Grande: Ed. da FURG. 1988. 275 p.

CRONQUIST, A. *Na integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CUNHA, G. R. *Meteorologia: fatos e mitos*. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT, 1997. 268 p.

DARBYSHIRE, S. J.; FRANCIS, A. The biology of invasive alien plants in Canada. 10. *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) Kuntze. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 88, n.4, p 811-829, 2008

DEEGAN, B. M.; WHITE, S. D.; GANF, G. G. The influence of water level fluctuations on growth of four emergent macrophyte species. *Aquatic Botany*, v. 86, p. 309 – 315, 2007.

DOMINGOS, V. D.; PASCHOA, P. L.; MARTINS, D.; COSTA, N. V. Alocação de biomassa e nutrientes em *Myriophyllum aquaticum* sob diferentes níveis de macronutrientes. *Planta daninha*, Viçosa, v.23, n.2, p.193-201, 2005.

EMBRAPA. Disponível em: <[www.cnpt.embrapa.br/informaçõesmeteorológicas](http://www.cnpt.embrapa.br/informaçõesmeteorológicas)>. Acesso em 19 de jan. de 2011.

ETNIER, S. A.; VILLANI, P. J. Differences in mechanical and structural properties of surface and aerial petioles of the aquatic plant *Nymphaea odorata* subsp. *tuberosa* (Nymphaeaceae). *American Journal of Botany*. v, 94, n 7, p. 1067–1072, 2007.

EVANS, D. E. Aerenchyma formation. *New phytologist*, Lancaster, v. 161, p. 35 - 49, 2003.

FANTE, C. A.; ALVES, J. D.; GOULART, P. P. de F.; DEUNER, S.; SILVEIRA, N. M. Respostas fisiológicas em cultivares de soja submetidas ao alagamento em diferentes estádios. *Bragantia*, São Paulo, v.69, n.2, p. 253-261, 2010.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: UFSCar, 2000. p.

FUKAO, T.; YEUNG, E.; BAILEY-SERRES, J. The submergence tolerance regulator SUB1A mediates crosstalk between submergence and drought tolerance in Rice. *The Plant Cell*, v. 23, p. 412–427, 2011.

GLÉMAS, P. *Jardins d'eau: le bassin, les berges, les plantes et les poisons*. Paris: La Maison Rustique, 2002. 126 p.

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2005. Disponível em <<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=19&fr=1&sts=sss>>. Acessado em 19 de jan 2011.

GRANDIS, A.; GODOI, S.; BUCKERIDGE, M. S. Respostas fisiológicas de plantas de regiões alagadas às mudanças climáticas globais. *Revista Brasillera de Botânica* São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1-12, jan. 2010. Suplemento.

HEIDEN. G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 2-7, 2006. 1 CD-ROM.

HUSSNER, A. Growth and photosynthesis of four invasive aquatic plant species in Europe. *Weed Research*, v. 49, p. 506-515, 2009.

HUSSNER, A.; MEYER, C.; BUSCH, J. The influence of water level and nutrient availability on grow and root system development of a *Myriophyllum aquaticum*. *Weed Research*, v. 49, p. 73-80, 2009.

INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION. Disponível em: <<http://www2.darwin.edu.ar/>>. Acesso em 14 de jan. de 2010.

IRGANG, B. E.; GASTAL JUNIOR, C. V. S. *Macrófitas aquáticas da planície costeira do RS*. Porto Alegre: CPG-Botânica/ UFRGS, 1996. 195p.

JACKSON, M. B.; COLMER, T. D., Response and adaptation by plants flooding stress. *Annals of Botany*, Oxford, v. 96, p. 501 -505, 2005.

JAMES, W. K. Effects of lime-induced inorganic carbon reduction on the growth of three aquatic macrophyte species. *Aquatic Botany*, v. 88, n. 2, p. 99–104, 2008.

KÄMPF, A. N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 67p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo III. 2 ed. São Paulo: BASF, 2000. p. 124.

LACOU, P.; FREEDMAN, B. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Review*, v. 14, p. 89 – 136, 2006.

LEITE, K. R. B; FRANCA, F.; SCATENA, V. L. Anatomia de espécies anfíbias de Cyperaceae de lagoas do semi-árido, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 23, n.3, p. 786-796, 2009.

LI, S. P., HSIEH, T. S., LIN, C. C. The genus *Nymphoides* Séguier (Menyanthaceae) in Taiwan. *Taiwania*, Taiwan, v. 47, n. 4, p. 246-258, 2002.

