

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS URUGUAIANA  
FACULDADE DE ZOOTECNIA, VETERINÁRIA E AGRONOMIA  
CURSO DE AGRONOMIA

GABRIEL FRANKE BRIXNER

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO  
NA ÁREA DE AGROMETEOROLOGIA**

Uruguaiana

2010

GABRIEL FRANKE BRIXNER

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO  
NA ÁREA DE AGROMETEOROLOGIA**

Relatório apresentado como requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Campus Uruguaiana.

**Orientador: Prof. Dr. Engº. Agrº. Carlos Roberto Martins**

**Supervisor: Dr. Engº. Agriº. Carlos Reisser Júnior**

Uruguaiana

2010

GABRIEL FRANKE BRIXNER

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO  
NA ÁREA DE AGROMETEOROLOGIA**

Relatório apresentado como requisito para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Campus Uruguaiana.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Carlos Roberto Martins

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Adriana Biassus Guimarães

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Msc. Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Luciana Marini Köpp

A minha família que sempre me apoiou e incentivou para a realização para que os meus desejos se tornassem realidade, como este. E que muitas vezes abdicaram dos próprios desejos em favor dos meus...

## **DEDICO**

Ao Prof. Carlos Roberto Martins que desde o primeiro semestre do curso contribui para o meu enriquecimento profissional e pessoal.

## **OFEREÇO**

A Danielle Bellagamba de Oliveira que na graduação passou de uma colega a amiga e a minha namorada. Sendo hoje a minha companheira, indispensável!

## **MINHA HOMENAGEM**

## AGRADECIMENTOS

Chega a penúltima etapa desta história de 4 anos e meio, que torna-se um reflexo de todo o meu empenho e determinação até o presente momento. Porém, isto só está sendo possível pois pude contar com o incentivo, ajuda e força de determinadas pessoas, que aqui faço questão de ressaltar:

*Ao meus Pais*, pelo incentivo que deram as minhas escolhas e o apoio que sempre pude contar;

*A Kind*, por ser uma segunda Mãe;

*A minha Vó*, pelo amor as plantas que me cultivou;

*Ao Gustavo*, um irmão e amigo para todas as horas, que sempre me incentivou;

*Ao Germano e a Luiza*, uma dupla única de muitas alegrias;

*A Danielle*, pelo companherismo e por ser a alegria da minha vida;

Aos meus Professores, pelo convivência e conhecimento passado no decorrer destes anos. Em especial, ao Prof. Carlos Martins e Prof<sup>a</sup>. Luciana Köpp pela amizade e rumo que deram a minha graduação;

Aos funcionários, pela ajuda e momentos descontraídos;

Aos amigos que nestes quatros anos que foram parceiros de momentos de alegrias e distração;

A turma do Laboratório de Agrometeorologia, pelas amizades geradas no estágio. Em especial, ao Carlos Reisser Júnior pela oportunidade dada;

Ao Ricardo e a Gina, pelo apoio e ensinamentos passados;

A todas aquelas pessoas que sempre acreditaram em mim e me incentivaram.

Fica aqui o meu agradecimento e minha graditão a todas estas pessoas, que com certeza tiveram influência para que hoje eu esteja concluindo mais uma etapa da minha vida!

**MUITO OBRIGADO!!!**

## RESUMO

O presente relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo acadêmico Gabriel Franke Brixner no seu estágio curricular obrigatório supervisionado, realizado como requisito parcial para conclusão do Curso de Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Campus Uruguaiana. Sendo este desenvolvido na Embrapa Clima Temperado, no Laboratório de Agrometeorologia no período de 11 de janeiro a 31 de maio de 2010, totalizando 650 horas. O relatório foi dividido em cinco capítulos: o primeiro é apresentado uma introdução para o relatório; no segundo é apresentado a importância da agrometeorologia; no terceiro as características da empresa e do local do estágio; no quarto é apresentado às atividades desenvolvidas pelo estagiário, que se destacam as atividades no Laboratório de Agrometeorologia, acompanhamento de projetos de pesquisa e entre outras atividades; e no quinto capítulo a conclusão, abordando o aproveitamento que foi obtido no estágio e a relação em que este teve com os quatro anos de graduação.

**Palavra Chave:** Pêssego, Mamona, Irrigação, Insolação, Posto Meteorológico.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Vista aérea da Sede da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas – RS .....	17
<b>Figura 2</b> – Estações agrometeorológicas automáticas no posto meteorológico da Embrapa Sede, estação agrometeorológica automática da marca Davis (a); estação agrometeorológica automática da marca Campbell (b) .....	19
<b>Figura 3</b> – Posto de meteorológico da Embrapa Sede .....	20
<b>Figura 4</b> – Equipamentos utilizados para determinar a velocidade e direção dos ventos, detalhe mostrando sensores Catavento tipo Wild, instaladas a 10 m de altura (a); tambor de registros (b); anemômetro de canecas (c) .....	21
<b>Figura 5</b> – Pluviômetro instalado na Embrapa Sede (a); coleta diária da chuva feita através de uma proveta para sua determinação (b) .....	22
<b>Figura 6</b> – Pluviógrafo instalado a 1,50 m do solo (a); detalhe demonstrando a pena em que se movimenta conforme o peso do recipiente, assim registrando os dados nos gráficos semanal (b) .....	22
<b>Figura 7</b> – Heliógrafo utilizado para a determinação de horas de insolação (a); detalhe mostrando a posição exata entre a fita e o equipamento (b) .....	23
<b>Figura 8</b> – Termômetro da relva, instalado ao nível do solo .....	24
<b>Figura 9</b> – Tanque de Classe “A”, detalhe mostrando equipamento responsável pelo registro dos dados semanais do tanque classe “A” .....	24
<b>Figura 10</b> – Abrigo meteorológico utilizado para proteger equipamentos (a); equipamentos de leitura direta dentro do abrigo meteorológico (b) .....	25
<b>Figura 11</b> – Datalogger modelo CR 3000 (a); configuração do Datalogger pelo o software LoggerNet versão 3.4.1 (b) .....	27
<b>Figura 12</b> – Abrigos metálicos meteorológicos utilizados para proteção dos Datalogger (a); detalhe mostrando Datalogger instalado a campo no experimento da insolação (b); coleta dos dados do Datalogger (c) .....	28
<b>Figura 13</b> – Central do Irrigás Pro, aparelho aonde estão conectados todos os sensores (a); sensores do aparelho Irrigás Pro, I) Sensor utilizado para sistemas hidropônicos (20 kPa), II) Sensor utilizado para solo (40 kPa) (b); detalhe mostrando sensor instalado em vasos para monitoramento da umidade do solo (c) .....	29

<b>Figura 14</b> – Disposição dos tubos de acesso para a sonda FDR na área experimental, plantas irrigadas (a) e plantas não irrigadas (b) .....	33
<b>Figura 15</b> – Localização dos tubos de acesso para a sonda FDR em suas determinadas faixas, plantas irrigadas (a) e plantas não irrigadas (b) .....	33
<b>Figura 16</b> – Armazenagem, precipitação, porosidade total ( $\alpha$ ), capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) para as faixas 1, 2 e 3 .....	37
<b>Figura 17</b> – Armazenagem, precipitação, porosidade total ( $\alpha$ ), capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) para as faixas 4 e 5 .....	38
<b>Figura 18</b> – Croqui representativo de um bloco da área experimental .....	40
<b>Figura 19</b> – Sistema acoplado na saída da bomba para controle da pressão da água no sistema de irrigação, manômetro (a); válvula para controle da pressão do sistema (b); filtro de água (c) .....	41
<b>Figura 20</b> – Amostra de solo sendo retida com o auxílio de um trado na profundidade de 10 cm, para a determinação da umidade do solo na camada de 0 – 50 cm ..	42
<b>Figura 21</b> – Vista frontal da estufa em que foi conduzido o experimento .....	43
<b>Figura 22</b> – Montagem dos vasos para implantação do experimento, britas no fundo do vaso (a), “TNT” sobre as britas (b) e vaso com terra sobre o “TNT e as britas (c) .....	44
<b>Figura 23</b> – Instalação do sensor do Irrigás Pro sendo instalado a 15 cm de profundidade no vaso, detalhe mostrando a metade da capsula porosa antes de ser enterrada (a); detalhe mostrado metade da cápsula porosa após ser enterrada (b) .....	45
<b>Figura 24</b> – Instalação do tensiômetro sendo instalado a 15 cm profundidade no vaso, detalhe mostrando as medidas utilizadas para auxiliar na instalação (a); detalhe mostrando a metade da cápsula porosa do tensiômetro após ser enterrada (b) .....	47
<b>Figura 25</b> – Somatório semanal da evaporação (Tanque Classe ‘A’) e da precipitação para o período de Janeiro, Fevereiro e Março de 2010 .....	46
<b>Figura 26</b> – Relação da umidade (%) do solo para a camada de 0 – 50 cm, para a cultivar Al Guarany 2002 (T1: Região Superior da Área; T2 Região Mediana da Área e T3: Região Inferior da Área) .....	47

