

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO COMPARATIVO DAS PERDAS D'ÁGUA EM MESOCOSMOS
COLONIZADOS OU NÃO POR AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-
Laubach)**

RODRIGO MARTINEZ CASTRO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Janeiro - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO COMPARATIVO DAS PERDAS D'ÁGUA EM MESOCOSMOS
COLONIZADOS OU NÃO POR AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-
Laubach)**

RODRIGO MARTINEZ CASTRO

Orientador: Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini

Co-Orientador: Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU-SP
Janeiro - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C355e Castro, Rodrigo Martinez, 1976-
Estudo comparativo das perdas d'água em mesocosmos colonizados ou não por Aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach) / Rodrigo Martinez Castro. - Botucatu : [s.n.], 2008.
xiii, 77 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008
Orientador: Edivaldo Domingues Velini
Co-orientador: Fernando Tadeu de Carvalho
Inclui bibliografia

1. Evaporação. 2. Plantas - Transpiração. 3. Plantas aquáticas. 4. Erva daninha. 5. Aguapé. I. Velini, Edivaldo Domingues. II. Carvalho, Fernando Tadeu. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ESTUDO COMPARATIVO DAS PERDAS DE ÁGUA EM MESOCOSMOS
COLONIZADOS OU NÃO POR AGUAPÉ (*Eichhornia crassipes* (MART.)
Solms-Laubach).**

ALUNO: RODRIGO MARTINEZ CASTRO

ORIENTADOR: PROF. DR. EDIVALDO DOMINGUES VELINI

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. FERNANDO TADEU DE CARVALHO

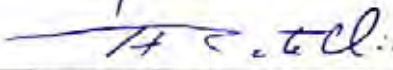
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. FERNANDO TADEU DE CARVALHO



PROF. DR. LUIS FERNANDO NICOLOSI BRAVIN



PROF. DR. ROBINSON ANTONIO PITELLI

Data da Realização: 18 de janeiro de 2008

Agradeço a **Deus**

pelo Sopro do Início,

pela Paz na Busca e

pela Fé na Eternidade.

Aos meus pais Geraldo e Marlene, símbolos de tudo que sou, fonte inesgotável de admiração. A meu irmão César.

Dedico

A minha noiva Martha, pela ajuda e compreensão, pela perseverança e carinho – recompensas não lhe têm a altura, só o amor que sempre dedicarei.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agronômicas / UNESP, campus de Botucatu pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Dr. Edivaldo Domingues Velini, pela orientação, por todo auxílio ao longo desse percurso, pelo convívio, e por partilhar comigo um pouco da sua genialidade.

Ao professor Dr. Fernando Tadeu de Carvalho, pela imprescindível co-orientação. Ao meu irmão e amigo, Tio Fer: mais uma vez seu apoio e amizade são exemplos do que há de mais valioso entre tudo que aprendi dentro de uma universidade. *“obrigado amigo, a gente acerta tudo no montão do fim do ano”*

Aos professores Robinson Antonio Pitelli e Luis Fernando Bravin, pelas considerações e pelas valiosas sugestões.

Ao amigo Paulo Lopes, aluno de agronomia de Ilha Solteira, por todo auxílio prestado, sem o qual e sem o qual esse trabalho não teria se desenvolvido, meu muito obrigado.

Aos amigos Eduardo, Cario Rossi, Caio Gafa, Marcelo, e demais companheiros do Nupam.

Aos amigos Rodrigo Foltran e Neumárcio da Costa, pela paciência e compreensão em dividir o espaço no início dessa caminhada. A Andréia, Maria Renata, Douglas, Nara, pelos momentos de alegria. A todos os amigos e companheiros de disciplinas, que passaram pela minha vida nessa jornada acadêmica, e que de uma forma ou de outra contribuíram para minha formação. A todos vocês meus amigos, que doaram muito mais que só um pouco de tempo, obrigado.

A FEPAF – Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, pelo incentivo, e aos seus funcionários, Silvia, Fernanda, Fernando, Edlaine, Marcio, Patrícia, Marcelo, Thais, Ana Paula, Ana Maria, Paula, pela amizade e carinho e por todos os valores que ai obtive.

Ao Vinício e Augusta; Julia, Willian e Olivia, Rildo e Fabiana. Por todos os incentivos e por ampliarem o sentido da palavra família.

Aos amigos do laboratório de matologia Beto, Guilherme e Marcelo, por todo apoio e principalmente pela camaradagem.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

"Eu quero saber como Deus criou este mundo. Não estou interessado neste ou naquele fenômeno, no espectro deste ou daquele elemento. Eu quero conhecer os pensamentos Dele, o resto são detalhes." [Albert Einstein]

SUMÁRIO

	PÁGINA
Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	xi
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	5
4 REVISÃO DE LITERATURA	9
4.1 Descrição do Aguapé (<i>E. Crassipes</i>)	12
4.2 Climatologia.....	14
4.2.1 Evaporação, Evapotranspiração e Potencial Total de Água na Atmosfera	14
4.2.2 Transpiração do Aguapé	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 Localização	18
5.2 Montagem do Experimento	19
5.3 Aquisição e Tratamento dos Dados	23
5.4 Montagem e Apresentação dos Dados	25
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
7 CONCLUSÕES	51
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

ANEXO I.....	61
ANEXO II	68
ANEXO III	70
ANEXO IIII.....	73

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
1. Leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa sem plantas”. Dados em décimo de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007	28
2. Leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa com plantas”. Dados em décimo de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.	29
3. Diferenças das leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa sem plantas”. Valores calculados pela diferença entre a leitura atual e a imediatamente anterior, dados em décimo de mm de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.....	34
4. Diferenças das leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa com plantas”. Valores calculados pela diferença entre a leitura atual e a imediatamente anterior, dados em décimo de mm de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.	35

5. Leitura média nos sensores, diferença média volumétrica e perdas acumuladas. Dados diários em unidade de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 200737

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Esquema representativo dos tipos de plantas aquáticas baseadas no hábito de crescimento: 1- emersas (marginais), 2- flutuantes enraizadas, 3- flutuantes, 4- submersas. Fonte: Riemer (1984)	10
2 Fotografia aérea demonstrando o potencial de infestação por hidrófitas na área represada do Rio Piracicaba (esquerda) e junto à barragem da UHE de Bariri, no Rio Tietê (direita). Junho/2001 – Fonte: Velini et al, 2005	11
3 Planta característica de <i>E. crassipes</i> – Fonte: Knoch, 2005.	13
4 Imagem inicial do experimento, mostrando as caixas com e sem plantas, e o nível de preenchimento pela população de macrófitas – Ilha Solteira / SP, 2007..	20
5 Fotografia demonstrando a disposição nas caixas durante o experimento, e o sistema de suporte e redução de interferências (canos de PVC). Ilha Solteira / SP, 2007.....	22
6 Fotografia demonstrando a disposição do sensor dentro da caixa d'água e também o sistema de fixação dos sensores através de uma estrutura de madeira e do cano de PVC. Ilha Solteira / SP, 2007.....	22
7 Imagem ilustrativa demonstrando o hardware e do software utilizados na aquisição e exportação dos dados. Fonte: Novus.	23

8	Evolução temporal das leituras médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas”. Volumes expressos em décimos de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.....	32
9	Diferenças volumétricas das leituras médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas”. Volumes expressos em porcentagem de evolução em relação à leitura anterior. Ilha Solteira / SP, maio de 2007	33
10	Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da temperatura do ar no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.	40
11	Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da umidade do ar no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.....	41
12	Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da evaporação do Tanque Classe A, no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.....	43
13	Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias do Potencial Total de Água na Atmosfera, no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007	45

14	Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da Radiação Global, no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007...	46
----	---	----

1. RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, e as coletas de dados realizadas durante o mês de maio do ano de 2007. Foram utilizados sensores de pressão de coluna de água, capazes de medir valores de 0 a 2 M.C.A. (metros de coluna de água), em caixa contendo a macrófita aguapé (*Eichhornia crassipes*) e caixa contendo apenas água. O objetivo do trabalho foi o de analisar os efeitos na perda de água do mesocosmos para o ambiente, através dos mecanismos transpiratórios da macrófita e compara-los com a mesma situação de perda, sem plantas, e com fatores ambientais obtidos por estação meteorológica (temperatura e umidade do ar, evaporação do TCA, potencial água do ar e radiação global).

Os dados obtidos pelos sensores representam uma medição da coluna de água da caixa a cada cinco minutos aproximadamente, com precisão dada em décimo de milímetro. A média dos dados obtidos no espaço de sessenta minutos compõe o dado horário das medidas, que confrontados entre si e com os dados climáticos demonstraram uma

superioridade nas perdas do tratamento contendo plantas na superfície da ordem de 4,5 vezes a perda na caixa sem plantas (dados médios) até o valor de 40 vezes superior (dado comparado pontualmente).

Houve relação entre a dinâmica do comportamento das perdas de água ao longo do dia e os fatores climáticos estudados em ambos os tratamentos, ocorrendo ainda o mesmo comportamento com relação ao tanque classe A. Os horários compreendidos entre as 9 horas da manhã e as 20 horas, demarcaram o período de maiores perdas.

2. SUMMARY

STUDY COMPARATIVE OF THE WATER LOSSES IN MESOCOSMIC COLONIZED OR NOT BY WATERHYACINTH (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach). Botucatu, 2008, 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Rodrigo Martinez Castro

Adviser: Edivaldo Domingues Velini

Co-Adviser: Fernando Tadeu de Carvalho

The present work was developed at University of Engineering of Ilha Solteira - UNESP, during the months of March to May in 2007. They were used sensors of pressure of column of water, capable to measure values from 0 to 2 M.C.A. (meters of column of water), in boxes containing the macrophyta water hayacinth (*Eichhornia*

crassipes) and boxes just containing water. The objective was analyze the effects of the water loss in the mesocosmic to the atmosphere, through the macrophyta transpiratives mechanisms and compare them with the same loss situation without plants and with measured environmental factors, as relative humidity of the air, temperature, total liquid radiation, potential water of the air, and others. The data obtained by sensors represent a measurement of the column of water of the box, with accurately given in millimeter tenth, every five minutes approximately. The average of the data obtained over sixty minutes composes the hourly die of the measures, that confronted amongst themselves and with the climatic data they demonstrated a superiority in the losses of the treatment containing plants in the surface of the order of 4,5 times the loss in the box without plants (medium data) until the value of 40 times superior (given compared on time). There was relationship among the dynamics of the losses of water behavior along the day and the climatic factors studied in both treatments, and the same behavior was related about the Class A pan. The schedules understood between the 9 hours and the 20 hours, they demarcated the period of larger losses.

Key words: evaporation, transpiration, aquatic macrophyta and aquatic weed.

3. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de importância indiscutível ao homem e aos ecossistemas do planeta, provavelmente um dos mais importantes. É o constituinte essencial da biosfera, sendo encontrada em todos os seus ambientes, em maior ou menor grau, desde a constituição celular até a utilização para a maioria das atividades humanas, como a produção de alimentos e energia, e ainda atividades de lazer e culturais. A água é um dos mais importantes regularizadores de energia no balanço energético da Terra - sem a evaporação, a vida na sua forma atual seria impossível.

Acredita-se que a maioria das culturas do planeta tenham formado-se no entorno de rios e mananciais d'água. O estabelecimento de um grupo de pessoas em um local era determinado em grande parte pela presença de água nas proximidades, associada à fonte de consumo, ligada a alimentação, transporte, produção agrícola, entre outras. Na atualidade, essa importância não diminui, ao contrário, se faz hoje tão ou mais presente que no passado, já que o aumento da população e o advento da industrialização requerem água como fonte provedora.

Velini (2005) alerta que o aumento da demanda por água de boa qualidade aponta para 2010 como um cenário onde o mercado global de água estará equiparado ao mercado do petróleo e seus derivados. Os recursos hídricos são essenciais ao desenvolvimento econômico das regiões e bem de consumo indispensável para a saúde, conforto e lazer da sociedade, e, a depreciação deste bem natural não tem valor estimado (Maximiano, 1997).

De toda fonte disponível no planeta, os oceanos constituem 96,4% desse total. Dos 3,6 % restantes, aproximadamente 2,25% estão localizados nas calotas polares e nas geleiras, enquanto apenas 0,75% é encontrado na forma de água subterrânea, em lagos, rios e também na atmosfera, como vapor de água (Whycos, 2004). Essa pequena fração de água disponível para o consumo abastece, no Brasil, mais de 30,5 milhões de ligações de água, que consomem quase 44 milhões de metros cúbicos diários (IBGE, 2007). Esse ritmo de consumo justificou as preocupações com o abastecimento por água, o que levou o homem ao longo de sua história a buscar maneiras de garantir a disponibilidade desse precioso recurso, por meio de mecanismos tecnológicos de armazenamento, disponibilização e transporte de água.

Sabidamente, o volume de água no planeta é constante, estimado segundo a CETESB (2006) em aproximadamente 1,5 bilhão de quilômetros cúbicos. O que muda são os estados físicos no qual é disponibilizada e sua consequente composição ao passar pelas mudanças de estado. Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o consumo de água líquida potável, ela está se tornando um recurso escasso e com menor qualidade no ciclo de renovação, do ponto de vista da disponibilização nesse estado físico.

Proporcionalmente ao ritmo de uso e ao aumento da demanda, cresceu a poluição das águas continentais, que são reflexos da industrialização e urbanização, e do crescimento econômico, agravados ao despreparo e descuido das empresas, governos e população em relação à preservação do bem. A perturbação ambiental dos mananciais, facilmente percebida nos rios que cortam as grandes cidades e que recebem lixo de toda espécie (descarte químico, agroquímicos e sedimentos contaminados, entre outros) está

refletida na redução da qualidade do recurso, que por sua vez refletirá ainda em toda a população de fauna e flora dependente daquele habitat.

A poluição e conseqüente desequilíbrio do ecossistema suprime e/ou favorece a expressão de determinadas populações ou mesmo de suas características populacionais. Maximiano, em 1997, diz que os ecossistemas aquáticos possuem um equilíbrio muito frágil, interdependente de inúmeras variáveis ainda não perfeitamente conhecidas.

Plantas aquáticas são freqüentemente citadas como fruto desse desequilíbrio, causado pela poluição e também pelo represamento de cursos d'água (Carvalho et al, 2003). Em seu estado natural, essas plantas ajudam a manter o equilíbrio das populações no ecossistema, já que interferem na oxigenação e na disponibilidade de nutrientes da água, e, constituem ainda abrigo e local de alimentação para a fauna presente. No entanto, a construção de barragens e a alteração de fluxo causado por ela, que, juntamente com o grande aporte de nutrientes que acabam chegando aos corpos hídricos, através de erosões, esgotos domésticos e descarte de resíduos industriais, provocam a eutrofização do meio, favorecendo ainda mais o desenvolvimento das plantas aquáticas (Cavenaghi et al, 2005).

Colonizações de macrófitas aquáticas que tenham excessivamente se multiplicado, acabam por prejudicar o uso múltiplo dos recursos, afetando a saúde pública (servindo de local para procriação de insetos vetores de doenças humanas), navegação (impedindo a passagem de embarcações por canais e eclusas), pesca (dificultando a armação de redes), recreação (modificando a aparência da superfície da água e dificultando o acesso das pessoas) e, nos últimos anos em uma escala maior, a geração de energia (pela constante necessidade de parada das turbinas geradoras de energia para retirada das plantas das grades de proteção destas turbinas) (Fernandez et al, 1990; Marcondes & Tanaka, 1997; Pitelli, 1998; Smith et al, 1999; Van Nes et al, 2002; Tanaka et al, 2002a; Thomaz, 2002).

Outro dano que vem sendo considerado mais recentemente nos estudos de plantas invasoras aquáticas são as possíveis perdas de água ocasionadas pelas intensas taxas de transpiração exibidas por essas colonizações. Alguns autores citaram em seus trabalhos, visualizações empíricas de perdas, notadas principalmente durante trabalhos em ambiente controlado que utilizam micro e mesocosmos de volume conhecido, em laboratório, utilizando como testemunhas os reservatórios livres de plantas.

Apesar de citações auscultarem possibilidades de perda de água da ordem de até oito vezes superior quando comparada com uma superfície livre, a carência de dados e metodologias voltadas a explorar essa característica das hidrófitas foi o principal agente motivador do presente trabalho. Hipotetizou-se durante a sua concepção que as possíveis quantidades perdidas por evapotranspiração fossem talvez o maior dano econômico e até mesmo ambiental causado pelas macrófitas aquáticas, dado o valor que a água representa em nossa sociedade e as pequenas quantidades de água doce disponível.

Há a necessidade do conhecimento dos efeitos ambientais, a curto e longo prazo, gerados por qualquer intervenção sobre populações de ecossistemas aquáticos, e através deles programar um manejo adequadamente sustentável daqueles recursos.

O aguapé (*E. crassipes*) é um dos fatores bióticos que merece destaque dentro do ecossistema aquático, devido à sua grande capacidade de multiplicar-se e, portanto de gerar massa verde, da sua capacidade de adaptação e da sua presença em todos os países onde as aquáticas infestantes são relatadas, além dos bons índices de área foliar e da enorme quantidade de estômatos que possui. Dentre as plantas aquáticas mais importantes do mundo, a *E. crassipes* aparece em destaque, sendo constantemente apontada como mais importante (Holm et al, 1977), sendo apontada ainda como fator relevante nas perdas de água em ambientes lacustres (Lallana et al, 1987).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar as quantidades de perda de água em condições de mesocosmos provenientes do ambiente e da colonização de aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach).

4. REVISÃO DE LITERATURA

As plantas aquáticas podem ser encontradas vegetando às margens de rios e reservatórios ou dentro dos mais diversos ambientes aquáticos, empregando diferentes mecanismos de adaptação para sobrevivência e desenvolvimento. Enquanto algumas espécies apresentam-se enraizadas em corpos d'água com fortes correntezas, outras somente podem viver em águas paradas ou estagnadas (Martins et al., 2002).

Esteves, (1998) diz que as primeiras menções ao termo “macrófitas aquáticas” datam do ano de 1938, por Weaner & Clements, que por sua vez as definiram como plantas herbáceas que desenvolvem-se na água ou em solos cobertos por água. A esse grupo pertencem desde macroalgas até angiospermas, que de maneira generalística são vegetais que durante o processo evolutivo retornaram do ambiente terrestre para o aquático.

Diversas são as espécies de macrófitas encontradas no mundo. As espécies aquáticas invasoras de importância comercial estão geralmente relatadas nos países ou regiões destes, que estão ligadas aos climas de regime tropical e sub-tropical, e, comumente encontrada nas proximidades das latitudes equatorial ou sub-equatorial (Holm et al, 1997).

Existem trabalhos que descrevem infestações problemáticas na Nova Zelândia (Wells et al., 1997); em um estudo envolvendo dezessete rios da Inglaterra (Clarke & Wharton, 2001); em canais de irrigação no Egito (Khedr & El-Demerdash, 1997). Walker (1971) já relatava problemas de navegação em lagos dos EUA, notadamente no Estado da Flórida, e também nos demais estados do sul dos Estados Unidos são relatados problemas causados por plantas aquáticas encontradas em áreas de lagos e represas (Charudattan et al, 1995 e Cilliers et al, 1995). Também na África do Sul, notadamente ao sul do continente, segundo Forno & Smith (1999) e Hines et al (1985), foram relatadas áreas com invasoras aquáticas. Na Austrália por Harley & Mitchell (1981) e por Finlayson (1984), também foram relatadas a expressa presença dessas plantas.

Devido aos diferentes hábitos de crescimento, Riemer (1984) e Tanaka et al. (2002b) propuseram um sistema de classificação que divide as macrófitas aquáticas em quatro grupos (Figura 1) - emersas (marginais); flutuantes enraizadas; flutuantes e submersas – de acordo com seu hábito de crescimento.

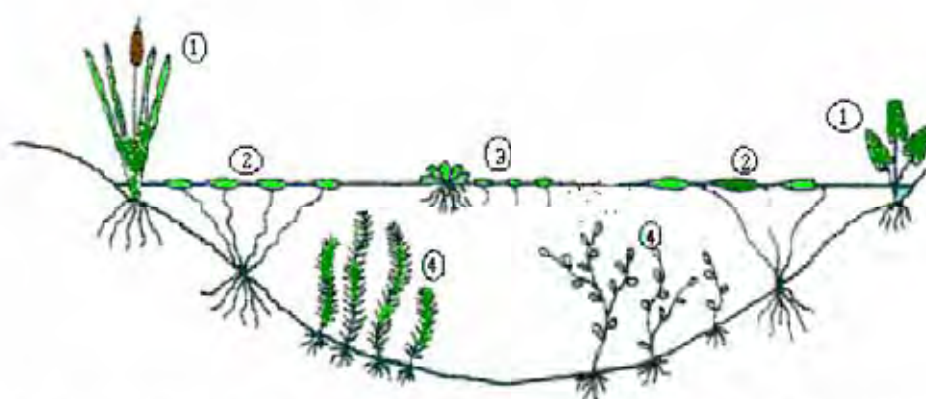


Figura 1. Esquema representativo dos tipos de plantas aquáticas baseadas no hábito de crescimento: 1- emersas (marginais), 2- flutuantes enraizadas, 3- flutuantes, 4- submersas. Fonte: Riemer (1984).