LIANG, F.; SHEN, L-Z.; CHEN, M.; YANG, Q. Formation of intracellular gas space in the diaphragm durin the development of

aerenchyma in the leaf petiole of *Sagittaria trifolia*. *Aquatic Botany*, v. 88, p 185 -195, 2008.

LIN, B. L. Abscisic acid regulation of heterophylly in *Marsilea quadrifolia* L.: Effects of R(-) and S(+) isomers. *Journal of Experimental Botany*, v. 56, n. 421, p. 2935-2948, nov. 2005.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. de; PARENTONI, S. N. *Anatomia radicular ao longo dos ciclos de seleção do milho Saracura sob alagamento intermitente do solo*. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17).

MALTCHIK, L.; ROLON, A. S.; GUADAGNIN, D. L.; STENERT, C. Wetlands of Rio Grande do Sul, Brazil: a classification with emphasis on plant communities. *Acta Limnologica Brasiliensia*, São Carlos, v. 16, n.2, p. 137-151, 2004.

MARTÍNEZ, M.; SÁNCHEZ, M, G. Descripción anatómica vegetativa de dos espécies de *Nymphoides* (Menyanthaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, México, v. 77, p. 81-87, 2006.

MARWAT, S. K.; KHAN, M. A.; AHMAD, M.; ZAFAR, M. *Nymphoides indica* (L.) Kuntze, a new record for a Pakistan. *Pakistan Journal Botany*, Islamabad, v.41, n. 6, p. 2657-2660, 2009.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, São Paulo, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.

MEYER, S. T.; FRANCESCHINELLI, E. V. Estudo florístico de plantas vasculares associadas às áreas úmidas na Cadeia do Espinhaço (MG), Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 33, n. 4, p.677-691, 2010.

MOLLARD, F. P. O.; STRIKER, G. G.; PLOCHUK, E. L.; VEGA, A. S.; INSAUSTI, P. Flooding tolerance of *Paspalum dilatatum* (Poaceae: Paniceae) from upland and lowland positions in a natural grassland. *Flora*, v. 203, p. 548–556, 2008.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2000, 128p.

MÜHLENBOCK, P.; PLASZCZYCA, M.; PLASZCZYCA, M.; MELLEROW, E., KARPINSKI, S. Lisigenous aerenchyma formation in *Arabidopsis* is controlled by lesion simulating disease. *The Plant Cell*, v. 19, p. 3819-3830, nov. 2007.

MUKHOPADHYAY, G.; DEWANJI, A. Presence of tropical hydrophytes in relation to limnological parameters - a study of two freshwater ponds in Kolkata, India. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, v. 41, n. 4, p. 281-289, 2005.

NEIFF, J.J.; POI de NEIFF, A. S. G.; PATIÑO, C. A.; BASTERRA de CHIOZZI, I. Prediction of colonization by macrophytes in the Yaciretá reservoir of the Paraná river (Argentina and Paraguay). *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 60, n.4, p 615 -626, 2000.

NUNES, E. L. P. Desenvolvimento do androceu e gineceu em três espécies de *Potamogeton* L. (Potamogetonaceae, Alismatales). Dissertação (Mestrado). 2009. 61p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. 5. ed. São Paulo. Cengage Learning, 2008. 612 p.

PAILLISSON, J. M.; MARION, L. Can small water level fluctuations affect the biomass of *Nymphaea alba* in large lakes. *Aquatic Botany*, v. 84, p. 259-266, 2006.

PALMA-SILVA, C. *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze (Menyanthaceae) em um pequeno lago raso subtropical (Rio Grande, RS). *Iheringia Série Botânica*, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 249-256, 2008.

PARLANTI, S.; KUDAHETTIGE, N. P.; LOMBARDI, L.; MENSUAL-SODI, A.; ALPI, A.; PERATA, P.; PUCCIARIELLO, C. Distinct mechanisms for aerenchyma formation in leaf sheaths of rice

genotypes displaying a quiescence or escape strategy for flooding tolerance. *Annals of Botany*, Oxford, v. 107, 1335 – 1343, 2011.

PEINTINGER, M.; PRATIB, D.; WINKLER, E. Water level fluctuations and dynamics of amphibious plants at Lake Constance: Long-term study and simulation *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, Zurich, v. 8, p.179–196, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1433831911000138>>. Acesso em 18 de ago. de 2010.

PETRUCIO, M. M.; ESTEVES, F. A. Influence of photoperiod on the uptake of nitrogen and phosphorus in the water by *Eichhornia crassipes* and *Salvinia auriculata*. *Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos, v. 60, n.3, p. 373-379. 2000.