<b>Figura 27</b> – Relação da umidade (%) do solo para a camada de 0 – 50 cm, para a cultivar Lara (T1: Região Superior da Área; T2 Região Mediana da Área e T3: Região Inferior da Área) .....	49
<b>Figura 28</b> – Leituras das tensões dos vasos para os tratamentos T1 (10 kPa) e T2 (30 kPa) para o período de 23 de fevereiro a 15 março de 2010 .....	50
<b>Figura 29</b> – Tubos solarímetros instalados nas plantas de estatura média, sob a linha de cultivo (a), sob as entre linhas das plantas (b) e sob o centro da linha de cultivo paralela a ela (c)” .....	53
<b>Figura 30</b> – Folder de divulgação do “I Workshop de Controle Biológico para a Região de Clima Temperado - Controle Biológico e Desenvolvimento Sustentável” .	56

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Dados da armazenagem de água no solo (S) até 0,50 m de profundidade nas 5 faixas, para as plantas irrigadas e não irrigadas.....	35
<b>Tabela 2</b> – Média das leituras dos tensímetros (cm Hg), cultivado com mamona, para o período de 28 de janeiro a 08 de março de 2010 .....	46
<b>Tabela 3</b> – Média horária da temperatura máxima (°C) e umidade dos vasos cultivados com mamona dentro de uma estufa no município de Pelotas – RS, para o período de 22 de fevereiro a 21 de março de 2010 .....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>IMPORTÂNCIA DA AGROMETEOROLOGIA</b> .....	14
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO DA EMPRESA E LOCAL DE ESTÁGIO</b> .....	16
3.1	Embrapa Clima Temperado .....	16
3.2	Laboratório de Agrometeorologia .....	17
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b> .....	19
4.1	Atividades no Laboratório de Agrometeorologia .....	19
4.1.1	<i>Acompanhamento de Estações Agrometeorológicas</i> .....	19
4.1.2	<i>Digitação dos Dados das Estações Manuais</i> .....	26
4.1.3	<i>Datalogger</i> .....	27
4.1.4	<i>Irrigás Pro</i> .....	28
4.2	Acompanhamento de Projeto de Pesquisa .....	29
4.2.1	<i>Determinação do Teor de Água no Solo Através da Técnica da Reflectometria do Domínio da Frequência (FDR) na Cultura do Pessegueiro</i> .....	30
a)	<i>Introdução</i> .....	30
b)	<i>Metodologia Desenvolvida</i> .....	31
c)	<i>Resultados e Discussões</i> .....	34
4.2.2	<i>Avaliação de Diferentes Lâminas de Água na Cultura da Mamona</i> .....	39
a)	<i>Introdução</i> .....	39
b)	<i>Metodologia Desenvolvida</i> .....	40
I.	<i>Experimento a Campo</i> .....	40
II.	<i>Experimento na Estufa</i> .....	42
c)	<i>Resultados e Discussões</i> .....	45
4.2.3	<i>Insolação Efetiva na Cultura da Mamona</i> .....	52
a)	<i>Introdução</i> .....	52
b)	<i>Metodologia Desenvolvida</i> .....	52
c)	<i>Resultados e Discussões</i> .....	54
4.3	Outras Atividades Desenvolvidas .....	54
4.3.1	<i>Acompanhamento de Defesa</i> .....	54
4.3.2	<i>Participação em Reuniões/Eventos</i> .....	55
4.3.3	<i>Elaboração de Resumos para Publicação em Congressos</i> .....	56
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	57
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	58

# 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades econômicas com maior dependência do tempo e do clima. As condições atmosféricas afetam todas as etapas das atividades agrícolas desde o preparo do solo, colheita, armazenamento dos produtos e até o seu transporte. Assim, a agrometeorologia torna-se uma ferramenta indispensável para tais situações, sendo considerada uma subdivisão da meteorologia, pois estuda a relação entre os elementos meteorológicos e as atividades agropecuárias. A partir dados meteorológicos é possível quantificar: as exigências hídricas das culturas, que é uma informação importante para o dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação; elaborar mapas de zoneamento agroclimáticos; caracterizar o início e a duração da estação chuvosa, bem como a ocorrência de veranicos; otimizar o conforto térmico das instalações agrícolas; avaliar as condições de umidade do ar para a determinação do tempo de secagem dos grãos; e fornecer outros subsídios importantes, visando ao aumento da produtividade.

Assim, o estudo e a pesquisa da relação entre o clima - solo - planta se torna uma das principais áreas de trabalho deste ramo. Para isso, existem no Brasil diversas empresas e órgãos em que trabalham na busca de gerar informações técnicas para as diferentes regiões do País. Em se tratando de informações técnicas para região de clima temperado se destaca a Embrapa localizada em Pelotas - RS, que através do Laboratório de Agrometeorologia vem se destacando no desenvolvimento de estudos relacionados ao clima da região. O Laboratório possui uma equipe de profissionais que trabalha no desenvolvimento de diversos trabalhos de pesquisa com culturas a campo e em ambiente protegido, gerando informações técnicas. Porém, para que isto ocorra requer a execução de várias atividades, como coleta de dados diários e manutenção dos postos meteorológicos, como a condução de projetos de pesquisas, além da rotina diária do laboratório.

Por isso, no período do desenvolvimento do estágio foi possível participar de uma série de atividades, dentre elas se destaca: acompanhamento de estações agrometeorológicas (manuais e automáticas); digitação dos dados das estações manuais; interpretação de dados; formulação de gráficos e tabelas; instalação e utilização de equipamentos; acompanhamento e condução de projetos de pesquisas com as culturas do pêssego e da mamona. Além disso, também foi possível participar como ouvinte em defesas do Programa de Pós-Graduação da

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), reuniões e eventos, além da elaboração de resumos para publicação em congresso.

Portanto, o presente relatório tem como objetivo descrever as principais atividades desenvolvidas pelo acadêmico Gabriel Franke Brixner no seu Estágio Curricular Obrigatório, realizado como requisito parcial para conclusão do Curso de Agronomia da PUCRS – Campus Uruguaiana. Sendo este desenvolvido na Embrapa Clima Temperado - CPACT, no Laboratório de Agrometeorologia no período de 11 de janeiro 31 de maio de 2010, totalizando 650 horas, sobre a orientação do professor Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Carlos Roberto Martins e a supervisão do pesquisador Dr. Eng<sup>o</sup>. Agri<sup>o</sup>. Carlos Reisser Júnior.

## 2 IMPORTÂNCIA DA AGROMETEOROLOGIA

O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada diante do mundo, por ser um dos únicos países que pode ao mesmo tempo ser um importante produtor de alimentos, fibras e biocombustíveis, porém mantendo sua mega biodiversidade relativamente intacta e serviços ambientais vitais funcionando apropriadamente. Este é um desafio que pode ser obtido através do reconhecimento da importância que o setor agropecuário tem para o país, mas ao mesmo tempo reconhecendo também que os ecossistemas têm limites naturais e não se deve expandir nossa fronteira agrícola indefinidamente em nome do desenvolvimento. Pois, a agricultura somente existe onde os ecossistemas são capazes de manter suas funções básicas de funcionamento (MARTINELLI & FILOSO, 2009).

Assim, tendo um ecossistema com suas funções básicas é possível cultivar plantas para atender às necessidades humanas, mas a produção estará dependendo das condições edafoclimáticas, do nível de conhecimentos técnicos e das condições sócio-econômicas. Então, o nível de produtividade potencial ou rendimento máximo de uma cultura é determinado, principalmente, por suas características genéticas e grau de adaptação ao ambiente. Porém as exigências de clima, solo e água para um crescimento e rendimento ótimo diferem de cultura para cultura e entre variedades (PEREIRA et al., 2002). Conseqüentemente, o conhecimento gerado ao longo do tempo é muito diversificado, proporcionando técnicas agrícolas diferenciadas para cada região do planeta (PATERNIANI, 2001).