No Brasil já foram relatadas ao menos 121 diferentes espécies de macrófitas aquáticas (França et al, 2003), sendo mais comumente relatadas cerca de 40 dessas espécies, das quais de acordo com Branco (1986) existem várias com potencial para causar prejuízos em ecossistemas aquáticos. Carvalho (2004) relata 30 espécies nos reservatórios das principais UHEs Paulistas, das quais oito delas ocorrem com maior frequência e aparecem distribuídas em praticamente todos os pontos de amostragem, são elas a *Brachiaria mutica*, *Brachiaria subquadripara*, *Eichhornia crassipes*, *Polygonum lapathifolium* e *Salvinia auriculata*, *Cyperu difformis*, *Pistia stratiotes* e *Typha angustifolia* e que, portanto são as potencialmente mais daninhas.

A importância das macrófitas na manutenção do equilíbrio natural de ambientes aquáticos, interferindo na oxigenação e disponibilização de nutrientes para o ambiente aquático, servindo como fonte de alimento e refúgio para peixes, aves e outros organismos, é indiscutível (Tanaka, 1998; IBAMA, 1998 e Thomaz, 2002). Entretanto, favorecidas pelos alagamentos e pelo material orgânico lançado nos rios (Figura 02), elas podem se desenvolver de forma desordenada, ocupando grandes extensões dos ecossistemas onde estão inseridas.



Figura 02. Fotografia aérea demonstrando o potencial de infestação por hidrófitas na área represada do Rio Piracicaba (esquerda) e junto à barragem da UHE de Bariri, no Rio Tietê (direita). Junho/2001 – Fonte: Velini et al, 2005

Geralmente o aumento excessivo da população de macrófitas aquáticas deve-se a dois fatores principais: a falta de predadores e, principalmente ao aumento do nível de eutrofização da água (Marcondes e Tanaka, 1997).

A ocorrência excessiva desta vegetação causa uma série de dificuldades relacionadas à: navegação, produção de energia elétrica, recreação, utilização da água para consumo humano e animal, além de outros problemas como a retenção de lixo e a proliferação de insetos vetores de doenças (Carvalho, 2004).

Trabalhando no estudo do controle das daninhas aquáticas submersas, Velini et al (1997) cita que em várias dessas usinas, essas plantas constituem problemas crônicos, com interferência constante no processo de geração de energia e/ou exigindo a adoção de práticas de controle e limpeza dos sistemas geradores. Os autores inferem ainda que a presença das macrófitas facilitam a deposição de materiais sólidos, reduzindo a capacidade de armazenamento dos lagos reservatórios.

Entre as plantas flutuantes, o aguapé (*E. crassipes*) é considerado uma das espécies mais importantes do mundo (Swarbrick, 1981; Grodowitz, 1998; Bosman, 1999 ; Cardoso et al, 2003 e Lorenzi, 2000). Segundo Marcondes & Tanaka (1997) trata-se de uma planta daninha aquática emersa capaz de aumentar sua massa verde em 15% ao dia, dobrando-a a cada seis ou sete dias; é capaz de acumular 800 kg/ha.dia e, quando em condições ótimas, produz até 480 ton/ha.ano.

4.1 DESCRIÇÃO DO AGUAPÉ (*E. crassipes*)

De acordo com sua classificação botânica, a planta de *Eichhornia crassipes* pertence ao Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Liliopsida, Ordem Commelinales e Família Pontederiaceae. É nativa da América do Sul, e introduzida em todos os continentes (Cook, 1974).

E. crassipes, de nome mais comum e usual aguapé, também conhecida como camalote, mururé da Amazônia, jacinto de água, lírio de água, é considerado por Holm & Yeo (1980) a oitava planta daninha de maior expressão mundial, sendo, no Brasil, a mais séria planta daninha aquática flutuante (Lorenzi, 2000). Monocotiledônea perene, flutuante livre na maioria dos corpos d'água, exceto em ambientes com presença de barro ou lama. As plantas-mãe e plantas-filha são mantidas unidas por estolões flutuantes. Possui caule curto, com um tufo de raízes finas que chegam a atingir até 60 cm de comprimento.

É muito abundante em rios e áreas de inundação fluvial, solos argilosos e siltoso-orgânicos férteis (Guarin Neto, 1991). Prefere sol pleno e água rica em nutrientes, pois em água ácida e pobre, o porte fica reduzido e o florescimento comprometido. Prefere água rasa, em que as raízes absorvam nutrientes do fundo (Tomocik & Garisto, 1996).



Figura 03. Planta característica de *E. crassipes* – Fonte: Knoch, 2005 .

O aguapé tem crescimento estolonífero e é perene. O tamanho e a altura podem variar tanto até confundir-se com outra espécie. A característica mais proeminente, o pecíolo inflado, pode desaparecer quando adensada ou enraizada. Pétalas de bordo liso, e flor durante praticamente o ano todo (Sanches et al, 2000).

As folhas de *E. crassipes* estão dispostas em roseta, sendo normalmente elípticas ou reniformes. São folhas inteiras, ovaladas, arredondadas, circulares, ou amplamente elípticas com 15cm de largura, densas, verde lustroso, impermeáveis; lados encurvados delicadamente e freqüentemente ondulados. Os pecíolos são esponjosos e, dependendo da circunstância, inflados, o que auxilia na flutuação da planta. Essa estrutura também é denominada pulvino. Os frutos são do tipo cápsula tricoca com inúmeras sementes. Um único aguapé produz por volta de 5 mil sementes (Gopal & Sharma, 1981).

O aguapé pode reproduzir-se de duas maneiras (Penfound & Earle, 1948), a primeira e mais comum, ocorre vegetativamente por meio da emissão de novos estolões e com formação de rebentos em suas extremidades, ou então, sexualmente por meio de sementes. Possui alta capacidade de reprodução, estudos mostram que duas plantas são capazes de produzir 1.200 plantas-filha em quatro meses. Não tolera invernos rigorosos, sendo a temperatura mínima para o crescimento a de 12°C sendo que a temperatura ótima está em torno de 25-30°C.

A inflorescência possui forma de espiga com 8 a 15 flores com 6 pétalas onde predomina a cor lilás com centro azul e amarelo. As raízes azuis escuro a negras são submersas, dispostas imediatamente abaixo ao ponto principal de inserção das folhas flutuantes. O eixo floral se inverte na frutificação, liberando a semente na água, que a carrega. A semente pode ainda afundar, e tem capacidade para sobreviver submersa por 15 anos, germinando após a seca do local (Kissman & Groth, 1992).

4.2 CLIMATOLOGIA

4.2.1 EVAPORAÇÃO, EVAPOTRANSPIRAÇÃO E POTENCIAL TOTAL DA ÁGUA NA ATMOSFERA

Com relação a evaporação, Tubelis & Nascimento (1980) escrevem que essa componente consiste na emissão de vapor d'água por uma superfície úmida ou molhada, ou uma superfície de água, para a atmosfera, numa temperatura inferior a de ebulição. Nesse processo estão envolvidos a evaporação que ocorre em oceanos, rios, reservatórios, na superfície do solo e da neve, e da água de chuva ou de orvalho que estejam depositados sobre quaisquer superfícies. Os principais fatores meteorológicos que afetam a evaporação são o balanço de energia (que por sua vez é dado pela diferença entre a energia líquida total recebida numa superfície e o que ela devolveu ao ambiente), tensão de vapor de água no ambiente (regida pela relação entre a umidade e a temperatura do mesmo), pela temperatura e o vento.

Ainda segundo o mesmo autor, a evapotranspiração é o processo conjugado da transpiração vegetal e da evaporação que a vegetação apresenta. A transpiração vegetal ocorre através dos estômatos e cutícula das plantas, por processos fisiológicos. A evaporação da vegetação corresponde à perda de água depositada na superfície do vegetal, pelos processos comuns de evaporação.

A água no solo, na planta, na atmosfera, ou em qualquer ambiente, assim como qualquer corpo na natureza, pode ser caracterizado por um estado de energia. A física clássica reconhece duas formas principais de energia, a cinética e a potencial, mas como o movimento da água nas diferentes partes do sistema solo-água-planta é muito lento, a energia cinética da mesma é desprezível, sobrando-lhe apenas as considerações de potencial de energia em relação à água.

Segundo Reichardt & Timm (2004), o potencial de água na atmosfera é dado pela diferença entre a energia livre da água no estado padrão e a energia da mesma na atmosfera. A equação de determinação do potencial água da atmosfera é regulada basicamente por dois fatores, a umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente. Os autores afirmam ainda que a água obedece a tendência universal de procurar constantemente o equilíbrio com o meio, e portanto buscar um estado de energia sempre menor, a ponto de equilibrar-se também os potenciais em todo o sistema solo-água-planta.

Dessa forma, o potencial água da atmosfera estará intimamente ligado ao movimento da água para a atmosfera, seja das plantas, seja de uma superfície ou reservatório exposto. Sempre que houver uma alteração no potencial água da atmosfera, haverá a tendência recíproca do potencial água do resto do ambiente tentar equilibrar-se.

4.2.2 TRANSPIRAÇÃO DO AGUAPÉ

O aguapé, assim como qualquer outra planta, vive entre os limites de tolerância à disponibilidade de uma série de fatores ambientais, tais como temperatura, intensidade luminosa e nutrientes (Odum, 1988). Inúmeros estudos sobre macrófitas aquáticas descrevem suas características e necessidades nutricionais, mas mesmo na definição do termo macrófita, fica muito clara a interdependência dessa planta e da água.

Apesar disso, pouco se tem observado em estudos no Brasil sobre a relação entre as macrófitas aquáticas e seu consumo ou necessidade de consumo de água propriamente dito, porém alguns estudos relatam que plantas de *E. crassipes* atuam como exportadoras de água para o ambiente.

Holm & Yeo (1980) comentam que uma superfície contendo plantas de aguapé pode apresentar uma taxa de evapotranspiração cerca de duas a oito vezes maior do que a mesma superfície livre de plantas. Isso se reveste de fundamental importância nos dias atuais, uma vez que a retenção e conservação de água nos reservatórios têm recebido especial atenção por parte das usinas geradoras de energia elétrica.

Tanto o pecíolo quanto o limbo foliar possuem grandes estômatos, que facilitam e contribuem para elevar a taxa de evapotranspiração (Kissmann & Groth, 1992). Kissman (1997) fala em aumento das taxas de evaporação em três a setes vezes quando em presença de infestações de aguapé.

Segundo Marcondes & Tanaka (1997) trata-se de uma planta daninha aquática emersa capaz de aumentar sua massa verde em 15% ao dia, dobrando-a a cada seis ou sete dias, acumulando 800 kg/ha.dia e, quando em condições ótimas, produz até 480 ton/ha.ano, com um incremento de volume de 4,8% ao dia. Os autores explicam que um lago coberto por aguapés perde de duas a oito vezes mais água por evapotranspiração do que o normal. Joyce (1990) comentando sobre a grande capacidade da planta em produzir massa verde, diz que a mesma é capaz de duplicar sua massa a cada duas semanas. Ao fechar a superfície, atinge 50 t/ha de biomassa, e chega ao total de 200t/ha.ano (Matai, 1976).

As plantas de aguapé podem formar densos tapetes que se espalham ao longo da superfície da água e eventualmente tomar todo o corpo d'água. Sua propagação pode ser tão rápida, que uma infestação dobra em tamanho a cada semana, quando sob condições ideais. As elevadas taxas de transpiração foliar, durante o verão, podem causar aumento na perda de água de até quatro vezes em relação às perdas por evaporação de uma superfície exposta (NRW, 2007).

A perda em superfícies com água cobertas por plantas aquáticas pode exceder grandemente se comparada com reservatórios expostos ou superfícies sem plantas. No caso do *E. crassipes*, populações estudadas aumentaram para 3,5 vezes a perda de água por evapotranspiração em relação a da água de superfícies expostas. O aguapé possui uma relação média de área foliar estabelecida em 11,2 m²/m² de superfície de água, e que transpira a uma taxa de 5 litros/100 plantas/dia. (Bosman, 1993) .

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO

O experimento foi realizado em ambiente aberto, ao lado do laboratório de Matologia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, na cidade de Ilha Solteira, ao noroeste do Estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas latitude 20° 25' 06,44" Sul e longitude 51 20' 23,46" Oeste, a uma altitude de aproximadamente 335 metros em relação ao nível do mar. O clima na cidade é caracterizado como tropical chuvoso de bosque, com chuvas de verão e estiagem de inverno. A tabela de dados climáticos médios do mês de maio do ano de 2007, onde ocorreram as coletas de dados, está exposta no Anexo II.

O período escolhido para condução do experimento foi o dos meses de março a maio de 2007, entre o final do outono e início do inverno. A temperatura média nesses meses é da ordem de 28°C, com expectativa de precipitações médias inferiores a 50mm ao mês, umidade relativa média do ar ao redor de 60%, com intensa radiação global, ao redor

de 20MJ/m².dia, condições essas excelentes para expressar com maior nitidez as características que definem as capacidade de evaporação e evapotranspiração num ambiente, devido às altas temperaturas com valores de umidade relativa baixa, o que propicia maiores perdas de água, além de poucas chuvas, que poderiam funcionar como reposição aos reservatórios do experimento, e interferir negativamente nas análises.

Primeiramente realizou-se diversos testes com do conjunto de caixas e com os sensores e coletores de dados, de forma a equacionar o conjunto, calibrá-los e só então proceder a montagem do experimento propriamente dito, o que ocorreu a partir do meio do mês de abril.

5.2 MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Os testes de avaliação foram realizados utilizando-se duas caixas d'água comuns, do tipo utilizadas em armazenamento residencial de água. As caixas são construídas em plástico polietileno de alta resistência, com capacidade de 250 litros. As dimensões de cada caixa são de 0,54 metros de altura e com cerca de 3,07 metros de circunferência na extremidade superior, onde ocorre seu o maior diâmetro.

Escolheram-se essas dimensões das caixas visando minimizar a interferência causada por eventuais deformações na caixa em função da temperatura, já que tamanho reduzido interfere negativamente à deformação, por meio da menor área de exposição e contato ao calor, bem como no melhor suporte da base à estrutura da caixa (relação base / altura).

As caixas foram preenchidas com um volume inicial idêntico de água, de 140 litros e não sofreram reposição alguma durante os testes, nem intencional nem de precipitação, já que não ocorreram chuvas no período. Após receberem água, uma das caixas

recebeu uma população de plantas de *E. crassipes* adultas e saudáveis, retiradas do reservatório da UHE de Ilha Solteira, e que preencheu 100% do superfície visual da caixa teste. A outra caixa continuou com sua superfície livre e exposta totalmente ao ambiente (Figura 04).



Figura 04. Imagem inicial do experimento, mostrando as caixas com e sem plantas, e o nível de preenchimento pela população de macrófitas – Ilha Solteira / SP, 2007.

Ambas as caixas receberam água limpa de torneira, não recebendo tratamento algum em especial, exceto na caixa com plantas, que recebeu um dia antes da introdução da população de macrófitas, a adição de 30 gramas de adubo químico formulado, com as proporções de 4% de N, 30% de P e 10% de KCl, de maneira a estimular o crescimento vegetativo das plantas de *E. crassipes*, bem como de facilitar a sua adaptação. O sistema foi montado a céu aberto, utilizando-se as caixas pareadas, separadas a uma distância de 0,5 metro, de forma a receberem as mesmas quantidades de vento, luz, umidade, ou seja, estarem sujeitas à exatamente as mesmas condições ambientais.

Para obtenção dos dados de perda de água, foi utilizado um conjunto de sensores capazes de medir a altura de coluna de água, com precisão milimétrica, variando de 0.000 a -2.000 mm (2 mca até 0 mca, respectivamente) de coluna de água, da marca SITRON, modelo LH840S, de aço inox, com as características descritas no Anexo IV.

Esse sensor possui como característica o uso de escala negativa de valores, sendo que quando o conjunto de sensores é colocado num volume de água, ele ajusta-se ao mesmo, marcando o ponto inicial da leitura, chamado de “spam”. A partir daí, o sensor marcar em sua escala, de maneira negativa, as perdas de água observadas, com uma precisão de décimo de milímetro de coluna de água, já que sua escala possui quatro dígitos.

Do momento em que o sensor começa a marcar o volume em diante, à medida que o volume se reduz pela evaporação, como no caso do experimento, a escala torna-se cada vez mais negativa, marcando sempre a diferença entre o ponto em que estava a coluna de água no momento em que o sensor foi inserido ao conjunto, até o ponto que se param as coletas ou que o sensor atinja seu limite de escala. Dessa maneira, as leituras iniciais são positivas em relação à leitura final, que estará a mais negativa possível, de acordo com o fluxo de perdas.

Foram utilizados ainda um sistema de suporte aos sensores, através de um cano comum de PVC (figura 05), do tipo utilizado em construção civil, de três polegadas de diâmetro, perfurados ao longo de todo o seu perfil, de maneira a manter o volume interno de água plenamente conectado com o volume de água das caixas, mas ao mesmo tempo agir com redutor na possibilidade de interferência externa de variação brusca de volume, como o efeito dos ventos ou do movimento das plantas, por exemplo. Dessa forma, o volume medido pelos sensores estaria sempre da forma mais estável possível.

Os canos ficaram presos a uma estrutura de madeira aparafusada, e enterrada ao chão, afixados a essa estrutura por presilhas de nylon. Os sensores por sua vez também foram presos à mesma estrutura de madeira, e centralizados dentro dos canos protetores (figura 06).



Figura 05. Fotografia demonstrando a disposição nas caixas durante o experimento, e o sistema de suporte e redução de interferências (canos de PVC). Ilha Solteira / SP, 2007.



Figura 06. Fotografia demonstrando a disposição do sensor dentro da caixa d'água e também o sistema de fixação dos sensores através de uma estrutura de madeira e do cano de PVC. Ilha Solteira / SP, 2007.

Para efeito de facilitar as explanações dos dados, convencionou-se chamar as duas diferenças de ambiente de evaporação de “tratamentos”, sendo o que o que continha a população de plantas foi chamado de “caixa com plantas”, e o que continha a superfície d'água exposta, chamado “caixa sem plantas”.

5.3 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

A amostragem dos dados iniciou suas atividades no dia 29 de abril do ano de 2007, quando as caixas foram cheias, e uma delas recebeu a população de plantas. Durante o período inicial as caixas apresentaram comportamentos distintos e aleatórios, já que principalmente a população de plantas ainda não estava adaptada ao ambiente em questão. Cerca de dois dias após, quando a população de plantas e o material das caixas apresentavam perfeito sincronismo com as leituras, foi que determinou-se o ponto inicial da coleta dos dados a serem utilizados.

Nessa ocasião as leituras entre as caixas eram diferentes, ou seja, o ponto zero ou “spam” das leituras não foi idêntico, já que inicialmente a população de plantas passa por um período de adaptação, o que ocorreu plenamente, logo em seguida.

Para a aquisição e leitura dos dados, acoplou-se aos sensores um sistema de coleta de dados em tempo real, ligados um módulo de aquisição e registro de dados do tipo “datta logger”, modelo FieldLogger fabricado pela NOVUS (figura 07), com as características técnicas descritas no Anexo III. Esse módulo era responsável pela gravação de todos os dados gerados pelos sensores. O sistema foi configurado para armazenar um dado do volume apresentado pelos sensores a cada 5 minutos, aproximadamente.



Figura 07. Imagem ilustrativa demonstrando o *hardware* e do *software* utilizados na aquisição e exportação dos dados. Fonte: Novus.

Os dados gerados eram enviados a um microcomputador, por meio de conexão pela porta serial do computador. Os dados gerados foram exportados ao computador no formato TXT, através do software de log e comunicação do próprio “datta logger”, chamdo “FielChart” (figura 07).

Após a recepção e verificação dos dados, os mesmos foram exportados em conjunto, no formato de arquivo de texto puro (.TXT) para então serem utilizados nas análises seguintes. Para análise e tratamento dos dados, bem como a confecção dos gráficos de comparação, foi utilizado um editor de planilhas e gráficos.

Os dados utilizados no presente trabalho correspondem aos valores obtidos entre a 00 horas (zero horas) do dia 01/05/2007 até às 16 horas do dia 11/05/2007. Como os datta loggers estavam configurados para obterem um dado de volume em coluna de água a cada cinco minutos, os arquivos de dados proporcionaram cerca de 3.100 dados para em cada tratamento.

Os valores obtidos foram separados por caixa / dia, e após, separados por hora. A construção das médias horárias foi organizada de forma com que cada hora possuísse um dado médio, dado esse que possui em média 12 valores, ou seja, um a cada cinco minutos, para compor o valor final médio horário.

Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solo, instalada e mantida sob os cuidados da equipe técnica do Laboratório de Hidráulica e Irrigação do mesmo departamento, localizada junto às coordenadas geográficas Latitude 20° 25' 23,5" Sul e Longitude: 51° 21' 12,6" Oeste. A estação possui uma ampla gama de sensores, dos quais foram extraídos os dados de interesse, sendo os principais: Campbell CSI Model CS700-L Rain Gage (Pluviômetro), Campbell Model 255-100 Analog Output Evaporation Gage (Evaporação TCA), Campbell CS105 Barometric Pressure Sensor (Pressão atmosférica), LI-200X Pyranometer (Radiação global) e Campbell HMP45C Temperature and Relative Humidity Probe (Temperatura e umidade relativa do ar).

5.4 MONTAGEM E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Todos os valores obtidos foram dispostos na forma de tabelas e gráficos comparativos, visando principalmente expressar a diferença entre as quantidades de água perdida pela caixa com plantas e pela caixa apenas com água, no período do estudo.