PIERIK, R.; VAN AKEN, J. M.; VOESENEK, L. A. C. J. Is elongation-induced leaf emergence beneficial for submerged *Rumex* species? *Annals of Botany*, Oxford, v. 103, p. 353-357, 2009.

PIERINI, S. A; THOMAZ, S. M. Adaptações de plantas submersas à absorção do carbono inorgânico. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 629-641, set. 2004.

PIVARI, M. O. D.; SALIMENA, F. R. G.; POTT, V. J.; POTT, A. Macrófitas Aquáticas da Lagoa Silvana, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 63, n. 2, p. 321-327, 2008.

PORTO, M. L.; MENEGAT, R. Ecologia da paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA G. (Org). *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades. Estratégias para Porto Alegre*. Porto Alegre. Ed UFRGS. 2004. p. 361-365

POTT, V. J.; POTT, A. *Plantas aquáticas do pantanal*. Corumbá: Embrapa, 2000. 250p.

POTT, V. J.; POTT, A.; LIMA, L. C. P.; MOREIRA, S. N.; OLIVEIRA, A. K. M. Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal

wetland and upper basin. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 71, n. 1, p. 255-263, 2011.

RAJHI, I.; YAMAUCHI, T.; TAKAHASHI, H.; NISHIUCHI, S.; SHIONO, K.; WATANABE, R.; MLIKI, A.; NAGAMURA, Y.; TSUTSUMI, N.; NISHIZAWA, N. K.; Identification of genes expressed in maize root cortical cells during lysigenous aerenchyma formation using laser microdissection and microarray analyses. *New Phytologist*, Lancaster, v. 190, p. 351 – 368, 2011.

RAMSAR. The Ramsar convention on wetlands. Disponível em: <[http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-home/main/ramsar/1\\_4000\\_0\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-home/main/ramsar/1_4000_0__)>. Acesso em 18 de julho de 2010.

REVEAL, J. L.; CHASE, M. W. APG III: Bibliographical Information and Synonymy of Magnoliidae. *Phytotaxa*, v.19, p. 71–134, 2011.

RICHARDS, J. H.; DOW, M.; TROXLER, T. Modeling Nymphoides architecture: a morphological analysis of *Nymphaea aquatic* (Menyanthaceae). *American Journal of Botany*, v. 97, n. 11, p. 1761 – 1771, 2010.

RICHARDS, J. H.; TROXLER, T.; LEE, D. W.; ZIMMERMAN, M. S. Experimental determination of effects of water depth on *Nymphaea odorata* growth, morphology and biomass allocation. *Aquatic Botany*, v. 95, p. 6 – 16, 2011.

ROCHA, D. C.; MARTINS, D. Adaptações morfoanatômicas de Cyperaceae ao ambiente aquático. *Planta daninha*, Viçosa, v. 29, n.1, p. 7-15, 2011.

RODRIGUES, A. C.; ESTELITA, M. E. M. Anatomia da raiz de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Botânica*. São Paulo, v. 27, n.4, p.629-638, 2004a.

\_\_\_\_\_. Morphoanatomy of the stem in Cyperaceae. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, n. 23, v. 3, p 889-901, 2009b.

ROESSING, M.; PETRY, C. A água e os juncos nos jardins aquáticos contemporâneos. *Rev. Bras. Hort. Oram*, v. 15, n.1, p. 63-70, 2009.

ROLON, A. S.; ROCHA, O.; MALTCHIK, L. Diversidade de macrófitas aquáticas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. *Neotropical Biology and Conservation*, São Leopoldo, v. 6, n.1, p. 5 - 12, 2011.

ROMAHN, V. *Suculentas e cactos, aquáticas e samambaias*. 2. ed. São Paulo: Europa, 2007. 450p.

RYSER, P. GILL, H. K., BYRNE, C.J. Constrains of root response to waterlogging in *Alisma triviale*. *Plant Soil*, v. 343, p.247–260, 2011.

RZEWUSKI, G.; SAUTER, M. Ethylene biosynthesis and signaling in rice. *Plant Science*, v. 175, p. 32-42, 2008.

SALGUEIRO, T., B. *Geografia e Paisagem*. Disponível em: <[www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-72/72](http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-72/72)>. Acesso em 12 de ago. de 2010.