Portanto, o estudo da relação entre as técnicas de cultivo, variedades e as condições edafoclimáticas com os ecossistemas no qual está inserido irá interferir diretamente na qualidade, produção e na sustentabilidade do agronegócio. Diante disso, a Meteorologia Agrícola ou Agrometeorologia, entra para auxiliar. Pois é uma a Ciência a serviço da Agricultura que visa à máxima produção, com o mínimo de recursos naturais e artificiais, com o menor risco econômico e de forma sustentável. Nesse sentido, a Agrometeorologia, é considerada uma ciência multidisciplinar por definição, pois reúne uma série de conhecimentos necessários para análise e entendimento das relações entre o ambiente físico e as atividades agrícolas, bem como à orientação das ações de manejo. Destacando-se pela sua contribuição fundamental no enfrentamento de desafios e por permitir conhecer os impactos do tempo e do clima sobre cada cultura (MONTEIRO, 2009).

A agricultura é a atividade econômica humana mais dependente das condições climáticas, sendo que 80 % da variabilidade da produção agrícola mundial devem-se à variabilidade das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, especialmente para as culturas de sequeiro (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009).

O conhecimento das relações entre as condições físicas do ambiente, em especial, o solo e a atmosfera, e as diversas espécies cultivadas permite a obtenção de informações mais precisas acerca da influência do tempo e do clima no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade das culturas (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009). Muitas das práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações, a colheita, dentre outras, dependem também de condições específicas de tempo e de umidade no solo, para que possam ser realizadas de forma eficiente. Além disso, as condições climáticas afetam a relação das plantas com os microorganismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças (PEREIRA et al., 2002).

Segundo SENTELHAS & MONTEIRO (2009), as principais variáveis meteorológicas que interferem na produção agrícola são: chuva, temperatura do ar, radiação solar, fotorperíodo, umidade do ar e do solo, velocidade e direção do vento. Estes dados são empregados de diferentes maneiras na agricultura, podem ser utilizados para o planejamento dos cultivos (componente estratégia), tanto na escala macroclimática quanto topoclimática. Além disso, essas podem ser empregadas no processo de tomada de decisão, quanto ao melhor momento para execução de diferentes práticas agrícolas (componente tática). Finalmente as informações agrometeorológicas também permitem aos sistemas agrícolas adquirir maior capacidade para enfrentar condições meteorológicas adversas, tornando-os mais resilientes (MAVI & TUPPER, 2004). Tais dados quando associadas aos avanços nas áreas da agrometeorologia, climatologia, meteorologia, sensoriamento remoto, geoprocessamento e informática, contribuem substancialmente para que os agricultores possam ajustar suas atividades conforme as variabilidades e mudanças do clima, levando a redução dos riscos na agricultura (SENTELHAS & MONTEIRO, 2009).

Assim, um estágio na área de agrometeorologia fornece conhecimentos e treinamento para analisar e entender as relações entre o clima – solo – planta e as atividades agrícolas, visando a exploração consciente da terra, porém ciente da necessidade de preservação do meio ambiente. Permitindo que o estagiário possa atuar no planejamento e na tomada de decisões em uma propriedade agrícola ou num centro de pesquisa.

### **3 DESCRIÇÃO DA EMPRESA E LOCAL DE ESTÁGIO**

#### **3.1 Embrapa Clima Temperado**

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) é vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Foi criada em 26 de abril de 1973 e têm como missão viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira (EMBRAPA, 2010)

A empresa atua por intermédio de Unidades de Pesquisa e de Serviços e de Unidades Administrativas, estando presente em quase todos os Estados da Federação, nos mais diferentes biomas brasileiros. Atualmente possui 8.692 empregados, dos quais 2.014 são pesquisadores - 21% com mestrado, 71% com doutorado e 7% com pós-doutorado (EMBRAPA, 2010).

Estes funcionários estão distribuídos em 43 unidades, sendo que destas quatro unidades estão presentes no estado do Rio Grande do Sul, sendo elas: Embrapa Clima Temperado, Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Trigo e Embrapa Uva e Vinho.

A Embrapa Clima Temperado - CPACT, localizada no município de Pelotas, é considerada uma Unidade de Pesquisa Ecorregional e desenvolvendo atividades que buscam viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura na região de clima temperado (EMBRAPA, 2010). A Unidade Embrapa Clima Temperado é constituída pela sua Sede (Figura 1), localizada na BR 392 - km 78 e em duas Estações Experimentais, Cascata (EEC), localizada no distrito de Cascata, em Pelotas e Terras Baixas (ETB), localizada no município de Capão do Leão.



**Figura 1:** Vista aérea da Sede da Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas – RS.  
Fonte: Embrapa (2010).

O centro possui uma larga história de pesquisas para a região de clima temperado, atuando desde a metade do século XX, possuindo pesquisadores das mais diversas áreas que gerando tecnologias para a região Sul do País. Desenvolvendo pesquisas nos principais sistemas de produção regionais com ênfase especial às cadeias produtivas dos grãos, frutas, leite e hortaliças e suas interações com o ambiente e o mercado, na busca de sustentabilidade, além do sistema da pecuária, com destaque para o gado e agricultura de base familiar (EMBRAPA, 2010).

A unidade apresenta uma estrutura qualificada de 25 laboratórios, destinado para fins vegetais e animais. Tudo isso para que os produtores tenham uma empresa de pesquisa de âmbito internacional à sua disposição onde possam usufruir de todo este sistema como ferramenta para maximizar a produção de uma forma sustentável.

### **3.2 Laboratório de Agrometeorologia**

O Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, desenvolve atividades de pesquisa relacionadas com o recurso clima, com os produtos e agroecossistemas da região de clima temperado. Tais estudos são ampliados no laboratório de planejamento ambiental, onde todos os dados sobre as condições do ambiente se cruzam, constituindo um fator decisivo para as ações de planejamento e desenvolvimento regional (EMBRAPA, 2010).

Atualmente o laboratório está localizado na Embrapa Sede e consta com uma equipe de três pesquisadores e três assistentes. Além de um grupo de estagiários de graduação (Geografia, Engenharia Eletrônica e Engenharia Agrícola) e de pós-graduação (Agronomia), que desenvolvem projetos de pesquisas dentro do laboratório nas mais diferentes áreas e culturas agrícolas. Se destacando em pesquisas relacionadas à redução de riscos na agricultura (zoneamentos agroclimáticos para diversas culturas de interesse estadual), além de pesquisas que vem sendo desenvolvidos na cultura do arroz, pêssego, mamona, batata e morango.

O laboratório possui três postos de observações, o da Estação Experimental Terras Baixas (31° 52' S 52° 21' O) que possui coletas de dados desde 1893; Cascata (32° 52' S 52° 21'O) com coletas desde 1953 e Sede (31° 41' S 52° 21' O) desde 1984. Nestes postos existem estações manuais e automáticas sendo que os dados das manuais são coletados diariamente como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, entre outras variáveis meteorológicas.

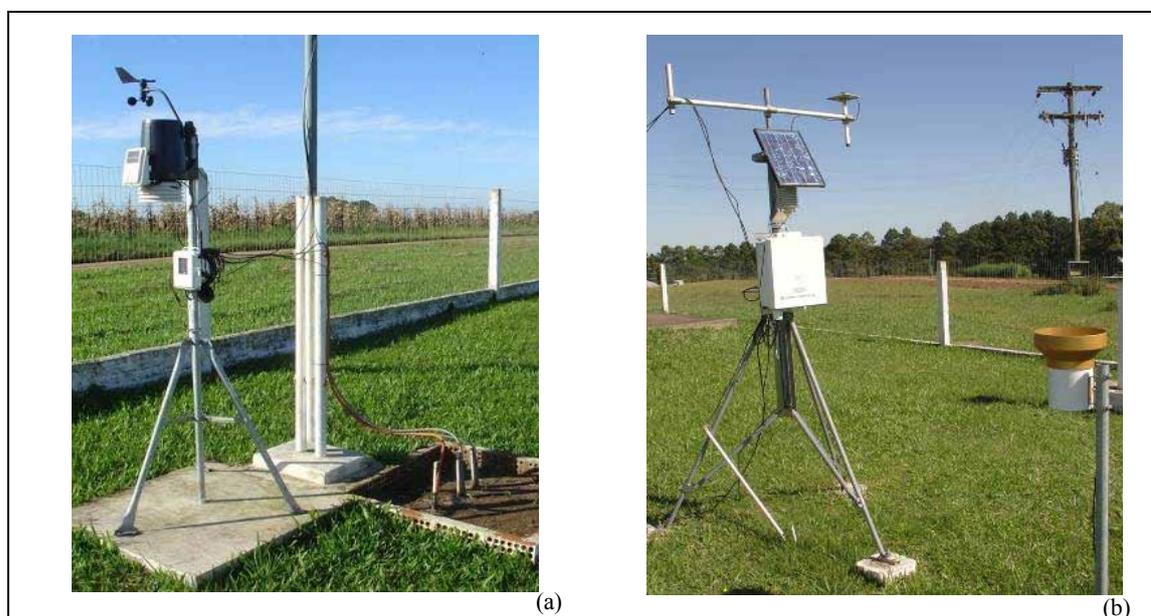
## 4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Dentre as atividades desenvolvidas destacam-se o acompanhamento da rotina do Laboratório de Agrometeorologia, participação em projetos de pesquisa e além de outras atividades.