As tabelas e gráficos apresentam os dados na forma como foram obtidos (média das leituras dos sensores), as diferenças entre a leitura da hora atual e a leitura da hora anterior, expressas tanto no formato de leitura (volume em mm) quanto no em porcentagem, para análise.

Ainda nos gráficos foram utilizadas comparações dos dados obtidos e do seu comportamento, com fatores climáticos, como temperatura, umidade relativa do ar, radiação global, e potencial matricial de água no ar, considerados como fatores ambientais limitantes ao desenvolvimento vegetativo (Camargo et al, 2003).

Os dados climáticos obtidos utilizados para as comparações no trabalho estão expostos no Anexo I, dados esses que por sua vez também estão expressos em médias horárias, obtidas a partir de leituras feitas a cada cinco segundos pelos sensores. Todas as leituras feitas no espaço de uma hora foram utilizadas na composição de uma média simples, ou seja, cada leitura por hora é a representação das médias das leituras obtidas para aquele período.

A idéia com as comparações foi a de tentar demonstrar as diferenças ocorridas nas perdas na caixa com plantas ao longo, e correlacionar as possíveis interferências das variáveis climáticas nos processos de perda.

No caso específico do potencial água do ar, houve a necessidade de se proceder um cálculo, que foi realizado seguindo a equação de cálculo sugerida por Reichardt, 2004, a saber:

$$\Psi = R \times n \times T \times \ln(e)$$

onde:

Ψ = Potencial Água do Ar (atm)

R = Constante Universal dos Gases Ideais (0,082 atm.dm³.mol⁻¹.K⁻¹)

n = número de moles de água em 01 litro (55,5 moles)

T = Temperatura Absoluta do Ar (°K)

e = Pressão Atmosférica (URar % / 100)

Essa equação é baseada na *Equação de Estado dos Gases Ideais*, e parte do princípio que o vapor d'água na atmosfera comporta-se como um gás ideal. Na prática, a equação utilizada ficou da seguinte maneira:

$$\Psi = 0,082 \times 55,5 \times (^{\circ}C + 273) \times \ln\left(\frac{URar}{100}\right)$$

Através dessa equação foram calculados os valores de potencial matricial de água no ar, apresentados na tabela A do apêndice, e também utilizados na construção dos gráficos de comparação (Figura 13). As demais comparações apresentadas nos gráficos e tabelas foram feitas usando-se diretamente os valores climáticos para cada variável apresentada, sem tratamento diferencial algum.

Nos gráficos apresentados, foram utilizados ainda o número de horas corridas das leituras ou avaliações, de forma que a leitura inicial, às 00 horas do dia primeiro aparece nos gráficos como hora 0 (zero), e a partir dela são contadas as demais avaliações horárias, de uma em uma, até a hora final, ou seja, a 254ª hora (ducentésima quinquagésima quarta hora), que corresponde à última análise, no dia 11/05/2007, às 16 horas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos dos arquivos de log dos sensores, que totalizam cerca de 3100 leituras para cada tratamento e após serem separados no formato de “leitura média por hora” em cada dia e por cada caixa analisada, ficaram da forma que se apresenta nas tabelas a seguir, sendo o tratamento que utilizou a caixa sem plantas na tabela 1 e para o tratamento que recebeu a população de macrófitas na tabela 2, respectivamente.

Tabela 1 – Leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa sem plantas”. Dados em décimo de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Dias Horas	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05
0:00	-849	-892	-915	-935	-956	-984	-1.003	-1.026	-1.049	-1.049	-1.058
01:00	-848	-891	-914	-935	-954	-984	-1.004	-1.027	-1.047	-1.048	-1.058
02:00	-846	-891	-914	-935	-954	-984	-1.004	-1.027	-1.047	-1.048	-1.059
03:00	-846	-890	-915	-936	-955	-985	-1.005	-1.026	-1.047	-1.048	-1.060
04:00	-846	-889	-914	-935	-955	-985	-1.004	-1.026	-1.047	-1.049	-1.059
05:00	-847	-890	-914	-935	-955	-985	-1.003	-1.028	-1.047	-1.049	-1.059
06:00	-847	-890	-915	-935	-954	-984	-1.003	-1.029	-1.047	-1.048	-1.058
07:00	-847	-890	-916	-937	-954	-985	-1.003	-1.029	-1.047	-1.048	-1.058
08:00	-848	-889	-916	-937	-955	-986	-1.003	-1.028	-1.047	-1.048	-1.059
09:00	-850	-891	-917	-937	-957	-986	-1.005	-1.028	-1.048	-1.049	-1.059
10:00	-852	-891	-918	-938	-956	-989	-1.005	-1.029	-1.049	-1.049	-1.060
11:00	-854	-891	-917	-940	-958	-989	-1.005	-1.029	-1.048	-1.048	-1.061
12:00	-865	-892	-918	-940	-959	-992	-1.006	-1.030	-1.048	-1.049	-1.062
13:00	-875	-897	-917	-940	-965	-996	-1.015	-1.036	-1.049	-1.050	-1.071
14:00	-884	-906	-925	-949	-973	-999	-1.022	-1.042	-1.049	-1.051	-1.079
15:00	-889	-911	-932	-955	-979	-1.000	-1.027	-1.046	-1.050	-1.055	-1.085
16:00	-891	-914	-934	-957	-981	-1.003	-1.030	-1.047	-1.049	-1.058	-1.086
17:00	-891	-915	-935	-958	-982	-1.004	-1.029	-1.049	-1.050	-1.058	
18:00	-891	-915	-938	-958	-983	-1.003	-1.029	-1.050	-1.050	-1.058	
19:00	-891	-914	-937	-958	-983	-1.003	-1.029	-1.049	-1.050	-1.058	
20:00	-891	-915	-938	-957	-983	-1.003	-1.029	-1.048	-1.049	-1.058	
21:00	-891	-915	-937	-958	-983	-1.003	-1.029	-1.048	-1.049	-1.059	
22:00	-892	-915	-937	-958	-983	-1.003	-1.028	-1.049	-1.049	-1.058	
23:00	-892	-915	-936	-958	-983	-1.003	-1.026	-1.049	-1.048	-1.058	

De acordo com a Tabela 1, nota-se a tendência clara de esvaziamento do reservatório, dada pela característica decrescente dos valores das leituras. No momento em que iniciou-se a coleta dos dados do tratamento da caixa com superfície livre, o sensor marcava em sua escala o valor de -84,9 mm de coluna de água, que corresponde, portanto, a exatos 8,49 centímetros de coluna de água. Esse valor encontrava-se nessa escala pois o sensor foi colocado na caixa dois dias antes de serem iniciadas as leituras efetivas. Desta maneira seu ponto inicial já se havia alterado em mais de oito centímetros, porém a utilização dos dados parte da leitura inicial da tabela, desprezando a diferença observada no “spam” do sensor.

À medida que a evaporação transcorreu pelos dias, esse valor foi tornando-se mais negativo, indicando a perda gradativa de água, até culminar, no final das leituras, com valores em -1.058, ou 105,8 milímetros de coluna de água evaporados ou perdidos durante o prazo de 256 horas em que os dados foram coletados.

Ao se analisar os dados climáticos da região, na tabela B do apêndice, nota-se que nesse mesmo período a evaporação observada pelos equipamentos meteorológicos foi de aproximadamente 90 centímetros de coluna de água, o que corresponderia a um valor bastante próximo do observado pelos sensores instalados no tratamento sem plantas. Essa diferença talvez seja devida não só ao conjunto diferente de sensores utilizados nas leituras do TCA e do experimento, mas também da maneira como o tanque meteorológico é construído.

Pode-se dizer que as medidas estão coerentes com o que se encontraria numa situação normal de evaporação em superfície livre e exposta, já que se esperava que as diferenças entre o TCA (tanque classe A) e os reservatórios utilizados no presente trabalho não fossem acentuadas.

Tabela 2 – Leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa com plantas”. Dados em décimo de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Dias Horas	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05
0:00	-614	-714	-818	-938	-1.044	-1.159	-1.230	-1.341	-1.427	-1.438	-1.533
01:00	-614	-714	-818	-935	-1.043	-1.159	-1.231	-1.341	-1.425	-1.437	-1.533
02:00	-613	-714	-818	-936	-1.044	-1.159	-1.232	-1.341	-1.424	-1.436	-1.533
03:00	-612	-714	-818	-936	-1.043	-1.159	-1.232	-1.341	-1.421	-1.438	-1.534
04:00	-612	-714	-817	-937	-1.043	-1.160	-1.232	-1.341	-1.419	-1.441	-1.535
05:00	-611	-714	-815	-937	-1.043	-1.160	-1.232	-1.341	-1.418	-1.443	-1.535
06:00	-611	-715	-815	-937	-1.045	-1.159	-1.232	-1.341	-1.418	-1.443	-1.536
07:00	-612	-717	-815	-939	-1.046	-1.161	-1.233	-1.342	-1.416	-1.448	-1.539
08:00	-617	-725	-823	-942	-1.053	-1.167	-1.239	-1.349	-1.415	-1.454	-1.545
09:00	-618	-730	-823	-943	-1.054	-1.166	-1.238	-1.351	-1.415	-1.455	-1.547
10:00	-628	-739	-832	-952	-1.061	-1.170	-1.249	-1.353	-1.417	-1.456	-1.554
11:00	-638	-745	-843	-962	-1.076	-1.134	-1.260	-1.369	-1.416	-1.459	-1.561
12:00	-647	-760	-856	-974	-1.088	-1.151	-1.274	-1.374	-1.414	-1.464	-1.577
13:00	-660	-773	-870	-989	-1.101	-1.170	-1.286	-1.392	-1.418	-1.478	-1.590
14:00	-669	-783	-885	-1.000	-1.114	-1.186	-1.297	-1.398	-1.423	-1.489	-1.603
15:00	-682	-793	-895	-1.015	-1.126	-1.198	-1.312	-1.412	-1.429	-1.497	-1.618
16:00	-688	-800	-903	-1.023	-1.135	-1.208	-1.320	-1.416	-1.430	-1.508	-1.622
17:00	-693	-806	-910	-1.027	-1.139	-1.212	-1.326	-1.423	-1.432	-1.516	
18:00	-698	-799	-920	-1.035	-1.147	-1.220	-1.333	-1.426	-1.432	-1.521	
19:00	-704	-806	-926	-1.041	-1.151	-1.223	-1.337	-1.427	-1.436	-1.527	
20:00	-708	-812	-931	-1.044	-1.153	-1.224	-1.338	-1.427	-1.436	-1.529	
21:00	-711	-816	-934	-1.046	-1.156	-1.226	-1.338	-1.427	-1.438	-1.531	
22:00	-714	-817	-935	-1.043	-1.158	-1.227	-1.339	-1.427	-1.439	-1.532	
23:00	-714	-818	-936	-1.044	-1.158	-1.228	-1.340	-1.428	-1.439	-1.532	

A partir das leituras obtidas para o tratamento com plantas, nota-se que, inicialmente, o ponto de “spam” da leitura é inferior, ou mais positivo, que o ponto de “spam” da leitura da caixa sem plantas. Isso pode ser explicado tomando-se por base que a população de plantas havia sido recém introduzida na caixa, sendo retirada do seu ambiente natural e inseridas num reservatório com água de torneira, o que teria causado um impacto ao desenvolvimento normal dessas plantas, além da redução da superfície exposta de água, reduzindo a evaporação nessa caixa. Outro ponto importante é o efeito “guarda-chuva” causado pela população de plantas, que pode ter alterado a temperatura da água, o que também reduziria a evaporação no tratamento.

Tal suspeita confirma-se ao durante a sequência de coleta de dados, onde pode-se observar que a caixa com plantas continua sua marcha de redução de volume de água de maneira mais acentuada que no outro tratamento, e logo ao final do terceiro dia de avaliação, no dia 03 às 23 horas, ambas as leituras equilibraram-se ao valor de 93,6 mm.

A partir desse momento o tratamento com plantas demonstra em todos os instantes valores de leitura acumulada de perda maior, demonstrando que as perdas nessa caixa foram acentuadas em relação ao que se encontrou no tratamento livre de macrófitas aquáticas.

Ao final das leituras, o tratamento com a população de *E. crassipes* retornou um valor de leitura de -1.622 que por sua vez corresponde a 162,2 milímetros de coluna de água, totalizando uma perda entre o início da coleta dos dados e o final de 100,8 milímetros de coluna de água, enquanto que no tratamento sem plantas, essa mesma diferença alcançou a marca de 23,7 milímetros, ou seja, nessa primeira análise dos dados já pode-se afirmar que a diferença de perda absoluta de água entre as caixas é de pelo menos 425% no tratamento com plantas.

Esses dados concordam com Lallana e colaboradores (1987), que observaram perdas de 2,67 vezes superior em ambientes contendo *E. crassipes*, quando comparados com evaporação em superfície exposta. Kissman (1997) também cita em seu livro observações sobre o aumento das taxas de evaporação em três a setes vezes em ambientes com a presença de comunidades de aguapé.

Na Figura 8, assim como em todos os outros gráficos, as amostragens estão expressas em ordem de leitura, partindo da primeira leitura na hora zero e da última leitura na hora 254. Todas as leituras são médias horárias.

Nesse mesmo gráfico é apresentada a evolução temporal das leituras médias horárias obtidas nos dois tratamentos, onde fica claro a diferença inicial apresentada pelo tratamento com plantas, que se demonstraram menos potencialmente evaporativo até entre as avaliações horárias de número 71 e 81, onde os valores se equivalem e a partir do qual a perda na caixa com água acentua-se definitivamente até o final das amostragens.

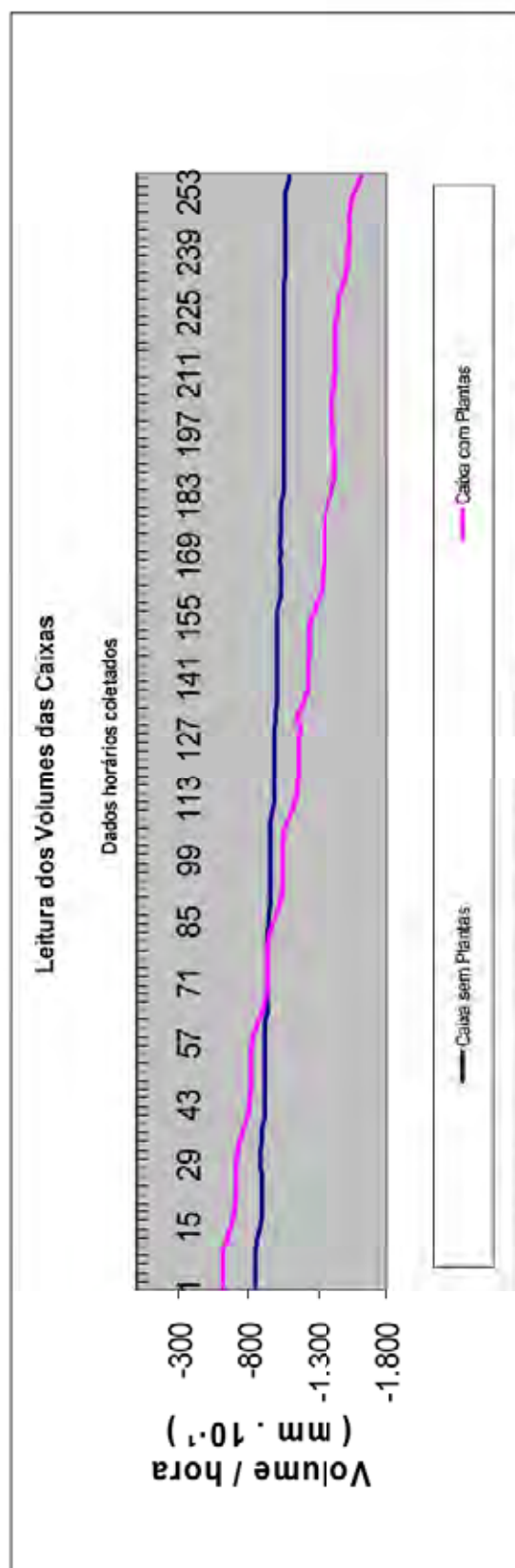


Figura 8 – Evolução temporal das leituras médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas”. Volumes expressos em décimos de milímetro de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

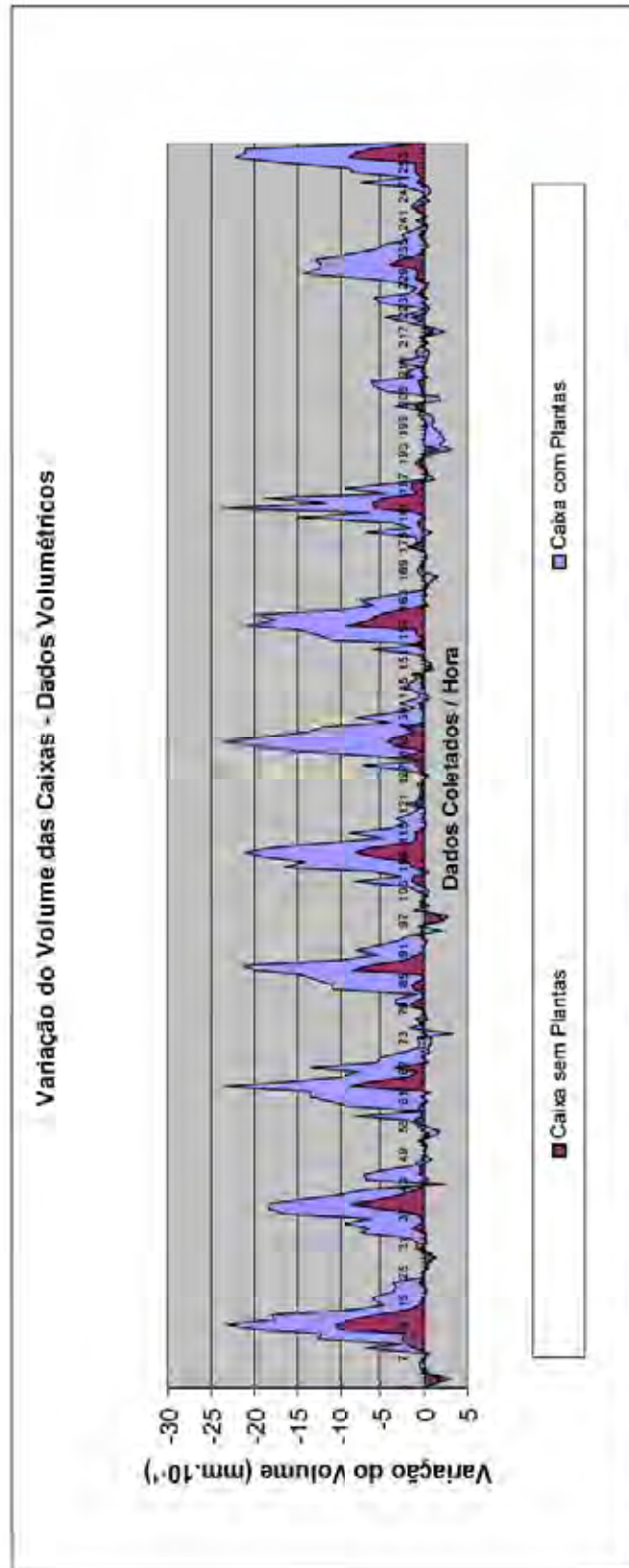


Figura 9 – Diferenças volumétricas das leituras médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas”. Volumes expressos em porcentagem de evolução em relação à leitura anterior. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Na Figura 9, o gráfico foi construído de forma a expressar como a evaporação entre os tratamentos evoluiu ao longo do tempo, mostrando a diferença de volume entre a leitura atual quando comparadas com a leitura do mesmo sensor, na hora imediatamente anterior. Dessa maneira é possível observar o comportamento diário da evaporação em ambos os tratamentos, expresso em perdas diárias não acumuladas.

No eixo das abscissas, estão as marcas das amostras definidas por hora, e entre as ordenadas a variação volumétrica das leituras nos tratamentos, de maneira que se percebe que a cada dia, ou a cada 24 horas em que as médias foram calculadas, ocorre um ciclo de evaporação, dessa forma podemos associar cada pico da figura com um dia de amostragens realizado. Nos horários que correspondem ao período entre as 10 horas da manhã e às 17 horas da tarde de um mesmo dia, estão os pontos mais altos do gráfico, o que demonstra uma intensa correlação entre a evaporação e as horas mais quentes. Outro ponto relevante é o que fica ao redor do nono pico (dia), entre as coletas de número 193 e 223 (figura 9) que denotam dois dias onde as perdas tiveram intensidade muito menor, fato esse a ser explicado nas figuras seguintes, com o uso da interpretação dos fatores climáticos.