SANTAMARÍA, L. Why are most aquatic plants widely distributed? Dispersal, clonal growth and small-scale heterogeneity in a stressful environment. *Acta Oecologica*, v. 23, n. 3, p. 137–154, jun., 2002.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. *Manual de descrição e coleta de solos no campo*. 5 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: UFV; (Rio de Janeiro): Embrapa Solos: UFRRJ, 2005. 92p.

SANTOS, W. J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera* spp. em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODAO, 4, 2003, Goiânia [Cd-Rom]. *Anais...* 2003.

SCHMIDT-MUMM, U. Notes on the genus *Nymphoides* (Menyanthaceae) of Colombia. *Caldasia*, v. 27, n.1, p.127-130, Jun. 2005. Disponível em:<[http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S036652322005000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S036652322005000100007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 12 de jan. de 2011.

SCHNEIDER, A. A. A flora naturalizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: herbáceas subespontâneas. *Biociências*, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 257-268, jul., 2007.

SCREMIM-DIAS, E. O retorno à origem aquática. In: SCREMIM-DIAS et al. (Org.) *Nos jardins submersos da Bodoquema*. Campo Grande: UFMS, 1999. p. 25-41.

SHABALA, S. Physiological and cellular aspects of phytotoxicity tolerance in plants: the role of membrane transporters and implications for crop breeding for waterlogging tolerance. *New Phytologist*, Lancaster, In-Press, nov, 2010.

SHIONO, K.; TAKAHASHI, H.; COMER, T. D.; NAKAZONO, M. Role of ethylene in acclimations to promote oxygen transport in roots of plants in waterlogged soils. *Plant Science*, v. 175, p. 52 -58, 2008.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v.19, n.1, p.183-194, 2005.

SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R. R. de; GUEDES-BRUNI, R. R. Geografia, história e ecologia: criando pontes para interpretação da paisagem. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 12, p. 49-66, 2009.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

STEFFENS, B.; GESKE, T.; SAUTER, M. Aerenchyma formation in the rice stem and its promotion by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. *New Phytologist*, Lancaster, v. 190, p. 369 – 378, 2011.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: Emater/Ascar, 2008. 107p.

STUMPF, E. R. T.; HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; FISCHER, S. Z.; NEITZKE, R. S. Espécies nativas do bioma pampa para uso como folhagem de corte. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v. 14, n.2, p. 123-133, 2009.

SURALTA, R. R.; YAMAUCHI, A. Root growth, aerenchyma development, and oxygen transport in Rice genotypes subjected to drought and waterlogging. *Environmental and Experimental Botany*, v. 64, p. 75–82, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

THIÉBAUT, G.; DI NINO, F. Morphological variations of natural populations of an aquatic macrophyte *Elodea nuttallii* in their native and in their introduced ranges. *Aquatic Invasions*, v. 4, n. 2, p 311-320, 2009.

THOMAZ, S. M.; CARVALHO, P.; PADIAL, A. A.; KOBAYASCHI, J. T. Temporal and spatial patterns of aquatic macrophyte diversity in the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 69, n. 2, p. 617-625, 2009.

TIPPERY, N. P.; LES, D. H.; PADGETT, D. J.; JACOBS, W. L. Generic Circumscription in Menyanthaceae: A Phylogenetic Evaluation. *Systematic Botany*, v. 33, n. 3, p. 598–612, 2008.

VISSER, E. J. W.; BÖGEMANN, G. M. Aerenchyma formation in the wetland plant *Juncus effusus* independent of ethylene. *New Phytologist*, Lancaster, v. 171, p. 305 – 314, 2006.

VOESENEK L. A. C.; BAILEY-SERRES. Plant biology: genetics of high-rise rice. *Nature*, v. 460, p. 959 -960, 2009.

VOESENEK, L. A. C. J.; BAILEY-SERRES, J. Genetics of high-rise rice. 2008. Disponível em: <<http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/Genetics%20of%20high%20rise%20rice.pdf>>. Acesso em 13 de jun. de 2011.

VOESENEK, L. A. C. J.; COLMER, T. D.; PIERIK, R.; MILLENAAR, F. F.; PEETERS, A. J. M. How plants cope with complete submergence. *New Phytologist*, Lancaster, v. 170, p. 213 - 226, 2006.

WANG, J.; YU, D.; WANG, Q. Growth, biomass allocation, and autofragmentation responses to root and shoot competition in *Myriophyllum spicatum* as a function of sediment nutrient supply. *Aquatic Botany*, v. 89, p 357-364, 2008.