### 4.1 Atividades no Laboratório de Agrometeorologia

#### 4.1.1 Acompanhamento de Estações Agrometeorológicas

Foram realizadas coletas de dados nas estações automáticas instaladas nos postos agrometeorológicos da Sede (Figura 1) e da Cascata, e também de uma estação meteorológica automática da marca Squitter localizada na Estação Experimental Terras Baixas (ETB). Estes dados foram utilizados para experimentos de culturas de verão (milho, sorgo, arroz) na ETB. Tais dados foram coletados quinzenalmente, sendo que os dados foram transferidos para um notebook via um cabo de USB para os respectivos software das estações.



**Figura 2:** Estações agrometeorológicas automáticas no posto meteorológico da Embrapa Sede, Estação agrometeorológica automática da marca Davis (a); Estação agrometeorológica automática da marca Campbell (b).  
Fonte: O Autor (2010).

A coleta de dados do posto meteorológico da Sede (Figura 3) foi realizada diariamente às 9 horas da manhã, sendo os valores registrados em uma caderneta de campo.



**Figura 3:** Posto meteorológico da Embrapa Sede.

Fonte: O Autor (2010).

As leituras foram obtidas através dos seguintes aparelhos, descritos conforme VIEIRA & PICULLI, (2009):

**Anemôgrafo Universal (Figura 4a):** equipamento que tem a função de registro contínuo da velocidade acumulada, velocidade instantânea e direção, seus sensores estão a 10 m de altura da superfície. E seus dados são registrados através de tambor de registro (Figura 4b), instalado no interior do escritório, gerando gráficos semanais.

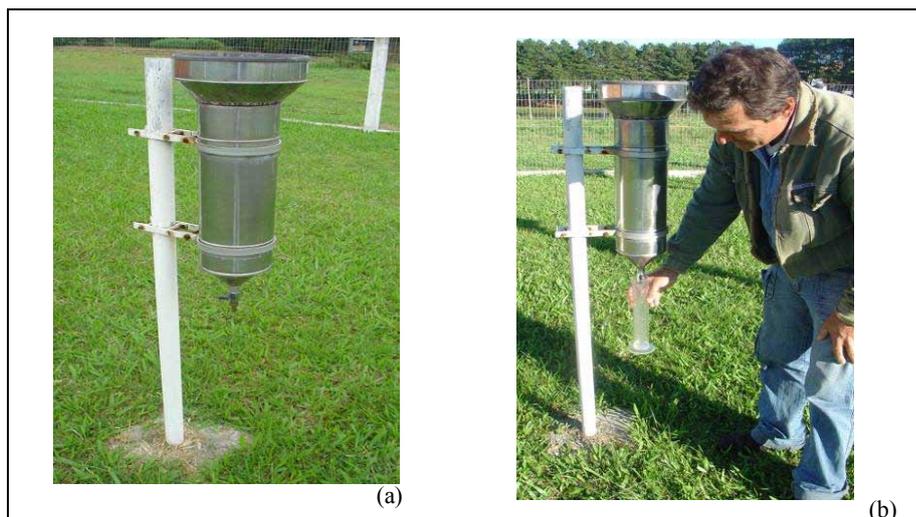
**Anemômetro (Figura 4c):** equipamento que tem a função de medir a velocidade média dos ventos, sendo anotado o valor do dia e descontado com o do dia anterior, permitindo assim determinar a velocidade média diária.



**Figura 4:** Equipamentos utilizados para determinar a velocidade e direção dos ventos, detalhe mostrando sensores Catavento tipo Wild, instaladas a 10 m de altura (a); tambor de registros (b); anemômetro de canecas (c).

Fonte: O Autor (2010).

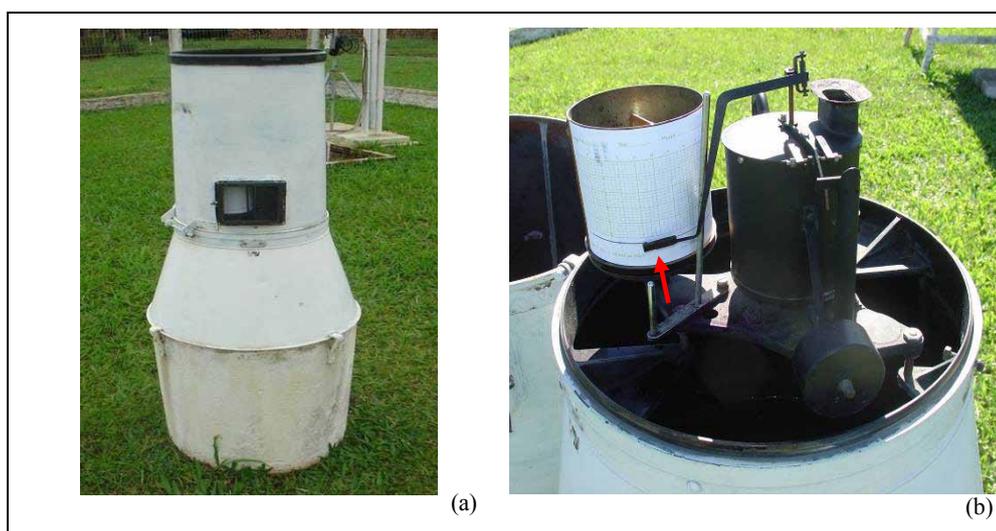
**Pluviômetro (Figura 5):** equipamento que consiste de uma superfície de captação da água da chuva com área conhecida, semelhante a um funil. Possuindo um recipiente para armazenamento e uma torneira para esgotar, permitindo assim quantificar a água armazenada. Tal leitura era sempre realizada quando ocorria alguma precipitação (Figura 5b).



**Figura 5:** Pluviômetro instalado na Embrapa Sede (a); coleta diária da chuva feita através de uma proveta para sua determinação (b).

Fonte: O Autor (2010).

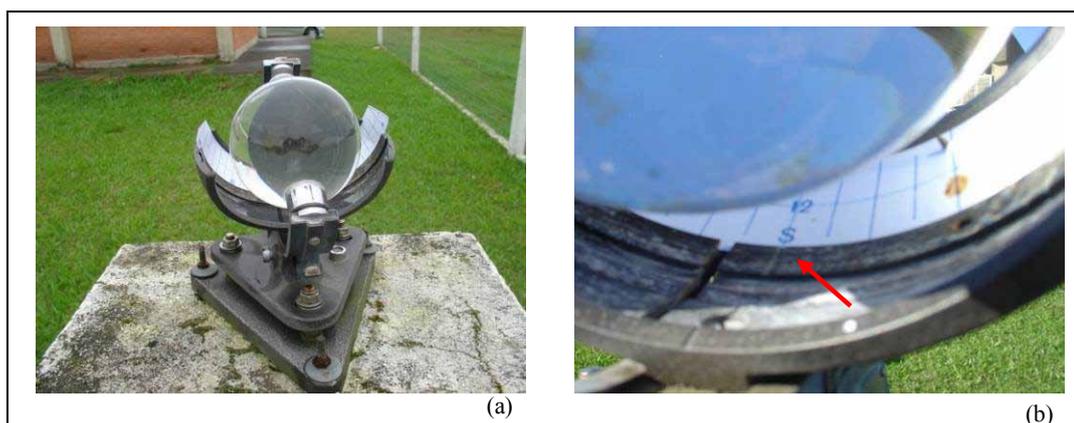
**Pluviógrafo (Figura 6):** é um equipamento que permite coletar a água da chuva, sendo esta transferida para um recipiente, que ficando mais “pesado” movimentada a pena (Figura 6b), registrando assim a quantidade, a intensidade e a hora da chuva, em um gráfico que era trocado diariamente. Quando o recipiente enche, este será esgotado automaticamente por um mecanismo de sifão.