Tabela 3 – Diferenças das leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa sem plantas”. Valores calculados pela diferença entre a leitura atual e a imediatamente anterior, dados em décimo de mm de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Dias Horas	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05
0:00	0,00	0,00	0,00	0,83	2,33	-1,08	0,00	-0,33	-0,08	-0,58	-0,17
01:00	1,50	0,50	0,17	0,08	1,67	-0,58	-0,42	-0,33	1,75	1,08	0,17
02:00	1,92	0,33	0,25	-0,08	0,25	0,00	-0,08	0,08	0,00	0,42	-0,67
03:00	0,00	1,25	-0,67	-0,50	-0,42	-0,33	-0,92	0,25	-0,08	-0,08	-1,00
04:00	-0,47	0,50	0,67	0,42	-0,33	-0,17	0,67	0,00	0,17	-1,33	0,58
05:00	-0,53	-0,67	0,08	0,08	0,25	0,00	0,83	-1,83	0,17	0,17	0,00
06:00	0,00	0,25	-0,83	-0,33	0,50	0,25	0,08	-0,42	0,42	0,58	0,75
07:00	0,46	0,17	-1,17	-1,50	0,00	-0,42	-0,08	-0,17	0,00	-0,25	0,50
08:00	-1,12	0,25	-0,33	-0,33	-1,33	-0,92	0,17	0,83	-0,67	0,33	-0,83
09:00	-2,00	-1,42	-0,42	0,00	-1,25	-0,42	-1,55	-0,42	-0,33	-0,83	-0,33
10:00	-2,42	-0,33	-0,67	-1,17	0,58	-2,63	0,14	-0,75	-1,00	0,17	-1,00
11:00	-2,33	-0,17	0,33	-1,38	-1,42	0,05	-0,92	0,17	0,18	0,55	-1,08
12:00	-10,17	-0,75	-0,33	-0,20	-1,86	-3,42	-1,00	-0,92	-0,02	-1,05	-1,08
13:00	-10,50	-5,08	0,75	-0,17	-5,80	-4,17	-8,92	-5,58	-0,25	-0,67	-8,75
14:00	-8,42	-8,58	-8,50	-8,33	-8,00	-3,00	-6,33	-6,00	-0,42	-1,08	-7,92
15:00	-5,33	-5,42	-6,50	-6,25	-6,25	-1,08	-5,17	-4,67	-0,67	-4,00	-6,17
16:00	-1,83	-2,83	-1,92	-2,08	-1,50	-2,50	-2,67	-0,83	0,33	-2,67	-1,13
17:00	-0,50	-0,92	-0,83	-0,75	-0,83	0,00	0,50	-1,50	-0,33	-0,50	
18:00	-0,17	0,25	-3,40	-0,08	-1,17	-0,08	-0,25	-1,42	-0,17	-0,08	
19:00	-0,08	0,50	0,48	0,08	0,08	0,08	0,25	1,17	0,25	0,50	
20:00	0,33	-0,50	-0,33	0,33	0,25	-0,42	0,00	0,42	0,33	-0,25	
21:00	0,00	-0,33	0,67	-0,42	-0,17	-0,58	0,42	0,25	0,67	-0,58	
22:00	-0,50	-0,50	0,33	-0,25	0,17	0,58	0,92	-0,67	-0,17	0,25	
23:00	-0,08	0,83	0,83	-0,42	0,00	0,00	1,58	-0,17	0,42	0,33	

Nas Tabelas 3 e 4, quando comparam-se as diferenças dos volumes calculados entre a leitura atual e a leitura anterior, tem-se uma idéia numérica exata da evolução e do comportamento da evaporação e perda de água em ambos tratamentos. O que há de mais comum em ambos os casos, e que vem corroborar com a leitura do gráfico da Figura 10, é o fato de haver uma ciclagem na evaporação, ciclagem essa diretamente ligada ao horário dentro dos dias.

Tabela 4 – Diferenças das leituras médias horárias obtidas do sensor ligado ao tratamento “caixa com plantas”. Valores calculados pela diferença entre a leitura atual e a imediatamente anterior, dados em décimo de mm de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Dias Horas	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05
0:00	0,00	0,17	0,08	-1,67	-0,33	-0,76	-2,08	-0,42	0,83	0,50	-0,75
01:00	0,08	0,00	-0,25	3,25	1,17	0,25	-1,33	-0,25	1,58	1,33	0,17
02:00	1,08	0,00	0,17	-1,67	-1,50	-0,50	-0,67	-0,08	1,67	0,58	-0,17
03:00	0,33	0,08	0,08	0,58	1,00	0,08	-0,42	0,08	2,50	-1,67	-0,50
04:00	0,67	0,08	0,83	-1,33	-0,17	-0,58	0,50	0,00	1,92	-3,25	-1,42
05:00	0,50	-0,42	1,67	0,08	0,17	0,08	-0,83	0,42	1,25	-1,58	-0,08
06:00	0,08	-0,92	0,83	0,00	-1,25	0,25	0,08	-0,42	0,50	-0,33	-0,75
07:00	-0,42	-1,92	-0,75	-1,83	-1,67	-1,42	-0,58	-0,92	1,25	-4,83	-2,83
08:00	-5,67	-7,67	-7,67	-3,00	-8,83	-6,17	-6,17	-7,50	1,42	-6,08	-6,42
09:00	-0,58	-4,92	-0,25	-0,83	-1,42	0,58	1,54	-1,08	0,17	-1,08	-1,42
10:00	-10,16	-8,92	-8,42	-9,67	-6,33	-3,25	-11,12	-2,83	-2,42	-0,92	-7,25
11:00	-9,84	-6,00	-11,25	-9,53	-15,08	35,25	-11,75	-15,17	1,57	-2,90	-7,67
12:00	-9,58	-15,52	-13,08	-12,72	-12,27	-16,50	-13,75	-5,33	1,68	-5,02	-15,33
13:00	-12,67	-13,23	-14,25	-14,42	-13,07	-19,25	-12,00	-18,33	-4,08	-13,58	-13,50
14:00	-9,18	-9,83	-14,83	-11,50	-13,08	-15,58	-11,25	-5,67	-5,33	-11,42	-13,08
15:00	-12,73	-9,58	-10,00	-15,08	-11,92	-12,58	-14,83	-14,25	-5,42	-8,25	-14,83
16:00	-6,51	-7,25	-7,83	-7,50	-9,17	-9,58	-7,25	-3,42	-1,50	-10,33	-3,67
17:00	-4,08	-5,75	-6,75	-4,50	-3,94	-4,00	-6,42	-7,83	-1,83	-8,42	
18:00	-5,67	7,17	-10,22	-7,92	-7,48	-7,83	-7,17	-2,50	-0,25	-5,50	
19:00	-5,58	-7,17	-6,03	-5,50	-3,75	-3,42	-3,83	-1,17	-3,25	-5,33	
20:00	-4,00	-6,50	-4,75	-3,08	-2,42	-0,67	-0,67	0,08	-0,83	-1,75	
21:00	-3,25	-3,92	-3,17	-1,67	-3,00	-2,17	-0,08	-0,08	-1,75	-2,00	
22:00	-3,08	-0,58	-1,00	2,25	-1,67	-1,25	-0,83	-0,33	-0,33	-1,67	
23:00	-0,08	-1,17	-1,33	-0,25	-0,49	-0,50	-1,83	-0,50	-0,17	-0,17	

Outro dado importante extraído das tabelas é o da reposição apontada em algumas leituras. Em determinados pontos encontram-se diferenças positivas entre duas leituras, ou seja, a leitura atual está mais positiva que a anterior (ou menos negativa), de maneira a entender que houve uma reposição na quantidade de água. Mesmo nesses casos, essa taxa de reposição é muito pequena, da ordem de menos de poucos décimos de milímetro, o que pode ser explicado pela acomodação do material da caixa, ou seja, pela movimentação que se esperaria do material plástico, mesmo que muito sólido e rígido, numa situação tão intensa de temperatura e radiação solar.

Também poderiam ter ocorrido interferências externas ao sensor, como muitos ventos, o que atrapalharia pontualmente alguma leitura, e acabaria por deturpar o valor da média horária. O fato é que não houve reposição alguma de água às caixas, pela mão humana ou por precipitação, já que não ocorreram chuvas no período. Apenas no dia 09 do mês analisado algumas leituras sobressaíram-se como positivas, notadamente no tratamento com plantas, dado que certamente foi influenciado pelos intensos ventos que ocorreram no período, que apesar de apresentarem rajadas máximas de 6m/s e principalmente com as maiores médias encontradas no mês todo, identificando uma intensa ação ao longo do dia, o que ao movimentar a população de plantas, atuou indiretamente na média das leituras.

Outra explicação provável seriam as pequenas taxa de reposição, causadas pela mudança na densidade dos materiais e do ambiente em função das bruscas alterações de temperatura ao longo do dia, ou mesmo a capacidade dos sensores de captar a reposição do orvalho, que apesar de menos provável, é plausível.

No caso da caixa sem plantas, Tabela 3, notam-se que os picos de evaporação demarcados pelos sensores possuem um período diferente do definido para o outro tratamento. Nesse caso, já entre 9 e 10 horas da manhã as leituras começam a mostrar-se mais pronunciadas, elevando significativamente seus valores. A situação de decréscimo da evaporação é demarcada pelos horários compreendidos entre as 16 e 18 horas no máximo.

A situação expressa pela Tabela 3 denota que as maiores perdas estão mais diretamente ligadas aos momentos onde há luz do sol, e portanto radiação intensa, temperaturas maiores e menor teor de umidade do ar.

Diferentemente, na Tabela 4 nota-se que o decréscimo definitivo das leituras ocorrerá cerca de duas a três horas mais tarde, entre as 20 e 21 horas, além do fato de haver diferença superior na evaporação medida pelo sensor do tratamento com plantas. Não somente a superioridade em volume, o tratamento com plantas aparentemente demonstra taxa evaporativas por períodos maiores de tempo, o que sugere a evidente interferência da população de plantas no processo.

Também é notável a correlação da evaporação do tratamento com plantas e a presença da luminosidade, mas fica claro que além dos mesmos fatores que interferem no processo do tratamento sem plantas, existem ainda outros fatores, possivelmente ligados à população de plantas, que continuam a interferir positivamente na evaporação mesmo após o decréscimo significativo da luminosidade e da radiação solar.

Outro dado interessante de ser realçado são as possíveis diferenças pontuais que são encontradas em algumas leituras horárias, entre os tratamentos. Por exemplo, nas datas de 02/05 as 10 horas, no dia 03/05 as 12 horas, no dia 04/05 as 10 horas, e no dia 08/05 as 11 horas, onde as leituras para o tratamento sem plantas e com plantas, foram, respectivamente: -0,33 e 8,92mm; 0,33 e -13,00mm; -1,17 e -9,67mm; e 0,17 e -15,17mm. De acordo com esses dados, avaliando pontualmente, e analisando cada hora isoladamente, haveriam diferenças da ordem de 8, até mais de 15 vezes a perda de água no tratamento com plantas em relação ao tratamento sem plantas.

Tabela 5 – Leitura média nos sensores, diferença média volumétrica e perdas acumuladas. Dados diários em unidade de coluna de água. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Dias Caixas	01/05	02/05	03/05	04/05	05/05	06/05	07/05	08/05	09/05	10/05	11/05
Leitura Média dos Sensores (mm.10 ⁻¹)											
com plantas	653	759	864	982	1092	1182	1278	1380	1424	1477	1558
sem plantas	867	900	923	945	966	993	1014	1036	1048	1052	1064
Diferença Média Volumétrica (mm.10 ⁻¹)											
com plantas	-2,604	-4,323	-4,924	-4,479	-4,771	-2,896	-4,698	-3,646	-0,451	-3,903	-5,265
sem plantas	-0,062	-0,954	-0,888	-0,934	-1,006	-0,868	-0,947	-0,951	0,0208	-0,399	-1,654
Perdas Acumuladas / Dia (mm.10 ⁻¹)											
com plantas	100	104	110	106	114	69	110	81	12	94	89*
sem plantas	43	23	21	23	27	19	23	23	-1	9	28*

* perdas acumuladas no dia 11/01 possuem dados entre as 0 e 16 horas apenas

De acordo com a Tabela 5, confirma-se o fato de que o tratamento com plantas só conseguiu superar a média absoluta do tratamento sem plantas a partir da data 04/05, porém ao ater-se à diferença média volumétrica entre as leituras, observa-se que mais uma vez, desde o início das coletas de dados, o tratamento com plantas denotava uma maior taxa transpiratória, sendo que a média de diferença volumétrica diária no dia 01/05 da caixa com plantas é mais de 40 vezes superior à média alcançada pelo tratamento sem plantas. Essa diferença entre as médias se mantém por todo o período analisado, prevalecendo sempre uma diferença entre 4 a 10 vezes mais perda volumétrica no tratamento com plantas.

Kissmann & Groth (1992), analisando a anatomia de plantas de *E. crassipes*, mostraram que tanto o pecíolo quanto o limbo foliar possuem grandes estômatos, que facilitam e contribuem para elevar a taxa de transpiração, o que explicaria as maiores taxas sempre encontrada no tratamento com plantas. Via de regra, os autores citam as influências climáticas no comportamento do adensamento e intensa produção de massa vegetal dessa espécie, bem como no seu efeito transpiratório.

De acordo com a Figura 10, apresentado na sequência, essa tendência se faz verdadeira no que diz respeito à temperatura do ar. As leituras médias horárias para ambos os tratamentos possuem uma tendência visual muito forte de correlação com a temperatura do ar, onde tanto na caixa com plantas, quanto na caixa sem plantas, nota-se que sempre que a curva das médias de temperatura convergem para seu ponto mais alto, apontando as maiores temperaturas (de acordo com a escala auxiliar no eixo secundário “Y” à direita), existe a tendência do mesmo ocorrer imediatamente com as curvas de evolução da evaporação média dos tratamentos, ou seja, convergirem para os pontos de maior valor de perda de água marcada pelos sensores.

O que ocorre ainda no mesmo gráfico é que sempre que a temperatura se eleva, automaticamente verifica-se a elevação dos dados horários de perda nos sensores, que estão em escala negativa, ou seja, inversamente proporcionais, lembrando que quanto mais negativo, maior é o valor de perda de água. Ocorre ainda aqui, como em todos os dados mostrado até então, que em toda elevação de temperatura e

conseqüente elevação dos dados de perda, o tratamento com plantas expressa essa variação de forma ainda mais acentuada e duradoura.

Pode-se então afirmar que as maiores perdas estão no tratamento que possui a população de *E. crassipes*, e que em ambos os tratamentos existe uma forte correlação com a temperatura do ar e os mecanismos de perda de água no ambiente dos dois reservatórios testados.

Seria esperado que a elevação de temperatura, e os processos conseqüentes dessa elevação, causassem no ambiente a expressão de fatores propícios à maior evaporação de água, ou seja, perda de água na superfície de contato entre o elemento e a atmosfera. No entanto, se fosse apenas essa alteração, seria óbvio esperar-se que o tratamento com plantas estivesse igualado em perdas com o tratamento sem plantas, ou que existisse então, uma pequena diferença.

No trabalho em questão, o que observou-se nos gráficos comparativos com fatores climáticos, é que sempre que há uma elevação no grau do fator, ocorre uma alteração correlata nas leituras de perda, mas que essa correlação é sempre muito mais pronunciada no tratamento com plantas. Não se poderia atribuir essa diferença ao produto do efeito climático causado pela população das plantas na superfície da caixa, como um microclima ou efeito “guarda-chuva”, por exemplo, já que ocorrem diferenças muito significativas, sempre da ordem de quatro vezes superior ou mais, o que permite afirmar que existe inevitavelmente a interferência da evaporação pelas plantas na evolução das perdas.

Pastore et al (1995), em um estudo sobre biomassa e produtividade primária de macrófitas aquáticas, verificaram que a maioria das espécies estudadas apresentaram maior biomassa e produtividade primária nas estações com temperaturas mais altas, e notaram que altas temperaturas estão muito ligadas ao favorecimento do desenvolvimento dessas populações. Dada essa situação, o maior desenvolvimento no tratamento com plantas poderia ser o indicador da maior atividade transpiratória e portanto das maiores perdas no tratamento, como ocorreu no presente trabalho.

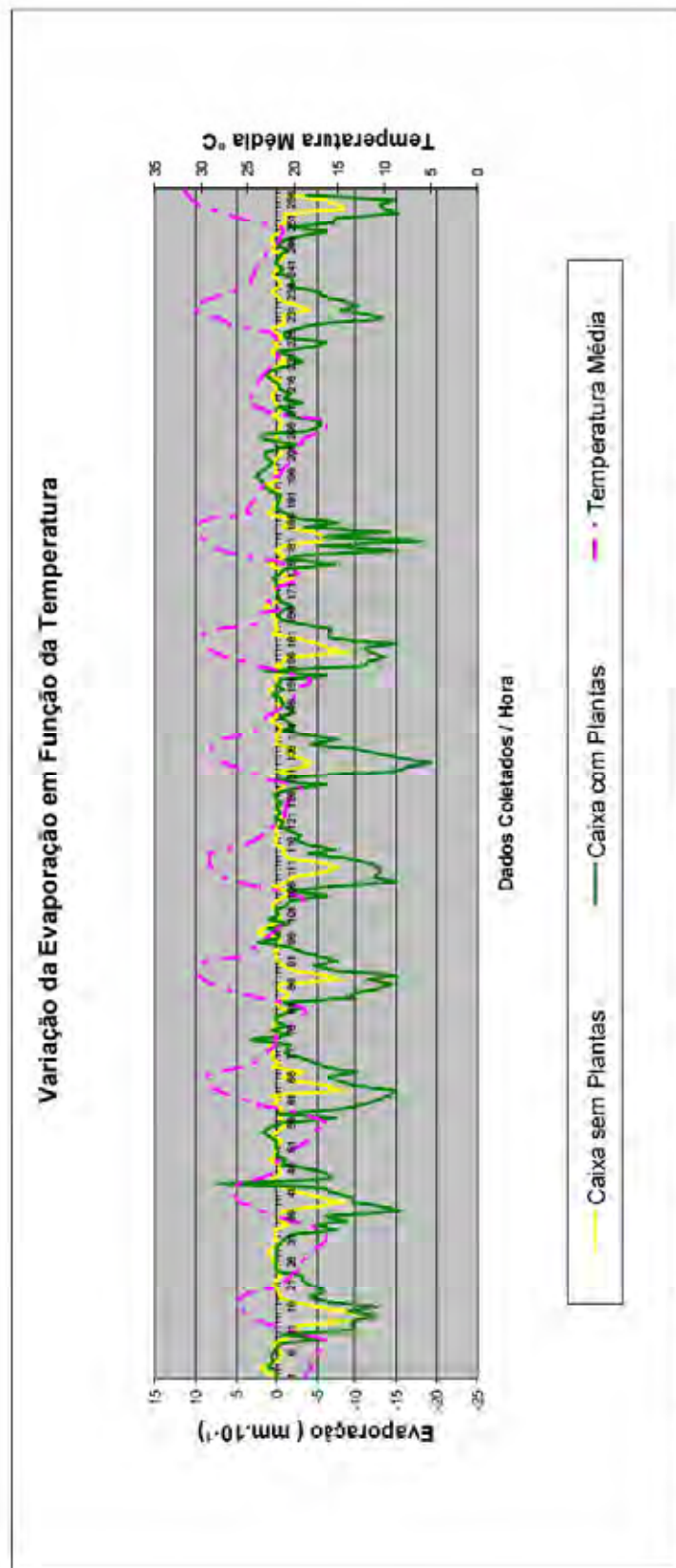


Figura 10 – Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da temperatura do ar no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

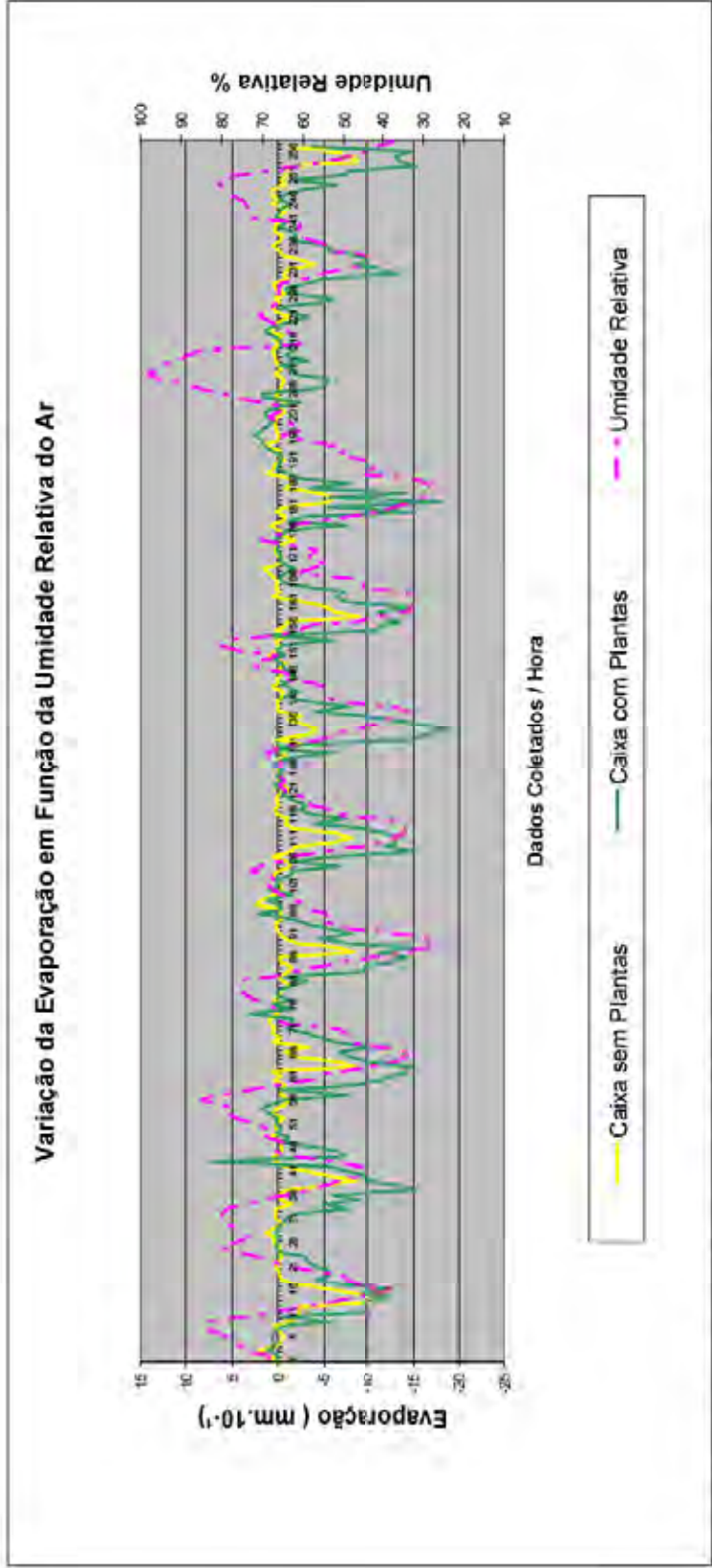


Figura 11 – Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da umidade do ar no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

Ao observar-se a Figura 11, tem-se que a umidade relativa do ar demonstrou o mesmo comportamento da situação comparada entre perdas e temperatura do ar, porém nesse caso, nota-se que ocorre um pequeno intervalo entre a variação das perdas nas caixas e a variação da umidade relativa. Entende-se, portanto, que sempre que a umidade relativa começa seu processo de alteração para os menores valores no ar, ou seja, de menor quantidade de água do ar, imediatamente a esse momento as leituras de perda de água começam a responder de maneira crescente. Já no gráfico comparado de temperatura e perdas, somente após a alta das temperaturas é que ocorrem as respostas nos processos de perda.