WANG, J.; YU, D.; WANG, Q. Reproductive consequences of interactions between clonal growth and sexual reproduction in *Nymphoides peltata*: a distylous aquatic plant. *New Phytologist*, Lancaster, v. 165, p. 329–336, 2005.

WERSAL, R. M. The conceptual ecology and management of parrotfeather *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. 2010. Dissertation (Degree of doctor of Philosophy in Weed Science) – Department of plant and soil sciences, Faculty of Mississippi State University, 2010.

WERSAL, R. M. & MADSEN, J. D. Comparative effects of water level variations on growth characteristics of *Myriophyllum aquaticum*. *Weed Research*, v. 51, p 386 -393, 2011a.

WERSAL, R. M. et al. Phenology, starch allocation, and environmental effects on *Myriophyllum aquaticum*. *Aquatic Botany* v.In-Press, may, 2011.

YU, L.; YU, D. Differential responses of the floating-leaved aquatic plant *Nymphoides peltata* to gradual versus rapid increases in water levels. *Aquatic Botany*. v. 94, n 2, p 71 – 76, 2010.

ZENKE, M. M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de Spodoptera cosmioides (Walker) (Lepidoptera, Noctuidade). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 24, n.1, p.99-107, 2007.

ZHU, J.; BROWN, K. M.; LINCH, J.P. Root cortical aerenchyma improves the drought tolerance of maize (*Zea mays* L.). *Plant, cell and environment*, v. 33, p 740–749, 2010.



Apêndice 3 – Equivalência do número de dias com datas de avaliação e caracterização da ordenação dos tratamentos dos experimentos com *N. indica* e *M. aquaticum*, conduzidos no pavilhão de aquáticas do Cepagro/FAMV.

Número de dias	Data de avaliação	Tratamento água nível baixo = ANB		Tratamento água nível alto=ANA	
		Pleno sol =SOL	Com sombrite = SS	Pleno sol SOL	Com sombrite SS
1	23/09/08				
8	30/09/08				
15	07/10/08				
22	14/10/08				
29	22/10/08				
38	30/10/08				
44	05/11/08	ANBSOL	ANBSS	ANASOL	ANASOL
51	12/11/08				
57	18/11/08				
64	25/11/08				
72	03/12/08				
79	10/12/08				
93	24/12/08				
106	06/01/09				
120	20/01/09				

Apêndice 4 – Análise de variância do número de folhas de *N. indica* do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
N. DE_DIAS	14	6325,19	451,80	25,82	0,000
NIVEL D'ÁGUA	1	377,53	377,53	21,58	0,000
LUMINOSIDE	1	1761,77	1761,77	100,69	0,000
N. DE_DIAS*NIVEL D'ÁGUA	14	741,18	52,94	3,03	0,000
N. DE_DIAS*LUMINOSIDE	14	1524,49	108,89	6,22	0,000
NIVEL D'ÁGUA*LUMINOSIDE	1	80,78	80,78	4,62	0,032
N. DIAS*NIVEL D'ÁGUA* LUM	14	572,50	40,89	2,34	0,004
erro	360	6298,78	17,50		
Total corrigido	419	17682,23			
CV (%) =	40,43				
Média geral:	10,35			Número de observações: 420	

Apêndice 5 – Análise de variância da maior área foliar de *N. indica* do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
N. DE_DIAS	14	45.463,97	3.247,43	80,14	0,000
NIVEL D'ÁGUA	1	35.918,05	35.918,05	886,42	0,000
LUMINOSIDE	1	208,58	208,58	5,15	0,024
N. DE_DIAS*NIVEL D'ÁGUA	14	17.707,95	1.264,85	31,22	0,000
N. DE_DIAS*LUMINOSIDE	14	971,83	69,42	1,71	0,051
NIVEL D'ÁGUA*LUMINOSIDE	1	1.101,95	1.101,95	27,20	0,000
N. DIAS*NIVEL D'ÁGUA* LUM	14	5.055,61	361,12	8,91	0,000
erro	360	14.587,30	40,52		
Total corrigido	419	121015,237			
CV (%) =	31.24				
Média geral:	20.3754571	Número de observações:	420		