**Figura 6:** Pluviógrafo instalado a 1,50 m do solo (a); detalhe demonstrando a pena em que se movimentava conforme o peso do recipiente, assim registrando os dados nos gráficos diários (b).

Fonte: O Autor (2010).

**Heliógrafo (Figura 7):** é um equipamento que possui uma lente esférica que concentra os raios solares em um ponto diametralmente oposto, tal equipamento possui uma fita que caso não existam nuvens a frente do sol irá registrar o número de horas de insolação. Sendo esta fita repostada diariamente, tomando sempre o cuidado de alinhar ela no sentido Sul, na hora de trocar a mesma (Figura 7b).



**Figura 7:** Heliógrafo utilizado para a determinação de horas de insolação (a); detalhe mostrando a posição exata entre a fita e o equipamento (b).

Fonte: O Autor (2010).

**Termômetro da Temperatura Mínima de Relva (Figura 8):** tem como sensor elemento álcool, possuindo um pequeno bastão de vidro na coluna capilar dentro do álcool e instalada horizontalmente sobre relva curta, com o depósito quase em contacto com as folhas da relva. Quando o álcool se contrai com o abaixamento da temperatura, estando o bastão de vidro encostado no menisco este (o bastão) é arrastado na direção do bulbo do termômetro pelo efeito da tensão superficial. Quando o álcool se dilata pelo aumento da temperatura, o bastão permanece agora imóvel, marcando a menor temperatura ocorrida no período. Assim, permite que seja registrada a temperatura mínima da relva, sendo que esta sempre ocorre próximo ao solo nas primeiras horas do dia. Após, realizada a leitura tinha que inclinar o termômetro para o bastão voltar junto ao menisco.



**Figura 8:** Termômetro da relva, instalado ao nível do solo.  
Fonte: O Autor (2010).

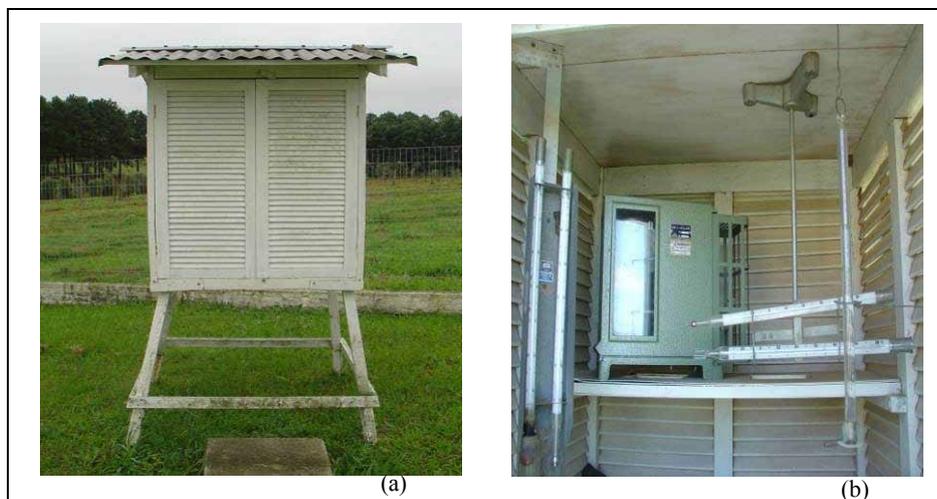
**Tanque de Classe “A” (Figura 9):** é um tanque de aço inoxidável de chapa galvanizada, com dimensões aproximadas de 25 cm de altura e 1,20 m de diâmetro, instalado sobre um estrado de madeira com 15 cm de altura. O tanque recebe água até cerca de 5 a 7 cm da borda superior. Possui ainda um poço tranquilizador e um micrômetro de gancho para efetuar as leituras de água. A evaporação é calculada em altura de lâmina d'água (mm) por diferença entre duas leituras consecutivas (mm em altura de lâmina d'água =  $l m^{-2}$ ). Tais dados são registrados em um gráfico semanal.



**Figura 9:** Tanque de Classe “A”, detalhe mostrando equipamento responsável pelo registro dos dados semanais do tanque classe “A”.  
Fonte: O Autor (2010).

**Abrigo Meteorológico (Figura 10):** é um abrigo para as observações em aparelhos de leitura direta, possui a finalidade de preservar os elementos sensíveis dos aparelhos nele

instalados (Figura 10b), evitando os raios solares diretos ou refletidos, de chuva e ventos fortes, permitindo medir os parâmetros do ar, como:



**Figura 10:** Abrigo meteorológico utilizado para proteger equipamentos (a); equipamentos de leitura direta dentro do abrigo meteorológico (b).  
Fonte: O Autor (2010).

**Termômetro de máxima:** é um termômetro de mercúrio instalado na posição horizontal com pequena inclinação a favor do bulbo. Possui um estrangulamento na base do capilar de tal forma que o mercúrio consiga vencê-la quando se dilata pelo aumento da temperatura, mas não consegue retornar ao bulbo quando a temperatura diminuir, assim a coluna de mercúrio permanece indicando o ponto máximo alcançado, ou seja, a temperatura máxima. Após, realizada a leitura inclina-se o termômetro para promover o retorno do mercúrio ao bulbo, ao nível da temperatura ambiente.

**Termômetro de mínima:** possui o funcionamento semelhante ao da temperatura mínima da relva, está instalado na posição horizontal dentro do abrigo. Após, realizada a leitura inclina-se o termômetro para o bastão voltar junto ao menisco.

**Psicrômetro:** é um conjunto de dois termômetros de mercúrio, simples (sem estrangulamento) instalados no abrigo, na posição vertical, sendo que um dos termômetros é denominado termômetro de bulbo úmido e o outro termômetro de bulbo seco. Através destes termômetros é possível quantificarmos o vapor d'água presente na atmosfera.

**Termohigrógrafo:** é destinado a registrar continuamente a temperatura e umidade relativa do ar. O sensor de temperatura é formado por uma “placa bimetálica” cuja contração

ou dilatação devida a variação da temperatura é transferida para uma pena por meio de um sistema de alavancas. O sensor de umidade relativa é um feixe de fios de cabelo humano, cuja movimentação se dá em função do equilíbrio com a umidade do ar, que também será transferida para uma pena por um sistema de alavanca. A troca dos gráficos era realizada semanalmente, e a partir dos dados gerados era possível determinar a temperatura e umidade relativa das 9:00, 15:00 e das 21:00 horas.

***Evaporímetro (Atmômetro) de Pichê:*** mede a evaporação da água à sombra, é também chamado poder evaporante do ar à sombra. Sendo determinado pela diferença de água de um dia para o outro, e esta é sempre repostada quando necessária.

Além das observações com o auxílio de aparelhos, algumas variáveis meteorológicas diárias dependem unicamente do observador, como:

***Visibilidade:*** variando de 0 a 5 Km.

***Nebulosidade:*** variando de 1 a 10.

***Ocorrências diversas:*** como granizo, geadas entre outras.

#### *4.1.2 Digitação dos Dados das Estações Manuais*

Foi realizada a digitação dos dados coletados nas estações manuais. Os dados coletados nas estações são registrados diariamente em uma caderneta de campo, está é dividida em mensal sendo que ao final de cada mês é digitado numa planilha do software Excel, onde irá constar todos os dados meteorológicos diários, mensal e anual, para determinado posto meteorológico.