Pode-se observar então que é muito forte a ligação entre as perdas anotadas pelos sensores, dentro dos reservatórios, e a quantidade de vapor de água do ambiente, o que indica não só uma forte correlação entre as menores umidades do ar e as maiores perdas nos tratamentos, mas que também é correto afirmar que água que perdeu-se nas caixas foi diretamente enviada ao ambiente, já que a menor redução apontada de vapor de água no ar, implica numa instantânea resposta da leitura nos tratamentos.

Também na Figura 11 o tratamento constituído com a comunidade de plantas mostrou-se mais rápido em responder ao estímulo do ambiente, bem como mais proeminente, sendo que as maiores perdas apontadas são para esse tratamento. Nas Figuras 10 e 11, reforçado pelo Anexo II, podemos notar que no dia 9 do mês, houve um dia atípico na série, com umidade relativa máxima de 96,5% e temperatura média de 16°C, o que explicaria a redução drástica no comportamento das perdas, em ambos tratamentos, para aquela data.

Se comparadas as perdas nos tratamentos, com a perda esperada para um ambiente exposto, ou seja, as perdas normais medidas pelos equipamentos meteorológicos através do TCA (tanque classe A), obtém-se o gráfico da Figura 12. Nesse gráfico pode-se auferir que a questão da evaporação padrão, medida pelo TCA, está muito mais fortemente correlacionada com as perdas no tratamento sem plantas, já que o tratamento com plantas, apesar de obedecer à periodicidade muito semelhante, sempre possui perdas elevadas tanto em relação ao TCA quanto ao tratamento concorrente.

Varição da Evaporação em Função da Evaporação do TCA

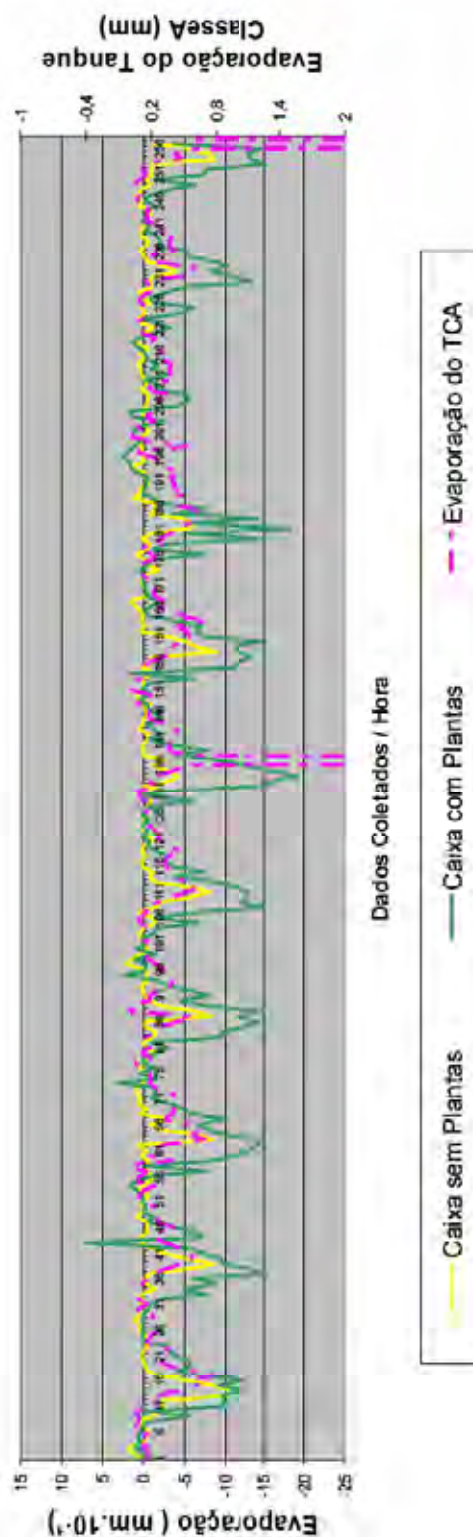


Figura 12 – Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da evaporação do Tanque Classe A, no mesmo período, Ilha Solteira / SP, maio de 2007

Camargo et al, (2003) cita que as plantas aquáticas, assim como qualquer outro organismo vivo, sobrevive sempre dentro de seus limites de tolerância aos fatores ambientais, que no caso das macrófitas aquáticas estaria mais fortemente ligado à concentração de nutrientes do ambiente, temperatura e radiação luminosa, velocidade da corrente da água e à competição interespecífica. O autor afirma ainda que essas plantas são organismos altamente adaptáveis a diferentes variações dentro desses limites e desses fatores, podendo responder muito agressivamente às suas variações.

Talvez a intensa movimentação de água das raízes das plantas de *E. crassipes* para as folhas e por fim ao ambiente explique de alguma maneira a capacidade que essa planta tem de responder ao “stress” ao foi submetida no teste, buscando retirar da água seus nutrientes necessários ao desenvolvimento, agindo como uma espécie de filtro ativo, que ao buscar mais água no reservatório, aumenta as chances de obter os limites necessários para seu desenvolvimento.

Outra expectativa durante os testes é que parte desse efeito “dreno” das plantas fosse motivado pelas condições atmosféricas presentes, mais notadamente pelo potencial total de água na atmosfera, já que esse potencial expressa a capacidade do ar em requerer mais umidade em função das energias livres no ambiente, ou seja, indica em que sentido estará o fluxo da água entre o sistema solo-água-planta e a atmosfera, para obter o equilíbrio.

Observa-se no gráfico da Figura 13 o comportamento das curvas de perda de água nos tratamentos e a curva do potencial total de água na atmosfera, ou potencial água do ar do mesmo período. Neste gráfico as escalas são negativas tanto para o fator ambiental quanto para as perdas, de maneira a causar proporcionalidade entre as leituras. Nesse caso fica claro que as perdas em ambos os tratamentos sofre influência do potencial água do ar, já que todos os momentos de maiores perdas estão concorrentes com os horários analisados nos quais o gráfico aponta crescimento do potencial água do ar, que torna-se mais negativo, ou seja, o balanço de energia da água fica fortemente sujeito a requerer água para a atmosfera ao buscar o equilíbrio.

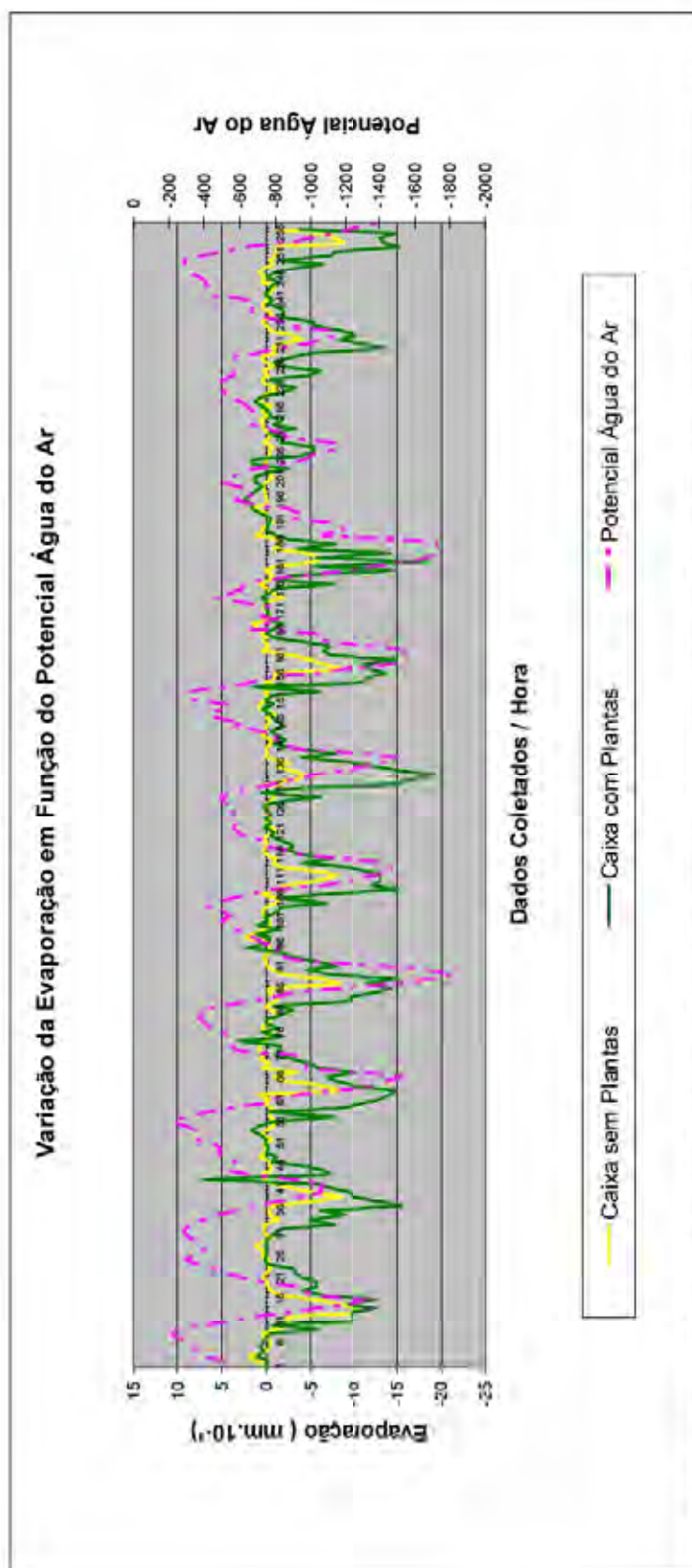


Figura 13 – Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias do Potencial Total de Água na Atmosfera, no mesmo período. Ilha Solteira / SP, maio de 2007.

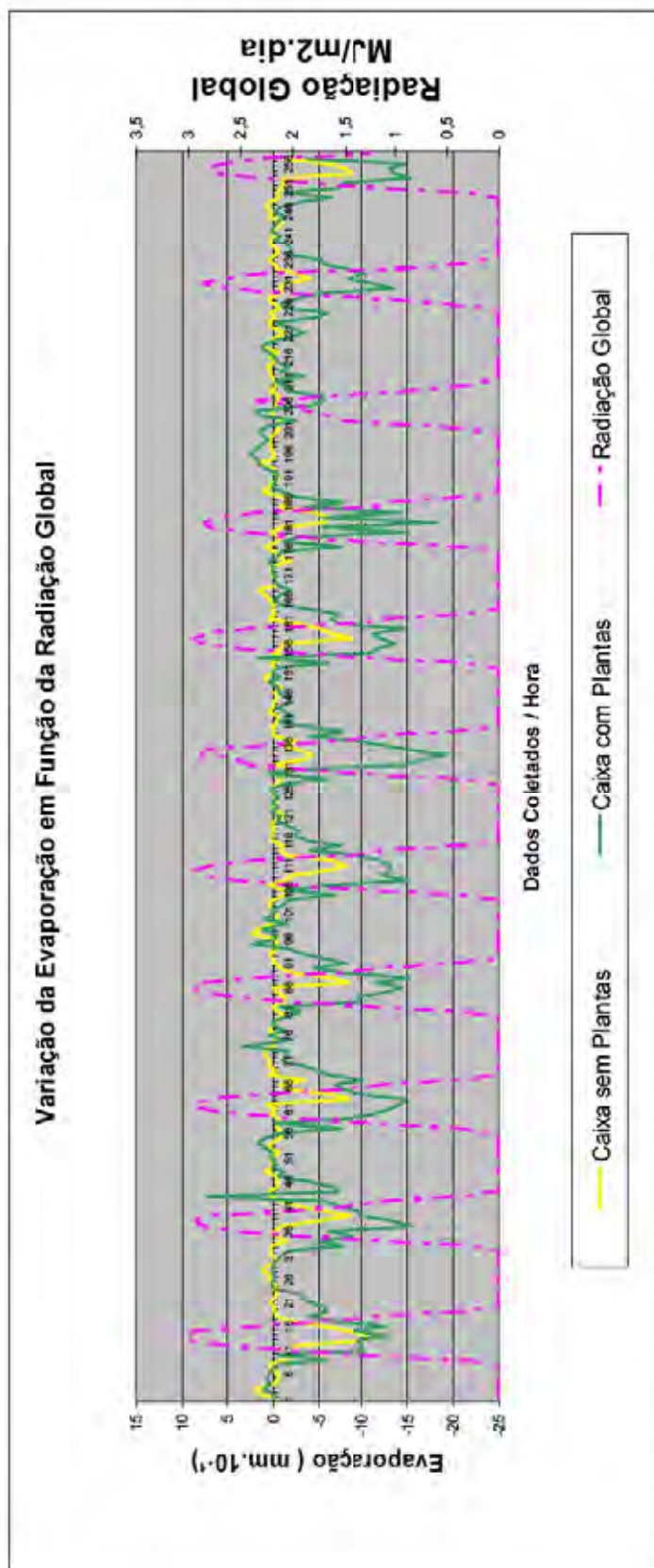


Figura 14 – Leituras das médias horárias obtidas dos sensores ligados aos tratamentos “caixa com plantas” e “caixa sem plantas” comparada com as médias da Radiação Global, no mesmo período, Ilha Solteira / SP, maio de 2007

Nota-se ainda que as maiores respostas ao estímulo ambiental continuam sendo pelo tratamento com plantas, que demarcou pela sua curva todos os picos de maiores perdas. É interessante ressaltar que o potencial água do ar é uma variável dependente tanto da temperatura como da umidade relativa do ar, e portanto esperava-se algo muito parecido entre as três comparações, o que de fato ocorreu, com talvez um efeito adicional no gráfico do potencial água, dado pela temperatura e umidade em conjunto.

No gráfico da Figura 14 foram comparadas as curvas de perda com um outro fator ambiental limítrofe, o da radiação global, que neste ponto também foi comparado com as leituras dos sensores e conseqüentemente com as perdas nas caixas /tratamento.

As curvas observadas no gráfico demonstram o fator ambiental que apresentou, talvez, a dinâmica mais sincronizada com a movimentação das perdas dentre todos os outros. Ocorre um perfeito sincronismo entre as movimentações da evolução temporal da radiação e as perdas observadas em ambos os tratamentos, deixando explícito que também esse fator ambiental tem reflexos da sua expressão nos mecanismos que atuam na evaporação tanto de uma superfície livre e exposta, quanto de uma contendo uma população de *E. crassipes*.

Nesse caso, a grandeza de radiação é inversamente proporcional às perdas de água, pois sua escala é positiva, dada em MJ/m².dia (megajoule por metro quadrado em cada dia), sendo que quanto mais positiva for a radiação, maior seria a quantidade de energia despejada no ecossistema em questão, e portanto maior o calor disponível para a evaporação. Novamente, junto ao nono pico (nono dia) da curva de radiação global, que demonstra a menor quantidade medida no período, foi o ponto onde ocorreram os menores picos de perda, em ambos os tratamentos.

Nessa comparação poderia se esperar uma maior resposta da caixa sem plantas em perdas, já que os picos de radiação indicam ampla disponibilidade de energia no ambiente, o que deveria refletir diretamente na capacidade do mesmo em retirar água da superfície da caixa sem planta, porém nota-se claramente que a população de macrófitas

aquáticas é capaz de aproveitar dessa disponibilidade de energia para seus processos de desenvolvimento, e mais uma vez alcançar maiores taxas de perda de água.

As diferenças notadas em todo o experimento mostram que o tratamento com plantas possui em todo tempo taxas de perda sempre superiores em relação às apresentadas pelo tratamento sem plantas, dado esse que não se explicaria não fosse pela presença das plantas no reservatório e pela intensa transpiração que possuem.

Vale ressaltar que até o presente momento, não existem trabalhos que de fato tenham explorado adequadamente o dano potencial que um população de macrófitas aquáticas teriam sobre um reservatório de água, do ponto de vista das perdas, haja vista que é esse provavelmente a maior perda causada por essas plantas. Não se pode afirmar que o comportamento mesmo de *E. crassipes*, em um ambiente natural, como o lago do reservatório de uma usina hidrelétrica, será o mesmo, pois podem existir perdas diferentes em momentos diferentes. Analisando-se as leituras médias do presente trabalho apenas, e pensando nessas perdas repetidas dia após dia em imensas áreas de plantas, dezenas de hectares cobertos de 70 a 80% com aguapé (uma situação que ocorre na natureza) enviando água ao ambiente na forma de vapor, podemos calculara a quantidade de dezenas de metros cúbicos de água enviados para a atmosfera.

Sabe-se que o ciclo que a água cumpre no ambiente é longo e complexo, e que não se sabe exatamente qual o destino de uma água evaporada numa determinada região, mas é certo que essas quantidades não estarão mais disponíveis ali, e que poderão durante o processo de ciclagem tomar destinos diversos, que não necessariamente levarão a recomposição de água doce e potável. Portanto a possibilidade de centenas de metros cúbicos de água evaporados nos reservatórios de água doce do país é sem dúvida digna de grande preocupação ambiental.

Do ponto de vista econômico, pensando-se numa cadeia de reservatórios ao longo do curso de um rio, como no caso do Tietê, no Estado de São Paulo, onde cada metro cúbico perdido no primeiro reservatório deve ser multiplicado pelos demais na sequência, ou seja, o que for perdido no primeiro reservatório, não passará pelo segundo e nem pelos demais, ou o que for perdido no segundo não passará pelo terceiro e nem pelos demais, e assim sucessivamente, até o último lago do complexo. Pensando-se nessa situação, quanto não se estaria perdendo em energia elétrica que deixou de ser gerada devido às perdas causadas pela evaporação das macrófitas.

Essas e outras reflexões que surgirem sobre o assunto recaem sobre o ponto principal da questão: o aparecimento dessas plantas nos ambientes aquáticos, como fruto de distúrbios e perturbações causadas de maneira antropológica, que agora recaem sobre ele mesmo, no sentido de alertar para o fato de que a poluição ambiental merece mais que alguns capítulos de livros.

Todas as observações sobre os gráficos não são de maneira alguma constatações definitivas sobre o que ocorreu durante a coleta de dados, e que definiu as curvas apontadas nos mesmos, mas pode, de maneira simples, elucidar algo que ainda carecia de literatura e pesquisas - o assunto que envolve as perdas de água e as plantas macrófitas aquáticas.

Fica claro que existe uma correlação entre os fatores apresentados e o estímulo ao aumento das perdas, dado que o sensor possui uma precisão maior que a necessária para tanto, bem como a condução do experimento durante um curto espaço de tempo, e com leituras efetuadas em intervalos muito próximos, mitigam erros no sentido da precisão e valor do que foi analisado.

Como no presente estudo não objetivava-se descobrir os meandros do mecanismo transpiratório da colonização de aguapé, e nem tão pouco a correlação que existia entre os fatores ambientais propriamente ditos e a ativação dos processos de perdas, não se pode dizer que necessariamente o fator apresentado desencadeou o processo de maior perda no tratamento com plantas, mas sim que ocorreram relações próximas entre os fatores estudados e as perdas descritas. Tem-se muito a discutir sobre o assunto, e sobre o que pode estar implícito nas observações levantadas, sobre o que realmente é fator de influência.

Ao que se propunha no trabalho, tem-se que foram atingidas as expectativas de demonstrar que a população de plantas interferiu no processo de perdas e que esse assunto merece maior esmero no seu tratamento, sendo digno de investigação mais completa, em ambiente controlado, buscando-se isolar fatores de preponderância no sistema de perdas, bem como investigar suas correlações com a fisiologia da planta estudada.

7. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos e nas condições de realização desse estudo, podemos afirmar que:

- A presença da colonização da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, por meios da sua transpiração, aumentou a perda de água em pelo menos 4,5 vezes em relação as perda no tratamento sem plantas, quando analisados os dados médios para o período, chegando a perdas até 40 vezes maior no tratamento com plantas, quando analisados dados pontuais horários;

- Houve relação entre as maiores perdas de água nos tratamentos e os horários compreendidos entre as 09 horas da manhã e as 20 horas, no início da noite.

- Houve relação entre a dinâmica dos fatores ambientais estudados - temperatura do ar, umidade relativa do ar, potencial total de água na atmosfera e radiação global - com a dinâmica das perdas de água ocorridas em ambos os tratamentos;

- Houvera relação entre a dinâmica da evaporação medida no Tanque Classe A e a dinâmica das perdas de água nos tratamentos com e sem plantas;

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSMAN, H.H.. A method for discriminating between evaporation and seepage losses from open water canals. **Water SA WASADV**, v.19, n.2, p. 171-175, 1993.

BOSMAN, H.H.. Environmental conditions influencing biological and integrated control of water hyacinth. **Proc. Ist. IOBC Water Hyacinth Working Group**, 1999.

BRANCO, S. M. *Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária*. 3^a Edição. São Paulo: CETESB, 1986. 616 p.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G.. *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: EDUEM. 2003. 341p.

CARDIOSO, L.R.; MARTINS, D.; TERRA, M.A.. Sensibilidade a herbicidas de acessos de aguapé coletados em reservatórios do Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 21, p. 61-68, 2003. Edição especial.

CARVALHO, F. T.; GALO, M.L.B.T.; VELINI, E.D. & MARTINS, D.. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, p. 15-19. 2003 (Edição especial)

CARVALHO, F.T.. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies em dez reservatórios de usinas hidrelétricas do estado de São Paulo. Ilha Solteira: UNESP-FEIS, 2004. 75 p. Tese (**Livre Docência**) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2004.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARVALHO, F.T.; GALO, M.L.B.T.; TRINDADE, M.L.B.; CORRÊA, M.R. e SANTOS, S.C.A.. Monitoramento De Problemas Com Plantas Aquáticas e Caracterização da Qualidade de Água E Sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, v. 23, nº 2, p. 225-231, 2005.

CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. 2006. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. v.1, 273p. Série relatórios <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp>> Acesso: 20 dez 2007.

CHARUDATTAN, R., LIBRADA, R., CENTER, T.D. and KELLY-BEGAZO, C.. *Strategies for water hyacinth control, report of a panel of experts meeting*. Fort Lauderdale, Florida, p. 11-14, 1995.

CILLIERS, C.J., CAMPBELL, P.L. NAUDE, D. & NESER, S.. An integrated water hyacinth control programme on the Vaal River, in a cool, high altitude area in South Africa. In: CHARUDATTAN, R.; Librada, T.D.; Center & Kelly-Begazo, C. (eds) *Strategies for water hyacinth control, report of a panel of experts meeting*. Fort Lauderdale, Florida, p. 87-101, 1995.

CLARKE, S.J.; WHARTON, G. Sediment nutrient characteristics and aquatic macrophytes in lowland English rivers. **The Science of the Total Environment**, v. 266, p. 103-113, 2001.

COOK, C. D. K.. *Water Plants of the world*. The Hague: W. junk, 1974. 561 p.

ESTEVEZ, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência. 2ª ed, 1998. 575p.

FERNANDEZ, O. A.; SUTTON, D.L; LALLANA, V.H; SABBATINI, M.R; IRIGOYEN, J.H.. Aquatic weed problems and management in South and Central America. In: PIETERSE, A. H., MURPHY, K. J. **Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation**. Oxford: Oxford University Press, 1990. p. 407-425.

FINLAYSON, C.M.. Growth rates of *Salvinia molesta* in Lake Moondarra, Mount Isa, Australia. **Aquatic Botany**, v.18, n. 3, p. 257-262, 1984.

FORNO, I.W. & SMITH, P.A.. Management of the alien weed *Salvinia molesta* in the wetlands of the Okavango, Botswana. In W. Streever (ed). *An international perspective on wetland rehabilitation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, p.159-166, 1999.

FRANÇA, F.; MELO, E. de; GÓES NETO, A.; ARAÚJO, D.; BEZERRA, M.G.; RAMOS, H.M.; CASTRO, I & GOMES, D.. Flora vascular de açudes de uma região do semi-árido da Bahia, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, , v.17, n.4, p.549-559, 2003.

GOPAL, B. & SHARMA, K.P.. Water-Hyacinth (*Eichhornia crassipes*), Most Troublesome Weed of the World. Hindasia Publishers, C.C. Colony, Delhi, India. 1981, 219 p.

GRODOWITZ, M.J.. An Active Approach to the Use of Insect Biological Control for the Management of Non-Naive Aquatic Plants. **Journal of Aquatic Plant Management**. v.36, p.57-61, 1998.

GUARIN NETO, G.. Plantas do Brasil – Angiospermas do Estado do Mato Grosso – Pantanal. **Acta Botanica Brasílica**, v. 5, n. 1, p. 25-47, 1991.

HARLEY, K.L.S. & MITCHELL, D.S.. The biology of Australian weeds. 6. *Salvinia molesta*. Mitchell, D.S.. **J. Aust. Inst. Agric. Sci.** v. 47, p.67–76, 1981.

HINES, C.J., SCHLETTWEIN, C.H.G. & KRUGER, W.. Invasive alien plants in Bushmanland, Owambo, Kavango and Caprivi. In C.J. Brown, I.A. Macdonald and S.E. Brown (eds) *Invasive alien organisms in South West Africa/Namibia*. South African National Scientific Programmes 119. CSIR, p. 6-12, 1985.

HOLM, L.G., PLUCKNETT, D.L., PANCHO, J.V. & HERBERGER, J.P.. The World's Worst Weeds, Distribution and Biology. Honolulu: The Univ. Press of Hawaii. 609 pp. 1977

HOLM, L. & YEO, R. The biology, control and utilization of aquatic weeds, part I. **Weeds Today**, p. 07-13, 1980.

IBAMA Apresentação. In: WORKSHOP SOBRE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Anais...** IBAMA, Brasília-DF, 1998. p.02-04.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censos PNAD – Síntese de indicadores 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2006/sintese/tab6_1.pdf>. Acesso em: 20 dez 2007.

JOYCE, J. C.. Practical uses of aquatic weeds. In: PIETERSE, A.H.; MURPHY, K.J. (Ed.). **Aquatic weeds: the ecology and management of nuisance aquatic vegetation**. Oxford: Oxford Univ. Press, p. 274-291, 1990.

KHEDR, A.H.; EL-DEMERDASH, M.A. Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. **Aquatic Botany**, v. 56, p. 75-86, 1997

KISSMANN, K.G. & GROTH, D. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo II e III. 1ª Edição. São Paulo: BASF, 1992. 798 p.

KISSMANN, K.G.. *Plantas infestantes e nocivas*. Tomo I. 2ª Edição. São Paulo: BASF, 1997. 824 p

KNOCH, K. <<http://www.knoch1.de> >Acesso: 20 ago 2007

LALLANA, V. H.; SABATINI, A.; LALLANA, M. C.. Evapotranspiration from *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Salvinia herzogii* and *Azolia caroliniana* during summer in Argentina. Journal of Aquatic Plant Management Society, v.25, p.48-50, 1987.

LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

MARCONDES, D.A.S.; TANAKA, R.H. Plantas aquáticas nos reservatórios das usinas hidrelétricas da CESP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997, Caxambu, MG. **Workshop de Plantas Aquáticas...** Viçosa, MG: SBCPD, 1997. p. 02-04.

MARTINS, D.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E. & TOFOLI, G.R.. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *E. crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d'água. **Planta Daninha**, v.20, 2002. p. 83-88. Edição Especial.

MATAI, S.. Protein from water weeds. In: VARSHEY, CK; RZÓSKA, J. (Ed.) **Aquatic weeds of S.E. Asia**. The Hague: Dr. W. Junk Publ., p. 369-373, 1976.

MAXIMIANO, A. A.. Considerações/Preocupações do IBAMA em relação ao controle de plantas aquáticas. In: WORKSHOP PLANTAS AQUÁTICAS, CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 23-26.

NRW - The State of Queensland (Department of Natural Resources and Water) 2007 - Author: Land Protection - Disponível em <<http://www.nrw.qld.gov.au/factsheets/pdf/pest/pp6.pdf>>.

Acesso em: 01ago.2007

ODUM, E. P.. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1988. 434p.

PASTORE, P. M.; TUR, N. M.; MARRONE, M. T. Biomassa y productividad primaria de macrófitas no emergentes e una laguna y su afluente (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 2, p. 267-281. 1995

PENFOUND, W.T. & EARLE, T.T.. The biology of the water hyacinth. **Ecol. Monogr.** v.18, p. 449-72, 1948.

PITELLI, RA. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. In: WORKSHOP SOBRE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Anais...** IBAMA, Brasília-DF, 1998, p. 32-35.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C.. *Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. 1ª ed. Barueri: Manole,. v.1, 2004, 478 p.

RIEMER, D.N. *Introduction freshwater vegetation*. 1ª Edição (Parte II). Westpost, EUA: Edition Orig., 1984, 218 p.

SANCHEZ, A. L.; CERVI, A. C.; POTT, V. J.. Levantamento Taxonômico de Pontederiaceae Kunth do Pantanal, nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil . In: III SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: IS DESAFIOS DO NOVO MILÊNIO, 2000, Cuiabá / MS, 2000.

SMITH, B.E.; LANGELAND, K.A.; HANLON, C.G. Influence of foliar exposure, adjuvants and rain-free period on the efficacy of glyphosate for torpedograss control. Journal of Aquatic Plant Management, University of Florida, EUA: IFAS Research and Education Center Fort Lauderdale, v.37, 1999. p. 13-16

SWARBRICK, J. T. Weeds of Australia: Salviniaceae, Primulaceae, Pontederiaceae. **Aust. Weeds**, v. 1, n. 10, p. 21-27, 1981.

TANAKA, R. H.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; BRONHARA, A.A.; SILVA, M.A.S.; CAVENAGHI, A.L. e TOMAZELA, M.S.. Avaliação de herbicidas no controle de egéria em laboratório, caixa d'água e represa sem fluxo d'água. **Planta Daninha**, v. 20, p. 73-81, 2002(a). Edição especial.

TANAKA, R.H. Prejuízos provocados por plantas aquáticas. In: WORKSHOP SOBRE CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Anais...** IBAMA, Brasília-DF, 1998. p.36-38.

TANAKA, R.H.; CARDOSO, L.R., MARTINS, D., MARCONDES, D.A.S. e MUSTAFÁ, A.L. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, 2002(b). p. 99-111, Edição Especial.

THOMAZ, S.M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, 2002. p. 21-33, Edição Especial.

TOMOCIK, J.; GARISTO, L. *Water gardening*. New York: Pantheon Books, 1996, 223p.

TUBELIS, A & NASCIMENTO, F.J.L. do.. *Meteorologia descritiva fundamentos e aplicações brasileiras*. Imprensa São Paulo: Nobel, 1980, 374 p.

VAN NES, E.H.; SHEFFEB, M.; VAN DEN BERG, M.S.; COOPS, H. Aquatic macrophytes: restore, eradicate or is there a compromise. *Aquatic Botany*, v. 72, 2002. p. 387-403

VELINI, E. D.; GALO, M.L.; CARVALHO, F.T.; MARTINS, D.; CAVENAGHI, A.L.; TRINDADE, M.L.; BRAVIN, L.F.N.; NEGRISOLI, E.; ANTUNIASSI, U.R.; SIMIONATO, J.L. & SANTOS, S.C.. Assessment of aquatic plants in the reservoirs of AES-Tietê and development of an integrated control model for the most important species. **J. Environ. Sci. Heal.**,v.40, n.1, p. 85-110, 2005.

VELINI, E. D.; MARTINS, D; MARCONDES, A. S. M.. Seleção e controle de plantas daninhas aquáticas submersas. In: WORKSHOP PLANTAS AQUÁTICAS, CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21.,1997, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 9-19.

VELINI, E.D..Desenvolvimento de técnicas e equipamentos para o monitoramento e controle de plantas aquáticas. Botucatu: UNESP-FCA, 2005. 238 p. Tese (**Livre Docência**) - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2005.

WALKER, C. R. Problems in clearance and registration of herbicides for aquatic areas. **Hyacinth Control Journal**. v.9, n.1, p.5-17, 1971.

WELLS, R. D. S.; DE WINTON, M. D.; CLAYTON, J. S. Successive macrophyte invasions within the submerged flora of Tarawera, central North Island, New Zealand. *N. Z. J. Mar. Freshwat. Res.*, v. 31, n. 4, p. 449,459, 1997.

WHYCOS- World Hydrological Cycle Observing System, 2004 - Disponível em <<http://www.whycos.org>>. Acesso em: 20 dez 2007

Anexo I

Dados Climáticos Médios Horários do Município de Ilha Solteira / SP, para o mês de maio de 2007, entre as 0 horas do dia primeiro até as 16 horas do dia 11. Valores utilizados como fonte para as comparações no trabalho. *Fonte: Laboratório de Hidráulica e Irrigação – LHI / FEIS* (<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>).

Data	Hora	Temperatura °C	Umidade Relativa %	Radiação Global	Precipitação mm	Evaporação do TCA (mm)	Ψ (atm)
01/05/2007	0	18,94	68,45	0	0	0,178	-504
01/05/2007	100	18,57	68,61	0	0	0,174	-500
01/05/2007	200	17,88	74,6	0	0	0,102	-388
01/05/2007	300	18,69	75,4	0	0	0,209	-375
01/05/2007	400	18,13	77,9	0	0	0,129	-331
01/05/2007	500	17,52	79,6	0	0	0,159	-302
01/05/2007	600	16,9	82,2	0	0	0,052	-259
01/05/2007	700	16,26	84,7	0,008	0	0,081	-219
01/05/2007	800	16,61	82,3	0,312	0	0,079	-257
01/05/2007	900	18,79	72,4	1,259	0	0,048	-429
01/05/2007	1000	20,41	66,09	1,998	0	0,176	-553
01/05/2007	1100	22,23	59,64	2,57	0	0,314	-694
01/05/2007	1200	23,7	52,6	2,926	0	0,249	-867
01/05/2007	1300	24,88	46,23	3,037	0	0,493	-1046
01/05/2007	1400	25,62	39,78	2,895	0	0,636	-1253
01/05/2007	1500	26,21	37,42	2,26	0	0,578	-1339
01/05/2007	1600	26,15	45,91	1,64	0	0,779	-1060
01/05/2007	1700	25,63	49,2	1,142	0	0,69	-964
01/05/2007	1800	24,67	50,06	0,372	0	0,407	-937
01/05/2007	1900	22,4	57,47	0,004	0	0,285	-745
01/05/2007	2000	21,45	62,67	0	0	0,332	-626
01/05/2007	2100	20,68	67,12	0	0	0,394	-533
01/05/2007	2200	20,37	70,7	0	0	0,296	-463
01/05/2007	2300	19,57	75,5	0	0	0,153	-374
02/05/2007	0	18,89	80,1	0	0	0,192	-295
02/05/2007	100	19,33	75,6	0	0	0,27	-372
02/05/2007	200	18,63	73,7	0	0	0,217	-405
02/05/2007	300	18,02	75,2	0	0	0,212	-377
02/05/2007	400	17,63	76	0	0	0,221	-363
02/05/2007	500	16,88	79	0	0	0,068	-311
02/05/2007	600	16,4	80,5	0	0	0,161	-286
02/05/2007	700	16,38	79,8	0,008	0	0,093	-297
02/05/2007	800	16,82	78,5	0,266	0	0,063	-319
02/05/2007	900	18,35	73,8	1,042	0	0,089	-403

02/05/2007	1000	20,12	69,26	1,894	0	0,109	-490
02/05/2007	1100	21,61	64,09	2,495	0	0,172	-596
02/05/2007	1200	23,15	58,74	2,841	0	0,217	-717
02/05/2007	1300	24,43	54,14	2,935	0	0,33	-831
02/05/2007	1400	25,78	49,96	2,764	0	0,49	-944
02/05/2007	1500	26,27	45,7	1,952	0	0,571	-1067
02/05/2007	1600	26,6	46,25	1,446	0	0,562	-1051
02/05/2007	1700	26,83	45,22	1,075	0	0,478	-1083
02/05/2007	1800	25,76	50,85	0,339	0	0,346	-920
02/05/2007	1900	23,55	60,88	0,004	0	0,218	-670
02/05/2007	2000	22,37	66,5	0	0	0,219	-548
02/05/2007	2100	22,12	67,03	0	0	0,431	-537
02/05/2007	2200	22,34	64,81	0	0	0,259	-583
02/05/2007	2300	21,49	68,72	0	0	0,253	-503
03/05/2007	0	20,75	70	0	0	0,197	-477
03/05/2007	100	20,29	68,92	0	0	0,237	-497
03/05/2007	200	19,39	71,3	0	0	0,098	-450
03/05/2007	300	18,57	75,9	0	0	0,084	-366
03/05/2007	400	18,19	78,1	0	0	0,12	-328
03/05/2007	500	18,11	76,8	0	0	0,241	-350
03/05/2007	600	17,17	79,6	0	0	0	-301
03/05/2007	700	16,26	84,9	0,008	0	0,099	-215
03/05/2007	800	17,49	79,7	0,305	0	0,164	-300
03/05/2007	900	19,19	72,7	1,174	0	0	-424
03/05/2007	1000	21,05	65,46	1,905	0	0,397	-567
03/05/2007	1100	23,78	57,11	2,466	0	0,168	-757
03/05/2007	1200	25,01	56,22	2,84	0	0,209	-781
03/05/2007	1300	26,95	49,45	2,956	0	0,315	-961
03/05/2007	1400	28,1	42,38	2,773	0	0,731	-1176
03/05/2007	1500	28,95	36,31	2,249	0	0,574	-1392
03/05/2007	1600	29,51	34,65	1,501	0	0,64	-1459
03/05/2007	1700	29,61	32,08	1,104	0	0,624	-1566
03/05/2007	1800	28,38	39,14	0,333	0	0,316	-1287
03/05/2007	1900	24,69	48,83	0,004	0	0,388	-971
03/05/2007	2000	24,25	48,64	0	0	0,421	-975
03/05/2007	2100	23,35	49,71	0	0	0,378	-943
03/05/2007	2200	23,17	51,1	0	0	0,424	-905
03/05/2007	2300	22,4	64,48	0	0	0,389	-590
04/05/2007	0	21,96	66,4	0	0	0,237	-550
04/05/2007	100	21,96	66,18	0	0	0,166	-554
04/05/2007	200	21,66	66,94	0	0	0,201	-538
04/05/2007	300	21,09	68,36	0	0	0,18	-509
04/05/2007	400	20,31	71,4	0	0	0,142	-450
04/05/2007	500	19,76	73,8	0	0	0,046	-405
04/05/2007	600	19,27	75,4	0	0	0,197	-376
04/05/2007	700	18,78	75,3	0,008	0	0,107	-377

04/05/2007	800	18,87	75,3	0,321	0	0,204	-377
04/05/2007	900	20,83	66,88	1,213	0	0,13	-538
04/05/2007	1000	22,92	61,46	1,94	0	0,163	-656
04/05/2007	1100	25,41	55,49	2,499	0	0,215	-800
04/05/2007	1200	27,09	50,23	2,855	0	0,3	-940
04/05/2007	1300	28,65	41,21	2,964	0	0,454	-1217
04/05/2007	1400	29,76	33,73	2,813	0	0,583	-1497
04/05/2007	1500	30,33	28,79	2,314	0	0	-1719
04/05/2007	1600	30,44	26,8	1,47	0	0,01	-1818
04/05/2007	1700	30,27	28,95	1,109	0	0,194	-1711
04/05/2007	1800	28,95	34,1	0,341	0	0,181	-1478
04/05/2007	1900	25,68	48,24	0,004	0	0,289	-991
04/05/2007	2000	25,03	52,97	0	0	0,374	-862
04/05/2007	2100	24,15	55,73	0	0	0,4	-791
04/05/2007	2200	23,74	53,9	0	0	0,348	-835
04/05/2007	2300	22,91	57,71	0	0	0,306	-740
05/05/2007	0	22,38	59,91	0	0	0,235	-689
05/05/2007	100	21,74	62,12	0	0	0,178	-639
05/05/2007	200	21,09	64,91	0	0	0,156	-578
05/05/2007	300	20,57	67,21	0	0	0,162	-531
05/05/2007	400	19,94	68,75	0	0	0,18	-500
05/05/2007	500	20,06	66,38	0	0	0,108	-547
05/05/2007	600	19,53	68,1	0	0	0,142	-511
05/05/2007	700	18,9	72,7	0,008	0	0,159	-424
05/05/2007	800	19,37	70,1	0,319	0	0,099	-473
05/05/2007	900	21,26	65,35	1,182	0	0,085	-570
05/05/2007	1000	23,77	61,99	1,906	0	0,155	-646
05/05/2007	1100	25,81	55,03	2,462	0	0,147	-812
05/05/2007	1200	27,5	45,33	2,822	0	0,264	-1082
05/05/2007	1300	28,51	40,08	2,935	0	0,421	-1255
05/05/2007	1400	28,71	36,77	2,783	0	0,539	-1374
05/05/2007	1500	29,15	33,97	2,298	0	0,595	-1485
05/05/2007	1600	29,18	34,44	1,394	0	0,576	-1466
05/05/2007	1700	28,93	35,33	1,014	0	0,396	-1430
05/05/2007	1800	27,87	40,77	0,315	0	0,367	-1229
05/05/2007	1900	25,11	50,7	0,003	0	0,351	-922
05/05/2007	2000	24,09	52,89	0	0	0,302	-861
05/05/2007	2100	23,3	58,2	0	0	0,359	-730
05/05/2007	2200	23,3	57,64	0	0	0,482	-743
05/05/2007	2300	22,07	61,4	0	0	0,345	-655
06/05/2007	0	21,55	64,48	0	0	0,268	-588
06/05/2007	100	20,93	66,05	0	0	0,283	-555
06/05/2007	200	20,93	64,59	0	0	0,24	-585
06/05/2007	300	20,76	65,54	0	0	0,185	-565
06/05/2007	400	20,75	64,67	0	0	0,167	-583