Apêndice 6 – Análise de variância do maior comprimento de caule em cm de *N. indica* do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
N. DE_DIAS	14	21.161,59	1.511,54	1.26,31	0,000
NIVEL D'ÁGUA	1	28.227,68	28.227,68	23.58,86	0,000
LUMINOSIDE	1	186,67	186,67	15,60	0,000
N. DE_DIAS*NIVEL D'ÁGUA	14	12.715,38	908,24	75,90	0,000
N. DE_DIAS*LUMINOSIDE	14	110,16	7,87	0,66	0,815
NIVEL D'ÁGUA*LUMINOSIDE	1	315,12	315,12	26,33	0,000
N. DIAS*NIVEL D'ÁGUA* LUM	14	698,81	49,91	4,17	0,000
erro	360	4.308,01	11,97		
Total corrigido	419	67723,42			
CV (%) =	28.15				
Média geral:	12.2880952	Número de observações:	420		

Apêndice 7 – Análise de variância do maior diâmetro de pecíolo em mm de *N. indica* do período de 23/09/2008 a 20/01/2009, submetida a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 15 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
N. DE_DIAS	14	211,39	15,10	76,90	0,000
NIVEL D'ÁGUA	1	23,24	23,24	118,36	0,000
LUMINOSIDE	1	9,63	9,63	49,05	0,000
N. DE_DIAS*NIVEL D'ÁGUA	14	17,54	1,25	6,38	0,000
N. DE_DIAS*LUMINOSIDE	14	16,21	1,16	5,90	0,000
NIVEL D'ÁGUA*LUMINOSIDE	1	2,95	2,95	15,02	0,000
N. DIAS*NIVEL D'ÁGUA* LUM	14	10,45	0,75	3,80	0,000
erro	360	70,69	0,20		
Total corrigido	419	362,10			
CV (%) =	26.21				
Média geral:	1.6904762	Número de observações:	420		

Apêndice 8 – Análise de variância do número de flores de *N. indica* no período de 12/11/2008 a 05/04/2009, submetida a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 68 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
LUMINOSIDE	1	106,36	106,36	8,64	0,124
Erro 1	12	147,74	12,31		
NIVEL D'ÁGUA*	1	960,03	960,03	130,47	0,000
LUMINOSIDE* NIVEL D'ÁGUA	1	56,50	56,50	7,68	0,017
Erro 2	12	88,30	7,36		
N. DE_DIAS	67	298,17	4,45	5,05	0,000
LUMINOSIDE* N. DE_DIAS	67	64,93	0,97	1,10	0,274
NIVEL D'ÁGUA *N. DE_DIAS	67	267,68	3,99	4,53	0,000
LUMINOSIDE* NIVEL D'ÁGUA	67	78,07	1,16	1,32	0,440
Erro 3	67	1417,71	0,88		
Total corrigido	1903	3484,89			
CV (%) =	155.89				
Média geral:	0.7914916	Número de observações:	1904		

Apêndice 9 – Análise de variância do comprimento de caule de *M aquaticum* no período de 23/09/2008 a 24/12/2008, submetido a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 13 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL D'ÁGUA	1	10.884,86	10.884,86	31,65	0,000
LUMINOSIDADE	1	29.202,08	29.202,08	84,90	0,000
N. DE_DIAS	12	126.031,08	10.502,59	30,54	0,000
NIVEL D'ÁGUA*LUMIN.	1	7.865,94	7.865,94	22,87	0,000
NIVEL D'ÁGUA*N. DE_DIAS	12	4.366,25	363,85	1,06	0,396
LUMINOSIDA*N. DE_DIAS	12	4.441,78	370,15	1,08	0,380
N. D'ÁGUA*LUM*N. DE DIAS	12	1.502,39	125,20	0,36	0,975
erro	312	107.312,72	343,95		
Total corrigido	363	291607,10			
CV (%)=	60,76				
Média geral:	30,52	Número de observações:	364		

Apêndice 10 – Análise de variância do número de brotos por caule *M aquaticum* no período de 23/09/2008 à 24/12/2008, submetido a dois níveis de água, a duas luminosidades e a 13 avaliações, UPF, Passo Fundo, RS.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEL D'ÁGUA	1	45,72	45,72	14,68	0,000
LUMINOSIDADE	1	358,02	358,02	114,99	0,000
N. DE_DIAS	12	79,62	6,63	2,13	0,015
NIVEL D'ÁGUA*LUMIN.	1	40,22	40,22	12,92	0,000
NIVEL D'ÁGUA*N. DE_DIAS	12	5,89	0,49	0,16	1,000
LUMINOSIDA*N. DE_DIAS	12	28,01	2,33	0,75	0,702
N. D'ÁGUA*LUM*N. DE DIAS	12	6,53	0,54	0,18	0,999
erro	312	971,43	3,11		
Total corrigido	363	1535,44			
CV (%)=	52,86				
Média geral:	3.3379121	Número de observações:	364		