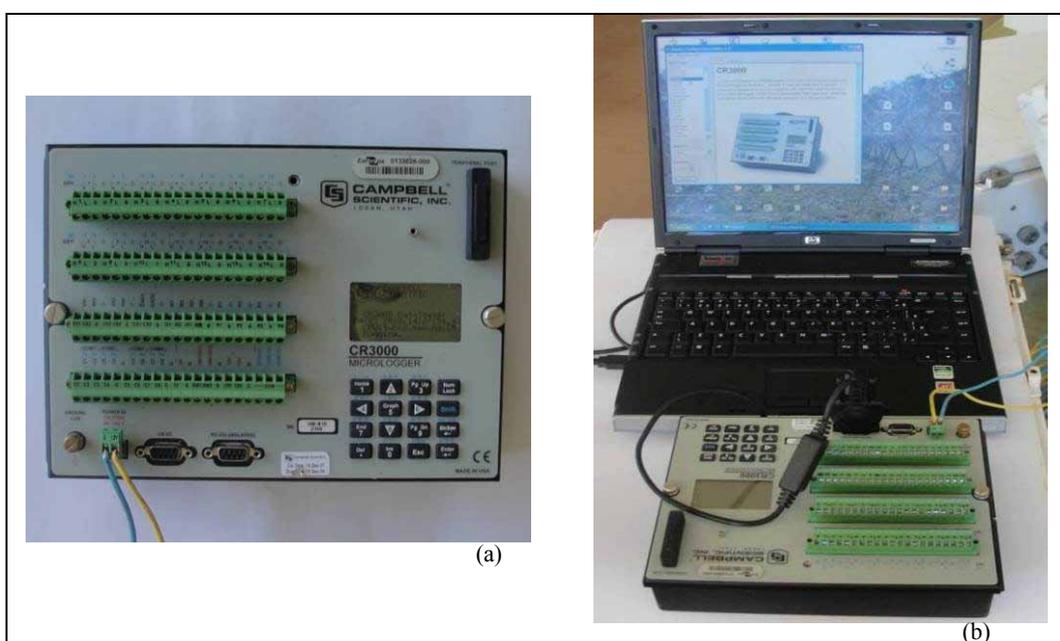
#### *4.1.3 Confecção, Elaboração e Interpretação dos Dados Meteorológicos*

Esta atividade foi desenvolvida visando aprimorar o conhecimento prático na formulação, interpretação e elaboração de gráficos e tabelas. Os dados utilizados foram os do experimento da temperatura do ar em estufas cobertos com plásticos de diferentes cores.

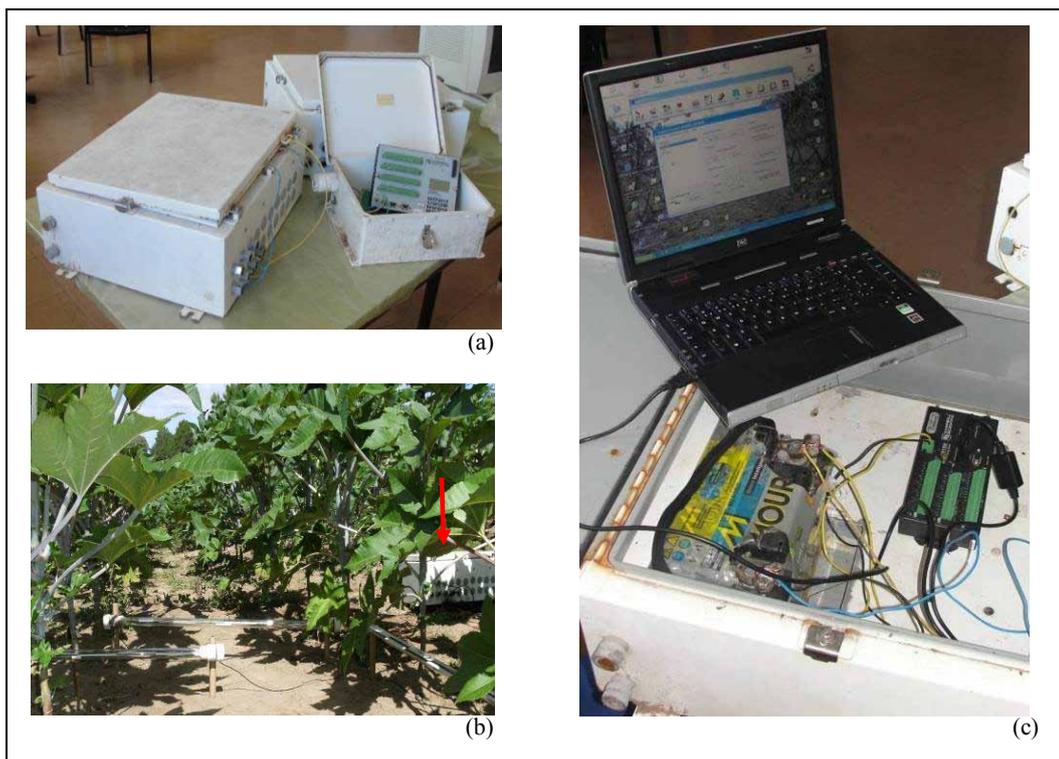
### 4.1.3 Datalogger

É um sistema utilizado para aquisição de dados em que possibilita o armazenamento e o processamento informatizado (PEREIRA et al., 2002). Torna-se muito prático devido à facilidade de implantação e capacidade de armazenamento de várias variáveis meteorológicas. Tal equipamento foi utilizado nos experimentos de arroz, da insolação na cultura da mamona e no experimento da temperatura do ar em estufas cobertas com plásticos de diferentes cores.

Assim, no período do estágio foi possível participar da configuração, instalação, coleta e processamento de dados. Sendo que para a configuração e coleta de dados foi utilizado o software LoggerNet versão 3.4.1 (Figura 11 e 12).



**Figura 11:** Datalogger modelo CR 3000 (a); configuração do Datalogger pelo o software LoggerNet versão 3.4.1 (b).  
Fonte: O Autor (2010).



**Figura 12:** Abrigos metálicos meteorológicos utilizados para proteção dos Datalogger (a); detalhe mostrando Datalogger instalado a campo no experimento da insolação (b); coleta dos dados do Datalogger (c).

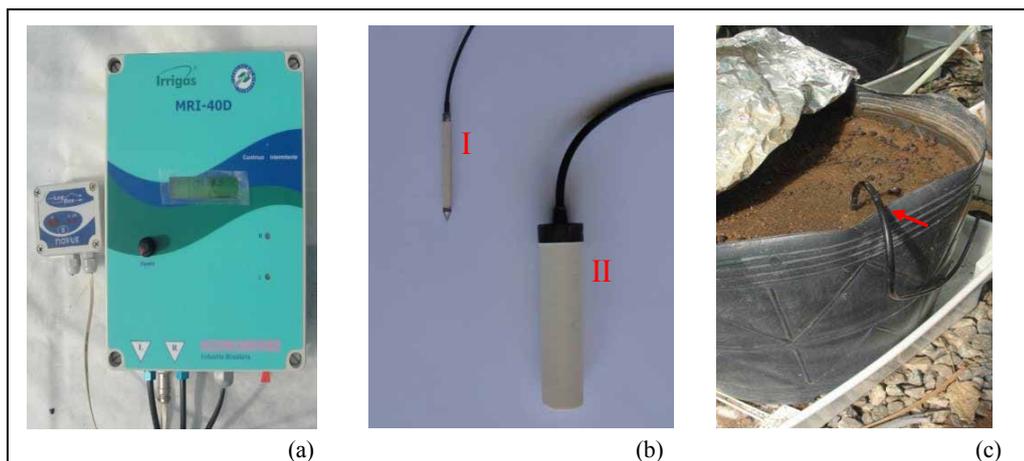
Fonte: O Autor (2010).

#### 4.1.4 Irrigás Pro

O Irrigás Pro é um sensor que consta de uma cápsula porosa, conectada através de um tubo flexível a uma pequena cuba transparente, que é o dispositivo para medir o estado da água no solo. Sendo que a cápsula é instalada no solo na profundidade efetiva do sistema radicular, e em poucas horas esta entra em equilíbrio com a situação hídrica do solo. Este sistema permite fazer irrigação completamente automatizada (CALBO & SILVA, 2005).

O equipamento foi utilizado para medir a umidade dos vasos no experimento que avaliava diferentes de lâminas de água na cultura da mamona, mas antes da sua instalação foi realizado o teste de funcionamento, sendo conhecido como Checagem de Estanqueidade.

Para isto, os sensores foram mergulhados em água na profundidade máxima de 5 cm, por no mínimo 24 horas. Logo após, foram conectados as cápsulas na central do MRI-40D e esperava-se cerca de 60 minutos para que leitura se estabilize, obrigatoriamente entre -1,0 e 1,0 kPa (Figura 13).