06/05/2007	500	20,32	66,05	0	0	0,185	-554
06/05/2007	600	19,78	65,1	0	0	0,136	-572
06/05/2007	700	19,13	68,16	0,008	0	0,081	-510
06/05/2007	800	19,4	69,27	0,317	0	0,152	-489
06/05/2007	900	22,03	65,56	1,175	0	0,08	-567
06/05/2007	1000	23,78	60,2	1,87	0	0,095	-685
06/05/2007	1100	24,92	55,34	2,418	0	0,245	-802
06/05/2007	1200	26,2	51	2,516	0	0,16	-917
06/05/2007	1300	27,34	46,47	2,873	0	0,257	-1048
06/05/2007	1400	28,24	40,59	2,837	0	0,413	-1236
06/05/2007	1500	28,55	38,1	2,213	0	0,556	-1324
06/05/2007	1600	28,98	34,75	1,463	0	1,155	-1453
06/05/2007	1700	28,81	33,21	1,162	0	0,524	-1514
06/05/2007	1800	27,87	37,04	0,363	0	0,37	-1360
06/05/2007	1900	24,7	49,59	0,005	0	0,353	-950
06/05/2007	2000	24	54,25	0	0	0,421	-827
06/05/2007	2100	23,87	55,27	0	0	0,461	-801
06/05/2007	2200	23,42	54,79	0	0	0,42	-812
06/05/2007	2300	22,96	57,02	0	0	0,365	-757
07/05/2007	0	22,09	65,18	0	0	0,18	-575
07/05/2007	100	21,4	63,19	0	0	0,176	-615
07/05/2007	200	20,7	69,72	0	0	0,179	-482
07/05/2007	300	19,95	72,5	0	0	0,062	-429
07/05/2007	400	20,08	67,97	0	0	0,18	-515
07/05/2007	500	20,14	66,36	0	0	0,186	-547
07/05/2007	600	18,42	76,1	0	0	0,006	-362
07/05/2007	700	18,14	80,1	0,006	0	0,004	-294
07/05/2007	800	18,85	78,1	0,31	0	0,124	-328
07/05/2007	900	21,51	65,83	1,168	0	0,113	-560
07/05/2007	1000	23,58	60,73	1,888	0	0,138	-673
07/05/2007	1100	25,31	58,18	2,473	0	0,177	-735
07/05/2007	1200	27,21	46	2,835	0	0,317	-1061
07/05/2007	1300	28,4	41,36	2,941	0	0,421	-1211
07/05/2007	1400	29,23	33,03	2,787	0	0,399	-1524
07/05/2007	1500	29,56	33,12	2,363	0	0,446	-1522
07/05/2007	1600	29,9	31,93	1,307	0	0,559	-1574
07/05/2007	1700	29,61	31,56	1,073	0	0,528	-1588
07/05/2007	1800	27,97	34,85	0,305	0	0,448	-1444
07/05/2007	1900	24,36	44,98	0,002	0	0,71	-1081
07/05/2007	2000	24,3	44,98	0	0	0,485	-1081
07/05/2007	2100	23,93	46,77	0	0	0,423	-1027
07/05/2007	2200	21,29	60,86	0	0	0,216	-665
07/05/2007	2300	21,83	57,34	0	0	0,309	-746
08/05/2007	0	22,78	54,1	0	0	0,231	-827
08/05/2007	100	22,63	58,79	0	0	0,224	-715

08/05/2007	200	22,33	58,05	0	0	0,261	-731
08/05/2007	300	21,7	56,43	0	0	0,198	-767
08/05/2007	400	20,01	63,85	0	0	0,118	-598
08/05/2007	500	19,19	70,3	0	0	0,093	-469
08/05/2007	600	19,66	65,59	0	0	0,092	-562
08/05/2007	700	20,1	62,92	0,011	0	0,224	-618
08/05/2007	800	20,46	62,53	0,311	0	0,219	-627
08/05/2007	900	22,31	56,87	1,218	0	0,075	-759
08/05/2007	1000	25,23	48,1	1,887	0	0,288	-993
08/05/2007	1100	27,65	39,08	2,436	0	0,272	-1286
08/05/2007	1200	28,58	36,49	2,783	0	0,384	-1384
08/05/2007	1300	29,51	31,49	2,86	0	0,42	-1591
08/05/2007	1400	29,94	29,6	2,695	0	0,559	-1678
08/05/2007	1500	30,44	28,3	2,321	0	0,592	-1743
08/05/2007	1600	30,16	28,31	1,139	0	0,643	-1741
08/05/2007	1700	30,1	28,5	1,046	0	0,608	-1732
08/05/2007	1800	28,8	31,69	0,302	0	0,404	-1578
08/05/2007	1900	24,7	45,51	0,002	0	0,403	-1067
08/05/2007	2000	25	41,5	0	0	0,537	-1193
08/05/2007	2100	24,66	42,15	0	0	0,403	-1170
08/05/2007	2200	24,23	44,05	0	0	0,406	-1109
08/05/2007	2300	23,73	51,47	0	0	0,37	-897
09/05/2007	0	23,78	49,62	0	0	0,462	-947
09/05/2007	100	23,22	52,09	0	0	0,313	-879
09/05/2007	200	22,53	59,33	0	0	0,269	-702
09/05/2007	300	21,74	65,11	0	0	0,219	-576
09/05/2007	400	21,29	60,65	0	0	0,069	-670
09/05/2007	500	21,08	60,75	0	0	0,538	-667
09/05/2007	600	20,43	63,41	0	0	0,234	-608
09/05/2007	700	19,66	68,47	0,006	0	0,012	-504
09/05/2007	800	19,73	65,89	0,211	0	0,131	-556
09/05/2007	900	20,44	64,24	0,601	0	0,067	-591
09/05/2007	1000	22,28	58,81	1,536	0	0,238	-713
09/05/2007	1100	23,99	54,61	1,627	0	0,155	-818
09/05/2007	1200	25,86	49,03	1,89	0	0,207	-969
09/05/2007	1300	26,59	48,31	1,899	0	0,287	-992
09/05/2007	1400	28,38	43,99	2,345	0	0,256	-1126
09/05/2007	1500	29,11	43,21	1,533	0	0,374	-1154
09/05/2007	1600	29,24	43,5	0,895	0	0,199	-1145
09/05/2007	1700	27,72	52,81	0,335	0	0,184	-874
09/05/2007	1800	26,58	53,78	0,119	0	0,424	-846
09/05/2007	1900	25,2	57	0,001	0	0,363	-763
09/05/2007	2000	24,45	60,69	0	0	0,369	-676
09/05/2007	2100	24,58	60,96	0	0	0,388	-670
09/05/2007	2200	24,17	60,77	0	0	0,277	-674
09/05/2007	2300	24,01	60,63	0	0	0,333	-676

10/05/2007	0	23,7	62,41	0	0	0,222	-637
10/05/2007	100	23,37	63,62	0	0	0,181	-610
10/05/2007	200	22,83	66,27	0	0	0,237	-554
10/05/2007	300	22,21	67,66	0	0	0,122	-525
10/05/2007	400	21,71	70,4	0	0	0,052	-471
10/05/2007	400	21,71	70,4	0	0	0,052	-471
10/05/2007	500	21,75	67,63	0	0	0,11	-525
10/05/2007	600	21,84	65,42	0	0	0,166	-569
10/05/2007	700	21,78	65,69	0,002	0	0,151	-564
10/05/2007	800	21,86	65,97	0,169	0	0,094	-558
10/05/2007	900	22,46	65,94	0,542	0	0,103	-560
10/05/2007	1000	24,14	65,44	1,153	0	0,194	-573
10/05/2007	1100	26,63	59,15	2,083	0	0,238	-716
10/05/2007	1200	27,83	55,15	2,53	0	0,151	-815
10/05/2007	1300	29,46	49,22	2,863	0	0,476	-976
10/05/2007	1400	30,61	44,92	2,647	0	0,581	-1106
10/05/2007	1500	30,93	44,12	2,278	0	0,592	-1132
10/05/2007	1600	29,24	43,5	0,895	0	0,199	-1145
10/05/2007	1700	27,72	52,81	0,335	0	0,184	-874
10/05/2007	1800	26,58	53,78	0,119	0	0,424	-846
10/05/2007	1900	25,2	57	0,001	0	0,363	-763
10/05/2007	2000	24,45	60,69	0	0	0,369	-676
10/05/2007	2100	24,58	60,96	0	0	0,388	-670
10/05/2007	2200	24,17	60,77	0	0	0,277	-674
10/05/2007	2300	24,01	60,63	0	0	0,333	-676
11/05/2007	0	24,1	73,2	0	0	0,16	-422
11/05/2007	100	23,46	73,2	0	0	0,159	-421
11/05/2007	200	23,07	73,4	0	0	0,169	-417
11/05/2007	300	22,62	73,9	0	0	0,167	-407
11/05/2007	400	22,04	75,3	0	0	0,069	-381
11/05/2007	500	21,46	78	0	0	0,088	-333
11/05/2007	600	21,33	78,8	0	0	0,071	-319
11/05/2007	700	21,04	80,5	0,006	0	0,03	-290
11/05/2007	800	21,38	80,3	0,272	0	0,081	-294
11/05/2007	900	23,79	74,9	1,104	0	0,151	-390
11/05/2007	1000	25,76	67,43	1,801	0	0,125	-536
11/05/2007	1100	27,28	61,68	2,262	0	0,132	-660
11/05/2007	1200	28,88	53,24	2,699	0	0,473	-866
11/05/2007	1300	30,3	47,76	2,804	0	0,404	-1020
11/05/2007	1400	31,01	43,86	2,643	0	0,613	-1140
11/05/2007	1500	31,48	40,98	2,276	0	1,055	-1236
11/05/2007	1600	31,76	38,75	1,24	0	0,504	-1388

Anexo II

Dados Climáticos do Município de Ilha Solteira / SP, para o mês de maio de 2007. Fonte: Laboratório de Hidráulica e Irrigação – LHI / FEIS (<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.php>).

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - UNESP - DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS																			
ÁREA DE ENGENHARIA RURAL - HIDRÁULICA e IRRIGAÇÃO																			
DADOS CLIMATICOS ILHA SOLTEIRA																			
maio de 2007																			
Dia	TEMPERATURA °C			UMIDADE RELATIVA DO AR %			Pressão Atm	Rad. Global	Rad. Líquida	Flx de calor	PAR	Ev-TCA	ETo_PN-M	ETo-TCA	Velocidade do vento (m/s)	Direção vento	Chuva	Insolação	
-	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	kPa	MJ/m2.dia			mmoles /m²	mm/dia			Máxima	média	°	mm	h/dia
1	26,8	33,2	21,3	60,3	80,8	36,3	97,6	18,9	10,7	0,3	222,4	7,7	4,4	4,8	5,3	1,6	36,4	0,0	10,5
2	27,2	34,0	22,1	48,7	70,8	80,1	97,8	19,2	10,4	0,2	220,0	7,2	4,4	4,7	4,9	1,5	42,0	0,0	11,2
3	26,0	33,4	17,3	48,3	78,4	29,0	97,7	19,2	9,9	-0,1	216,7	8,1	4,3	4,8	5,8	1,0	55,8	0,0	10,8
4	25,7	32,8	20,2	55,1	81,1	25,4	97,6	19,3	10,0	-	216,3	8,1	4,3	4,8	6,5	1,7	35,9	0,0	10,8
5	25,8	32,1	21,1	50,3	73,0	24,3	97,5	20,0	10,0	0,1	221,1	9,1	4,8	5,3	6,1	2,0	23,1	0,0	11,4
6	25,7	32,1	19,5	50,9	73,3	29,2	97,4	20,0	10,2	-0,1	220,8	7,6	4,5	4,5	6,1	1,6	21,3	0,0	10,0
7	26,9	34,4	20,7	47,6	75,7	22,0	97,3	19,5	10,0	0,1	216,6	8,2	4,4	4,9	4,9	1,2	10,6	0,0	8,8
8	24,9	34,3	17,6	62,0	85,9	25,1	97,5	15,3	8,0	0,2	167,3	6,3	3,7	3,8	8,9	1,7	195,7	0,0	7,3
9	16,6	19,6	13,0	79,9	96,5	63,5	98,1	5,9	2,7	-1,1	63,4	2,9	1,4	1,9	5,9	2,1	168,8	0,0	-
10	18,9	25,6	11,0	61,6	82,6	43,3	98,0	20,0	9,6	-0,5	210,7	6,2	3,6	4,0	7,0	2,0	69,5	0,0	11,4
11	23,2	30,1	15,4	61,0	81,5	43,1	97,9	17,9	9,4	-	200,5	6,6	3,9	4,2	6,3	1,7	49,7	0,0	9,6
12	25,7	32,5	19,5	59,4	82,9	32,5	98,0	18,1	9,5	0,2	205,7	6,8	3,9	4,3	4,5	1,3	31,4	0,0	9,7
13	26,4	32,7	21,0	56,2	81,1	32,6	97,8	17,9	9,8	0,1	203,3	7,7	4,0	4,7	5,6	1,3	11,0	0,0	9,5
14	26,7	33,3	20,2	59,7	90,7	37,4	97,7	17,7	9,9	0,3	203,7	5,4	3,9	3,9	4,9	1,1	120,1	0,0	7,1
15	26,6	36,6	20,9	59,3	83,3	35,3	97,6	17,4	9,1	0,2	198,5	5,5	3,9	3,9	5,6	1,4	38,4	0,0	6,8
16	27,0	34,7	21,4	50,5	71,7	25,3	97,4	17,0	8,5	-	188,6	6,2	4,2	4,2	5,8	1,8	6,7	0,0	6,5
17	26,2	33,8	19,3	54,3	83,5	26,7	97,5	16,9	8,7	-	186,2	5,2	3,7	3,7	4,6	0,9	25,4	0,0	8,6
18	25,2	33,4	18,4	60,9	94,4	26,5	97,6	15,0	7,5	-0,2	163,5	4,2	3,1	3,7	3,5	0,7	33,8	0,0	7,0
19	24,0	31,8	19,8	71,2	92,9	37,5	97,6	13,9	7,2	-0,1	154,5	4,2	3,1	3,1	6,4	1,6	137,5	0,0	6,1
20	24,4	30,7	17,7	63,3	91,5	37,6	97,6	14,3	7,3	-0,1	155,7	9,2	3,0	3,0	4,9	1,2	48,1	0,0	6,4
21	25,7	31,7	19,9	57,3	79,4	35,1	97,3	14,8	7,7	-0,1	162,7	4,9	3,5	3,5	6,0	1,0	14,5	0,0	4,0
22	21,4	24,6	19,1	88,8	97,0	62,1	97,4	5,6	3,0	-0,9	65,7	1,5	1,2	1,2	4,6	1,0	33,8	33,5	-
23	18,4	20,2	14,6	90,3	97,6	71,7	97,5	3,1	1,6	-1,9	41,6	1,5	1,1	1,1	7,5	1,7	155,1	53,3	-
24	14,2	18,9	10,3	65,8	83,3	41,0	98,1	18,8	10,0	-2,2	198,9	7,0	3,6	4,3	7,0	2,3	156,1	0,0	10,2
25	15,6	22,3	10,4	59,2	83,2	30,2	98,0	18,8	8,9	-1,7	200,5	6,0	3,3	3,8	5,8	1,1	65,3	0,0	10,1
26	18,9	26,2	12,4	60,5	88,7	34,8	97,7	17,8	8,7	-0,7	196,6	6,2	3,2	4,1	4,6	1,0	45,1	0,3	9,3
27	19,7	23,8	17,0	78,8	95,5	57,6	97,7	9,0	5,1	-0,4	174,4	3,2	1,7	2,2	5,9	0,7	75,9	3,3	1,9
28	20,9	26,2	16,5	77,5	96,3	44,7	97,7	9,9	6,3	-0,3	124,5	3,1	2,1	2,2	2,8	0,4	64,3	0,0	2,6
29	18,0	21,9	12,7	66,1	82,7	43,6	98,0	15,1	8,4	-1,0	180,1	7,6	3,3	4,7	7,6	2,3	164,2	0,0	7,1
30	14,7	20,9	8,9	55,3	73,3	30,8	98,2	17,8	8,4	-1,4	198,0	5,7	3,3	3,6	4,9	1,3	149,6	0,0	9,3
31	17,8	24,9	11,0	63,0	81,3	40,0	97,9	16,4	8,1	-0,6	189,7	4,7	3,1	3,0	5,4	1,5	58,4	0,0	8,1
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-12,2	5.568,2	183,7	106,0	116,3	-	-	-	90,4	232,1
MEDIA	22,7	29,1	17,1	62,0	84,2	37,0	97,7	15,8	8,2	-0,4	179,6	5,9	3,4	3,8	5,7	1,4	69,1	2,9	7,5
D.P.	4,2	5,4	3,9	11,2	8,1	12,4	0,2	4,5	2,3	0,7	47,2	2,0	1,0	1,1	1,2	0,5	55,8	11,1	3,5
VAR.	17,8	29,0	15,5	124,8	65,0	154,2	0,1	20,5	5,3	0,4	2.223,2	4,2	1,0	1,2	1,6	0,2	3.108,3	123,9	12,0
V.MIN.	14,2	18,9	8,9	46,7	70,8	22,0	97,3	3,1	1,6	-2,2	41,6	1,5	1,1	1,1	2,8	0,4	6,7	0,0	0,0
V.MAX.	27,2	36,6	22,1	90,3	97,6	71,7	98,2	20,0	10,7	0,3	222,4	9,2	4,8	5,3	8,9	2,3	195,7	53,3	11,4
D.Ch.	2																		

D.P. = Desvio Padrão; VAR. = Variância; D.Ch. = Dias de Chuva >= 10 mm; V.MIN. = Valor Mínimo.

N= Número de horas de brilho do sol; Eto_TCA e Eto_PN-M = Evapotranspiração por Tanque Classe A e por Penman_Monteith

Kp (Bordura, 5 m) = URM <40, Vento<2.03 = 0.6; V>2.03 = 0.55 | URM 40-70, V<2.03 = 0.7; V>2.03 = 0.65 | URM >70, V<2.03 = 0.8; V>2.03 = 0.7.

Anexo III

7.2 APÊNDICE – CATÁLOGOS DE ESPECIFICAÇÕES

NOVUS

REGISTRADOR VIRTUAL - FIELDLOGGER

APRESENTAÇÃO

Este é um equipamento de aquisição e registro de variáveis analógicas. Opera como um Registrador Eletrônico de dados, armazenando as informações adquiridas em sua memória interna para análise posterior. Pode ainda operar como um Módulo Remoto de medição em tempo real, que não possui memória interna, e apenas adquire as informações e as transmite para um sistema supervisor.

Seus oito canais de entrada configuráveis individualmente, entrada digital, saídas de alarme, alimentação de emergência, capacidade de comunicação RS485 com protocolo Modbus, entre outros, fazem deste produto um instrumento muito versátil, o que possibilita sua utilização em inúmeras aplicações.

Sua configuração é feita através de um software de fácil operação. Este Software acompanha o equipamento e roda sobre as plataformas Windows®.



CARACTERÍSTICAS

- Oito entradas universais com seleção por software. Aceita termopares com casa decimal, Pt100, mA, mV e tensões maiores com divisor externo.
- Capacidade de registro (opcional): 131.072 (128K).
- Resolução do conversor A/D: 20.000 níveis.
- Tipo de conversão: Dupla rampa
- Auto zero e auto span.
- Comunicação RS485 isolada com protocolo Modbus RTU.
- Baud rate: selecionável até 57.600 bps.
- Paridade: selecionável (sem, ímpar ou par).
- Entrada para bateria externa para operação na falta de energia elétrica.
- 3 LEDs no painel frontal: 1 indica operação do registrador e os outros 2 indicam comunicação digital ativa.
- Watchdog timer e reset na falta de energia elétrica.
- Trigger externo via contato seco para Start/Stop remoto.
- Intervalo entre medidas: programável de 0,2s (para 1 canal) a 1 mês.
- Alarmes ALTO e BAIXO programados individualmente por canal.
- Duas saídas digitais que podem ser associadas a alarmes ou acionadas através de comandos Modbus.