**Figura 13:** Central do Irrigás Pro, aparelho aonde estão conectados todos os sensores (a); sensores do aparelho Irrigás Pro, I) Sensor utilizado para sistemas hidropônicos (20 kPa), II) Sensor utilizado para solo (40 kPa) (b); detalhe mostrando sensor instalado em vasos para monitoramento da umidade do solo (c).

Fonte: O Autor (2010).

## 4.2 Acompanhamento de Projeto de Pesquisa

Devido a sua infra-estrutura física, tecnológica, profissional e, sobretudo, para atender seus propósitos, são desenvolvidos vários trabalhos de pesquisa dentro do Laboratório de Agrometeorologia. Sendo que, alguns trabalhos são realizados em parceria com os Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pelotas. No período da realização do estágio foi possível participar da condução de dois trabalhos de dissertação de mestrado intitulados:

**Avaliação e Quantificação dos Componentes do Balanço Hídrico em Pomar de Pessegueiro, cv. Maciel, em Plantas Irrigadas e Não Irrigadas**, de autoria da Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>ª</sup>. Viviane Santos Silva Terra sobre a orientação do Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Luís Carlos Timm (UFPeI) e co-orientação do Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Carlos Reisser Júnior (Embrapa). Neste trabalho foi possível participar das coletas de dados através da Técnica da Reflectometria do Domínio da Frequência (FDR), modelo Diviner 2000<sup>®</sup>, realizados diariamente no período de janeiro a março, nas primeiras horas do dia.

**Avaliação de Diferentes de Lâminas de Água na Cultura da Mamona**, de autoria da Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Marília Alves Brito Pinto sobre a orientação do Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Luís Carlos Timm (UFPeI) e co-orientação do Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Carlos Reisser Júnior (Embrapa). Para este projeto foi possível acompanhar todas as atividades e avaliações realizadas a partir de janeiro.

Além de acompanhar as atividades dos projetos de mestrados citados acima, foi possível conduzir um projeto de pesquisa, titulado: **Insolação Efetiva da Cultura da Mamona**, sobre orientação do Dr. Engº. Agrº. Carlos Reisser Júnior, juntamente com a colaboração dos estagiários Matheus Fernandes da Silva (Engenharia Eletrônica), Laurício Martini Madaloz (Engenharia Agrícola), Marília Alves Brito Pinto (Acadêmica de Pós-Graduação) e Rogério Ferreira Aires (Acadêmico de Pós-Graduação).

#### ***4.2.1 Determinação do Teor de Água no Solo Através da Técnica da Reflectometria do Domínio da Frequência (FDR) na Cultura do Pessegueiro***

##### *a) Introdução*

A região de Pelotas, no Sul do Rio Grande do Sul, juntamente com outros municípios é responsável por 90 % da produção de pêssegos do estado, com uma área cultivada de 8.145 ha (MADAIL & REICHERT, 2003), sendo que desse total da área cultivada na região, apenas 6 % (483 ha) possuem irrigação (REISSER JÚNIOR et al., 2006).

Para KRAMER & BOYER (1995) e TAIZ & ZAIGER (2004) a água desempenha um papel fundamental no crescimento vegetal da planta. Um pequeno desequilíbrio no fluxo de água no interior da planta pode causar estresse hídrico e mau funcionamento de inúmeros processos celulares, principalmente no crescimento do pessegueiro. E o conhecimento da quantidade de água disponível no solo para atender as necessidades hídricas do pessegueiro durante os seus diferentes estádios de desenvolvimento é de fundamental importância do ponto de vista agrônomo (LEVITT, 1972).

Neste sentido, destaca-se o uso da irrigação na cultura do pessegueiro visando fornecer a cultura um adequado suprimento de água. Mas para um manejo adequado da irrigação deve-se fazer um estudo detalhado, levando-se em consideração as reais necessidades das culturas e o conteúdo efetivo de água no solo. Segundo BERNARDO (1995), a determinação da umidade do solo é importante para o estudo do movimento e disponibilidade de água no mesmo. Existem outros fatores que também influenciam na variação da água no solo, como a topografia, o tamanho das partículas de solo, textura estrutura e matéria orgânica (HIDALGO et al., 2003).

Para isto existem vários métodos e técnicas para o monitoramento da água no solo, alguns demorados, outros caros. O teor de água no solo pode ser determinado de forma direta ou indireta. O uso de métodos e técnicas (diretas e indiretas) para determinar o nível correto

de umidade do solo é de grande importância econômica, pois proporcionam aumento na eficiência de irrigação e contribuem para reduzir os gastos de energia, água e mão-de-obra (DETOMINI, 2007).

SOUZA & MATSURA (2002) citam que entre os métodos existentes para quantificar a umidade do solo de maneira direta, o método da estufa é considerado o padrão. Entre os métodos indiretos, podem ser citadas a sonda de nêutrons, blocos de resistência elétrica e reflectometria no domínio do tempo (TDR). Além destes, o uso de equipamentos como a reflectometria no domínio da frequência (FDR) tem aumentado ao longo dos anos.

A FDR é um instrumento utilizado para registrar dados de umidade do solo, mediante a resposta de mudança da constante dielétrica, usando uma técnica de reflectometria no domínio da frequência, conhecida como capacitância (SENTEK PTY, 1999). Um dos modelos que utiliza a técnica de FDR, a sonda Diviner 2000® é um dispositivo portátil que monitora a umidade do solo através de um display portátil, conectado a uma sonda (HENG et al., 2002). As leituras efetuadas pela sonda representam o conteúdo de umidade do solo a uma determinada profundidade. No momento da realização das medidas deve-se introduzir a sonda lentamente em um tubo de acesso de PVC.

As medidas podem ser realizadas em intervalos de 10 cm de profundidade, sem necessitar de pausa em cada horizonte, isso significa que a sonda pode subir e descer dentro do tubo de acesso, podendo medir até 16 leituras em poucos segundos, as leituras variam com o comprimento do tubo.

A técnica de FDR oferece algumas vantagens em relação a outros métodos, como a obtenção de um grande número de medidas, de forma contínua e sem danificar as propriedades do solo, rapidez na obtenção dos dados, fácil de ser transportado, não possui radioatividade e baixo custo em relação aos outros equipamentos.

Por isto, este trabalho teve como o objetivo principal determinar a umidade de água do solo, cultivado com plantas de pessegueiro, cultivar Maciel, em condições de irrigação e sem irrigação, da Técnica da Reflectometria do Domínio da Frequência (FDR).

#### *b) Metodologia Desenvolvida*

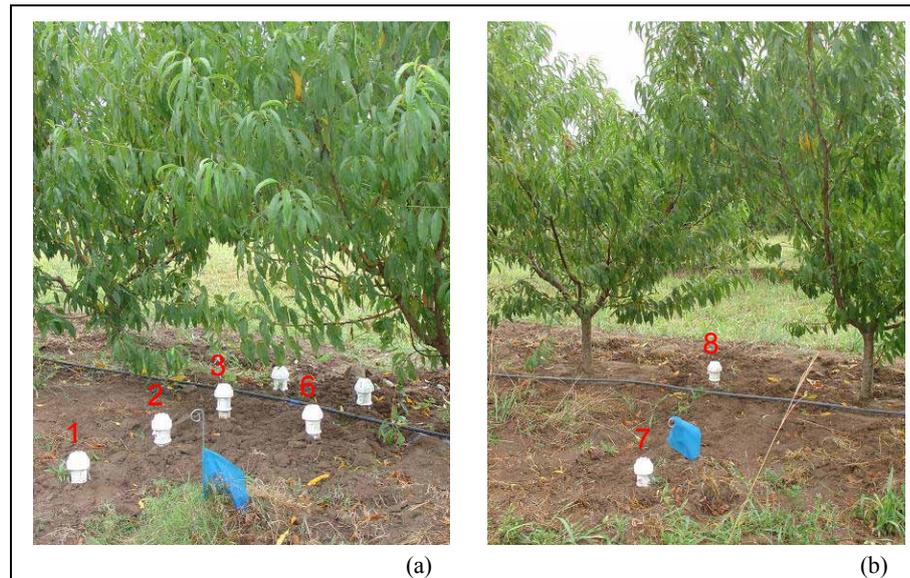
O trabalho foi realizado em uma área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado, situada em Pelotas (32°45' S e 52°30' W), Rio Grande do Sul, com altitude média de 60 m. O município de Pelotas o clima é classificado como do tipo "Cfà", segundo a

classificação de Köppen, ou seja, temperado úmido com verões quentes. A região possui temperatura e precipitação média anual de 17,9 °C e 1500 mm, respectivamente.