ENTRADAS E FAIXAS MÁXIMAS

ENTRADA	FAIXA MÁXIMA
Termopar tipo J	-50 a 760 °C (-58 a 1400 °F)
Termopar tipo K	-90 a 1370 °C (-130 a 2498 °F)
Termopar tipo T	-100 a 400 °C (-148 a 752 °F)
Termopar tipo E	-35 a 720 °C (-31 a 1328 °F)
Termopar tipo N	-90 a 1300 °C (-130 a 2372 °F)
Termopar tipo R	0 a 1760 °C (-32 a 3200 °F)
Termopar tipo S	0 a 1760 °C (-32 a 3200 °F)
Termopar tipo B	150 a 1820 °C (302 a 3308 °F)
Pt100 (α=0,00385)	-200,0 a 530,0 °C (-328,0 a 986,0 °F)
4-20mA tipo J	-50 a 760 °C (-58 a 1400 °F)
4-20mA tipo K	90 a 1370 °C (-130 a 2498 °F)
4-20mA tipo T	-100 a 400 °C (-148 a 752 °F)
4-20mA tipo E	-35 a 720 °C (-31 a 1328 °F)
4-20mA tipo N	-90 a 1300 °C (-130 a 2372 °F)
4-20mA tipo R	0 a 1760 °C (-32 a 3200 °F)
4-20mA tipo S	0 a 1760 °C (-32 a 3200 °F)
4-20mA tipo B	150 a 1820 °C (302 a 3308 °F)
4-20mA tipo Pt100	-200,0 a 530,0 °C (-328,0 a 986,0 °F)
4-20mA	Indicação programável de -1999 a 9999
0-50mV	Indicação programável de -1999 a 9999

Tabela 1

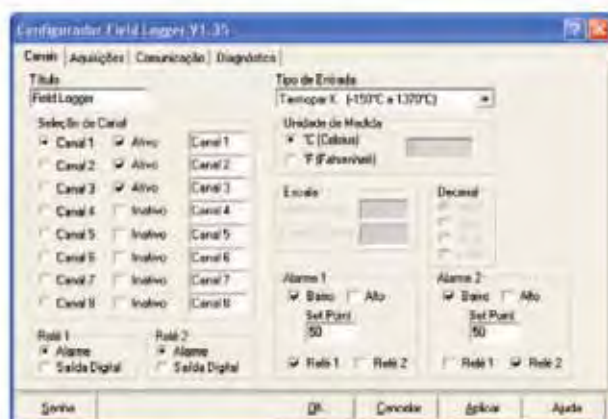
ESPECIFICAÇÕES

- Entrada de sinal: Possui oito (8) canais de entrada configurável: Termopares J, K, T, E, N, R, S, B, Pt100, 4-20 mA, 0-50 mV. (Ver tabela 1).
Nota: Todos os termopares possuem linearização por software e compensação de junta fria. Termopares são calibrados conforme norma NBR 12771/99, Pt100 conforme norma NBR 13773/97.
- Precisão:
 - Termopares J, K, T, E, N: 0,2% da faixa máxima, $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
 - Termopares R, S e B: 0,25% da faixa máxima, $\pm 3^{\circ}\text{C}$;
 - Pt100: 0,2% da faixa máxima;
 - Corrente 4-20 mA e tensão 0-50 mV: 0,2% da faixa máxima.
- Impedância de entrada:
 - 0 a 50 mV / Termopares / Pt100: $> 1\text{M}$;
 - 4 a 20 mA: 33 ohms + 1,5V.
- Medição de Pt100: circuito a 3 fios com corrente de excitação de 170 mA e compensação de resistência do cabo.
Nota: Ao usar calibradores de Pt100 para aferições no instrumento, deve-se observar se a corrente de excitação exigida é compatível com a corrente utilizada pelo Registrador.
- Resolução interna: 20.000 níveis (> 14 bits).
- Capacidade de Registros (versão Registrador Eletrônico): 131.072 (128K) registros.
- Taxa de amostragem: entre 550 ms e 950 ms para oito canais.
- Saídas de Alarmes: 2 relés SPST-NA - 3 A / 250V.
- Alimentação:
 - 100 a 240 Vca/cc $\pm 10\%$ (50/60 Hz);
 - 24Vca/cc (opcional).
- Consumo máximo: 4VA.
- Alimentação Secundária:
 - Tensão: de +6 a 24 Vcc;
 - Consumo: < 50 mA.
- Temperatura de operação: 5 a 50 °C.
- Umidade relativa: 30% a 80% sem condensação.
- Caixa Plástica em ABS. Montagem em trilho DIN 35 mm.
- Grau de Proteção: IP30.
- Dimensões: 105 x 90 x 60 mm, peso aproximado: 210 gramas.
- Comunicação serial padrão RS485, Modbus RTU.

CONFIGURAÇÃO

- O **FieldLogger** é inteiramente configurado pelo software Configurador, que acompanha o produto e roda sobre os sistemas operacionais Windows® 98 e superiores.
- O Configurador possui as seguintes abas de configuração:
 - Canais: onde se define um tag para o aparelho e, para cada um dos canais, sua habilitação, o tipo de sensor a ser conectado, um tag para identificação e a utilização de casas decimais na indicação, além de poder associá-lo a uma das saídas digitais.
 - Aquisições: disponível apenas para o modelo Registrador (com memória para registros), permite que configure o intervalo entre as leituras dos canais (taxa de varredura), o formato de início (imediatamente, por horário ou pelo acionamento da entrada digital) e fim das aquisições (por horário, por número de aquisições, pelo desacionamento da entrada digital, ao encher a memória ou ainda sobrescrever os registros mais antigos).
 - Comunicação: para definir os parâmetros para a comunicação com o **FieldLogger**, como porta serial e baud rate.
 - Diagnóstico: após a nova configuração ter sido aplicada, esta aba permite que se observe o comportamento atual do aparelho (leituras dos canais de entrada, número de aquisições já efetuadas, problemas nos sensores, ocorrência de alarmes, etc.).

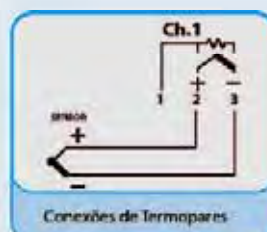
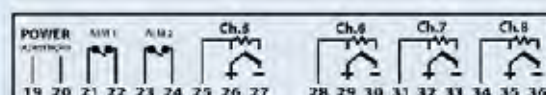
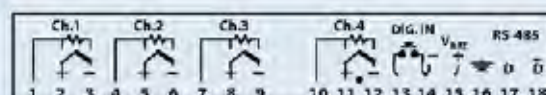
TELAS DO CONFIGURADOR



EXPANSÕES E OPCIONAIS

- Relógio de tempo real com bateria interna de lítio e memória para 131.072 (128K) registros.
- A expansão do número de canais analógicos é possível acrescentando módulos básicos na mesma rede RS485, podendo chegar a 248 canais por rede.
- Softwares **FieldChart** ou **Superview** para coleta e visualização gráfica.
- Alimentação 24 Vca/cc.

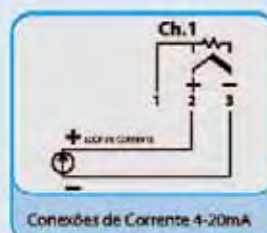
CONEXÕES ELÉTRICAS



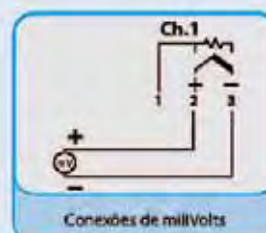
Conexões de Termopares



Conexões de Termorresistências (Pt100)

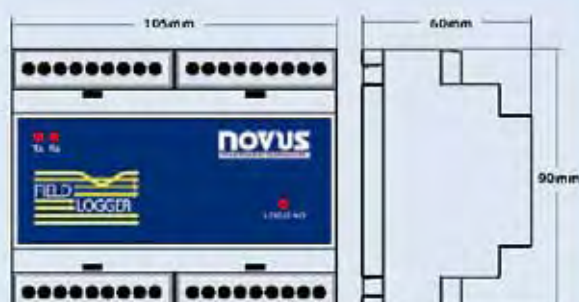


Conexões de Corrente 4-20mA



Conexões de millVolts

DIMENSÕES



Anexo IV



Sitron - Equipamentos Eletrônicos Ltda
R. Baronesa de Itó, 81/83 - São Paulo - Brasil
Fone: 5511 3825-2111 e Fax: 5511 3825-2171
e-mail: sitron@uol.com.br
site: www.sitron-niveltron.com.br



Sondas de Nível
Contínuo Hidrostático

LH840*
LH842*

Manual de Instalação, Operação e Manutenção

Índice



Introdução	3
Características e Dimensões	4
Introdução LH840 e LH840S	5
Conexões Elétricas	6
Introdução LH840	7
Introdução LH842R e LH842C	8
Conexões Elétricas LH840-CER	9
Dimensões e Conexões Elétricas LH842R e LH842C	10
Introdução LH842R-CER e LH842C-CER	11
Dimensões e Conexões Elétricas LH842R-CER/LH842C-CER	12
Conexões Elétricas LH840/LH840S	13
Características Técnicas	14
Identificação do Equipamento	15

Identificação do Equipamento



SONDAS DE NÍVEL HIDROSTÁTICO CÓDIGO DE MARCA

Código	Descrição
LH840R	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana de Água limpa
LH840S	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana de Água limpa
LH842	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana de Água limpa
LH842R	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana de Água limpa
LH842R-CER	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana cerâmica
LH842C-CER	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana cerâmica
LH840-CER	Sonda de Nível Hidrostático com haste rígida, conexão ao processo e saída para Membrana cerâmica
Código	Conexão ao Processo
1	Rosca de 1" (norma para LH842R, LH842C)
2	Rosca de 1 1/2"
3	1 1/2" Tri-Cone (norma para LH842R)
3A	Tri-Cone
4	Sem conexão ao processo
5	Outros - Especificar
Código	Tipo de Membrana
0	ISOP
A	NPT
1	Sem Membrana
Código	Componente de Filtro ou Cabo
1	Superfície cerâmica
Código	Range de coluna d'água
1	10m
Código	Para este item, por exemplo MCA: 10m/10m

MCA = METROS DE COLUNA D'ÁGUA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - SONDAS DE NÍVEL HIDROSTÁTICO			
MODELOS	LH842R LH842C	LH842R-CER LH842C-CER	LH840 - (Aço Inox) LH840S - (Aço Inox) LH840-CER - (Cerâmica)
Modelo	Sonda de nível (SNA)	Sonda de nível (SNA)	Sonda de nível (SNA)
Alimentação	12...30Vcc	12...30Vcc	12...30Vcc
Conexão	Sanitária	Sanitária	Sanitária
Seda	4...20mA (2 fios)	4...20mA (2 fios)	4...20mA (2 fios)
Material	Aço Inox 316	Aço Inox 316	Aço Inox 316
Pressão Estática	0...0,5% (1 bar)	0...0,5% (1 bar)	0...0,5% (1 bar)
Temperatura de Operação	Resistência piezoelétrica em Aço Inox 316	Resistência piezoelétrica em Aço Inox 316	Resistência piezoelétrica em Aço Inox 316
Pressão de Trabalho	0 a 1,5 bar (LH842R) 0 a 1 bar (LH842C)	0 a 1,5 bar (LH842R-CER) 0 a 1 bar (LH842C-CER)	0 a 1,5 bar (LH840) 0 a 1 bar (LH840S)
Conexão	Membrana Elástica	Aço com Elástico	—
Dimensão externa	Proteção de 1/2" ou 3/4" (12,7mm ou 19,0mm)	Proteção de 1/2" ou 3/4" (12,7mm ou 19,0mm)	—
Dimensão interna	7" x 1/2" BSP ou NPT Tubo ou Sonda	7" x 1/2" BSP ou NPT Tubo ou Sonda	—
Material de Medição	Aço Inox 316	Aço Inox 316	Aço Inox 316
Temperatura de Medição	Res: 100...150°C Cer: 100...150°C	Res: 100...150°C Cer: 100...150°C	100...150°C
Sistema de Medição	4...20	4...20	4...20
Classificação de Proteção	Conexão IP68	Conexão IP68	IP68

Pag. 14

Sondas de Nível Contínuo Hidrostático



LH840*

LH840S

LH840-CER

LH842*

LH842R

LH842C

LH842R-CER

LH842C-CER

As Sondas de Nível Hidrostático são especificamente projetadas para medições de profundidade/nível em águas subterrâneas, poços profundos, caixa d'água, rios, instalações de tratamento de esgoto, indústrias alimentícias e farmacêuticas, aplicações sanitárias entre outras aplicações similares. As membranas são alojadas numa cápsula cilíndrica à prova d'água, que fica submersa dentro do tanque ou reservatório. Oferecendo um elevado grau de flexibilidade, as sondas podem ser construídas em hastes rígidas de Aço Inox 316 ou em cabos especiais de polietileno com copias para medições de profundidade.

Estas sondas podem ser encontradas tanto em membranas piezoelétricas como em membranas cerâmicas. Também disponíveis com unidade eletrônica no cabeçote com ajuste de Zero e Span, as Sondas de Nível Hidrostático Sitron oferecem sinal de saída de 4...20mA (2 fios) e possuem ótima compensação de temperatura. As Sondas de Nível Hidrostático estão disponíveis numa grande variedade de conexões, tais como rosca, flange ou sanitária.

Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

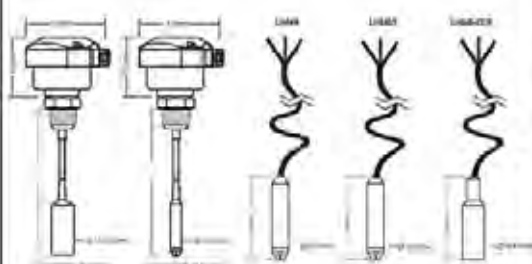
Pag. 03

Sondas de Nível Hidrostático

As Sondas de Nível Hidrostático utilizam a mesma tecnologia dos Transmissores de Pressão: à medida que a pressão hidrostática aumenta com a altura da coluna d'água, cargas elétricas deslocadas acumulam-se na superfície oposta da membrana (piezoelétrica de Aço Inox 316 ou cerâmica). Isto gera um sinal de saída que é convertido para um sinal padronizado de 4...20mA (2 fios) diretamente proporcional à pressão aplicada (nível).

Características Gerais

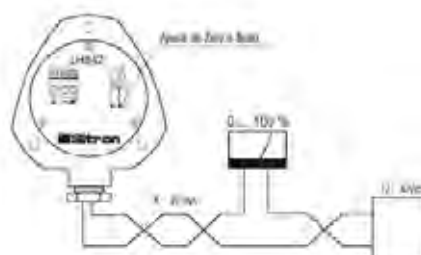
- Simples instalação
- Classe de Proteção IP68
- Cabo de polietileno para medições profundas
- Membranas piezoelétricas de Aço Inox 316 ou células cerâmicas
- Saída analógica de 4...20mA (ajuste de Zero e Span)
- Disponível em conexões sanitárias
- Certificado



Pag. 04

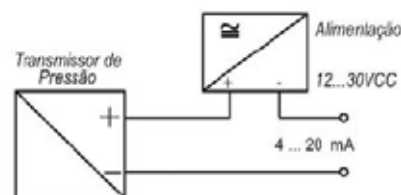
LH840 e LH840S

LH840-CER



LH842R-CER e LH842C-CER

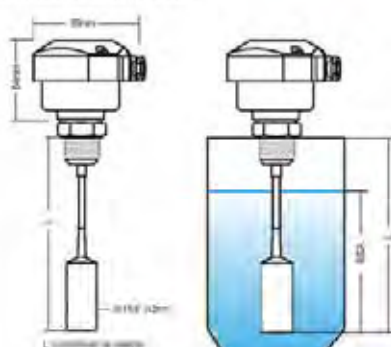
LH842R e LH842C



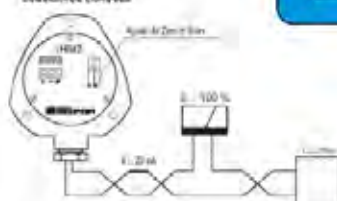
Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

Pag. 13

LH842R-CER e LH842C-CER



ESQUEMA DE LIGAÇÕES



Pag. 12

LH840 e LH840S

Cabo em Poliuretano e Membrana de Aço Inox



A LH840 tem como característica principal sua unidade eletrônica dentro da cápsula, juntamente com o diafragma localizado na base do cabo. Utilizando diafragma piezoresistivo de Aço Inox 316 e cabo em poliuretano com capilar, é ideal para medições em grandes profundidades, poços profundos, tratamento de água, rios entre outras similares. A LH840S (usada com cabo sem capilar) é a menor versão da série LH840 tomando possível sua instalação em pequenas tubulações de até 3/4". A série LH840 não possui cabeçote ou conexão ao processo.

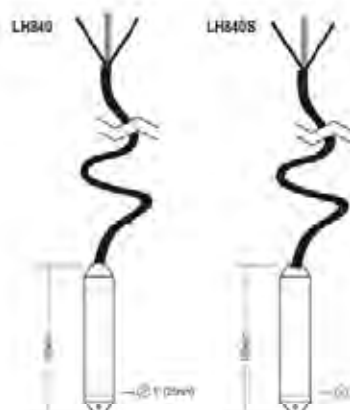
Corpo em Aço Inox 316 e sinal de saída de 4...20mA.

Faixa de medição: 0 a 200bar (pressão absoluta e relativa).

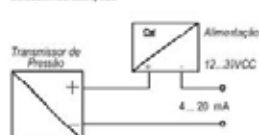
Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

Pag. 05

LH840 e LH840S



ESQUEMA DE LIGAÇÕES



Pag. 06

LH842R-CER e LH842C-CER
Haste Rígida e Cabo Membrana Cerâmica

A LH842R-CER é projetada para medições curtas com membrana cerâmica e haste rígida. Não existe limite pré-fixado para o comprimento da haste, porém quanto maior seu comprimento, mais difícil será o transporte e a instalação.

A LH842C-CER é usada para medições em profundidade. Possui um cabo especial de poliuretano, o qual contém a cápsula no cabeçote, permitindo um comprimento virtualmente ilimitado.

As Sondas de Nível Hidrostático LH842R-CER e LH842C-CER tem como característica principal a membrana cerâmica. Por este motivo, podem ser aplicadas em produtos com viscosidade em suspensão, produtos químicos, águas subterrâneas, poços profundos, cabos d'água, rios, instalações de tratamento de esgoto, aplicações sanitárias, indústria alimentícia, farmacêutica, entre outras.

Confeccionada em Aço Inox 316, com cabeçote de nylon, ambos os modelos possuem módulo eletrônico com alimentação DC, sinal de saída de 4...20mA e ajuste de Zero e Span.

Faixa de medição:

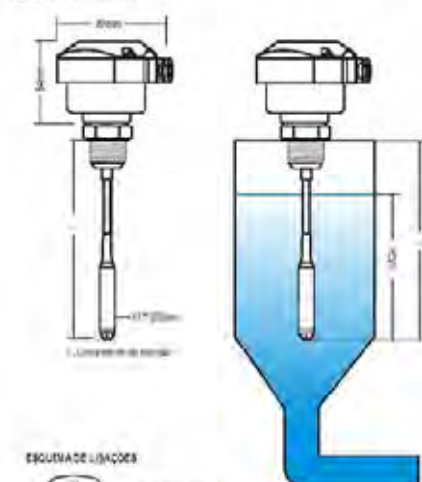
LH842R-CER: 0 a 0,3bar (pressão absoluta e relativa)

LH842C-CER: 0 a 3,0bar (pressão absoluta e relativa)

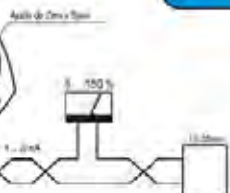
Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

Pag. 11

LH842R e LH842C



ESQUEMA DE LIGAÇÕES



Pag. 10

LH840-CER

Cabo em Poliuretano e Membrana Cerâmica



A LH840-CER tem como característica principal sua unidade eletrônica dentro da cápsula, juntamente com a membrana cerâmica localizada na base do cabo. Utilizando cabo em poliuretano com capilar, é ideal para medições em grandes profundidades, produtos com sólidos em suspensão, água subterrânea, poços profundos, rios, instalações de tratamento de efluentes, indústria alimentícia, farmacêutica entre outras.

Corpo em Aço Inox 316 e sinal de saída de 4...20mA.

Faixa de medição: 0 a 40bar (pressão absoluta e relativa).

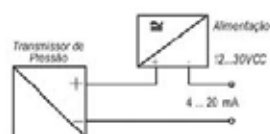
Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

Pag. 07

LH840-CER



ESQUEMA DE LIGAÇÕES



Pag. 08

LH842R e LH842C

Haste Rígida e Cabo Membrana de Aço Inox



A LH842R é projetada para medições curtas com haste rígida de Aço Inox 316. Não existe limite pré-fixado para o comprimento da haste, porém quanto maior seu comprimento, mais difícil será o transporte e a instalação.

A LH842C é a solução ideal para medições em profundidade. Possui um cabo especial de poliuretano, com capilar, o qual conecta a cápsula ao cabeçote, permitindo um comprimento virtualmente ilimitado.

Confeccionada com cabeçote em nylon, a LH842 possui módulo eletrônico com ajuste de Zero e Span. Utiliza diafragma piezorresistivo em Aço Inox 316, com sinal de saída de 4...20mA.

Faixa de medição:

LH842R: 0 a 0,3bar (pressão absoluta e relativa)

LH842C: 0 a 3,0bar (pressão absoluta e relativa)

Sitron - Equip. Eletrônicos Ltda. - Fone/Fax (5511) 3825-2111 / 3825-2171

Pag. 09