A cultivar utilizada foi a Maciel enxertada sobre o porta-enxerto Capdebosq e o espaçamento utilizado no pomar foi de 2 m entre plantas e 7,20 m entre linhas. Sendo que o sistema de condução é do tipo em “taça”. O experimento foi constituído de duas parcelas (irrigadas e não irrigadas), a parcela de plantas irrigadas possuía uma linha individual de gotejadores, onde entre cada planta havia 10 gotejadores, sendo que o cálculo da lâmina de irrigação aplicada foi baseado na média da evapotranspiração da região. Já para a parcela de plantas não irrigada a única entrada de água que tinha no solo era proveniente das chuvas.

A avaliação e quantificação da umidade do solo para determinação da armazenagem de água disponível para a planta foram obtidas utilizando uma sonda de FDR, modelo Diviner 2000®. Através da sonda que era introduzida nos tubos de acesso nas profundidades de 0,10 m, 0,20 m, 0,30 m, 0,40 m e 0,50 m, durante todo o período experimental, desde setembro de 2008 a abril de 2009, iniciando em  $t_i$  para  $i = 0$  e continuando em  $t_i + 7$ , sendo  $i = 0, 7, 14$  sucessivamente com  $\Delta t = 7$  dias. Nestas plantas foram instalados oito tubos de acesso, onde seis tubos foram colocados próximos às plantas irrigadas e dois tubos foram colocados nas plantas não irrigadas (Figura 14). Porém neste trabalho foi utilizado apenas os dados obtidos com os tubos 1, 2, 3, 6, 7 e 8. E o armazenamento de água no solo (S) foi calculado para a camada de 0 – 0,50 m com base no conteúdo volumétrico de água no solo estimado pela sonda FDR a partir de leituras de  $F_s$ . A partir dos valores de S, a variação do armazenamento ( $\Delta S$ ) foi calculada por meio da equação a seguir, para o período de sete dias.

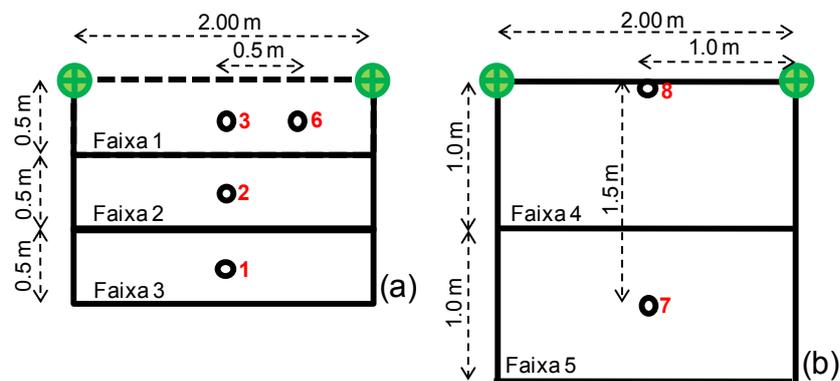
$$\int_0^L \left[ \int_{t_i}^{t_j} \left( \frac{\partial \theta}{\partial t} \right) dt \right] dz = \Delta h_z$$



**Figura 14:** Disposição dos tubos de acesso para a sonda FDR na área experimental, plantas irrigadas (a) e plantas não irrigadas (b).

Fonte: Terra (2010).

A área experimental contendo as plantas irrigadas e não irrigadas foi dividida em cinco faixas. As plantas irrigadas pertenciam a faixa 1 (tubos 3 e 6), faixa 2 (tubo 2) e faixa 3 (tubo 1). As não irrigadas pertenciam a faixa 4 (tubo 8) e faixa 5 (tubo 7). As faixas 1, 2 e 4 encontravam-se na subcopa da planta e as demais fora da copa (Figura 15).



Legenda:

-  Plantas
-  Tubos de acesso
-  Gotejadores

Esc: 1:50

**Figura 15:** Localização dos tubos de acesso para a sonda FDR em suas determinadas faixas, plantas irrigadas (a) e plantas não irrigadas (b).

Fonte: Terra (2010).

Os dados meteorológicos para a elaboração deste trabalho foram: precipitação e evaporação de Piche, que foram obtidos na Estação Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, localizada aproximadamente a 500 m do local da realização do experimento.

*c) Resultados e Discussões*

Os dados coletados no período da realização do estágio, que compreendeu os meses de janeiro (Anexo I), fevereiro e março de 2010, serão utilizados para calcular armazenamento de água no solo (S). Sendo que somente após isto será possível discutir os dados como apresentados a seguir, retirados da Dissertação de Mestrado de TERRA (2010):

É possível observar que nas plantas irrigadas através da Tabela 1, a que apresentou o valor máximo de S foi a faixa 1, que corresponde o balanço 1, de 135,53 mm semana<sup>-1</sup>, esse fato pode ter ocorrido devido a faixa 1 ser mais próxima da linha dos gotejadores. Já o valor mínimo de S encontra-se na faixa 2 no balanço 17, de 66,01 mm semana<sup>-1</sup>, esse pode valor ter sido influenciado por ser da faixa 2 estar localizada na região com maior concentração radicular.

Verificou-se também na Tabela 1 que os valores máximos e mínimos de armazenagem de água no solo ocorreram para as plantas não irrigadas. O valor máximo de S foi encontrado na faixa 5, no balanço 1, de 135,17 mm semana<sup>-1</sup> e o mínimo valor de S também foi encontrado na faixa 5, balanço 17, de 69,39 mm semana<sup>-1</sup>.

O valor máximo pode ter ocorrido devido ao acúmulo de água proveniente de uma precipitação. CRUZ et al. (2005) também verificou que a maior umidade encontrada no solo, apesar da maior demanda evapotranspirativa, ocorreu durante o período chuvoso, mostrando que o suprimento pelas chuvas foi grande, mantendo o solo sempre úmido e, portanto, com maior disponibilidade de água.

Já o valor mínimo de armazenagem de água no solo ocorreu em consequência de uma escassez de água do solo, devido à diminuição da precipitação que ocorreu desde o sétimo balanço. Na faixa 5, nos balanços 25 e 26 não foram apresentados valores, pois não foi realizada leituras de umidade do solo nesse período.

**Tabela 1:** Dados da armazenagem de água no solo (S) até 0,50 m de profundidade nas 5 faixas, para as plantas irrigadas e não irrigadas.

Balanço	Período (7 dias)	S (mm)				
		Irigadas	Não irrigadas			
			Faixas			
1	2	3	4	5		
1	15/09/08-21/09/08	135,53	113,05	127,18	130,76	135,17
2	22/09/08-28/09/08	133,51	107,60	121,32	126,32	129,59
3	29/09/08-05/10/08	123,77	101,01	115,39	117,52	125,29
4	06/10/08-12/10/08	110,59	97,69	113,16	103,34	119,63
5	13/10/08-19/10/08	116,36	94,27	110,04	107,69	115,26
6	20/10/08-26/10/08	114,59	90,81	106,00	109,20	110,72
7	27/10/08-02/11/08	134,63	102,80	118,59	127,86	126,33
8	03/11/08-09/11/08	126,14	96,50	112,94	120,68	121,76
9	10/11/08-16/11/08	115,79	90,85	108,03	108,37	115,59
10	17/11/08-23/11/08	110,92	86,20	103,54	105,84	109,11
11	24/11/08-30/11/08	98,50	78,21	94,54	96,48	102,80
12	01/12/08-07/12/08	102,14	76,38	96,09	100,86	99,55
13	08/12/08-14/12/08	96,57	72,12	87,54	94,49	98,53
14	15/12/08-21/12/08	89,11	70,10	87,31	94,80	93,89
15	22/12/08-28/12/08	80,48	70,14	84,36	81,11	83,32
16	29/12/08-04/01/09	75,06	66,33	83,50	74,46	73,36
17	05/01/09-11/01/09	74,49	66,01	78,23	74,23	69,39
18	12/01/09-18/01/09	87,78	74,89	81,55	81,38	74,68
19	19/01/09-25/01/09	110,17	77,47	90,36	96,43	83,65
20	26/01/09-01/02/09	93,59	76,99	85,24	81,06	79,04
21	02/02/09-08/02/09	134,29	115,62	134,62	124,84	137,36
22	09/02/09-15/02/09	121,68	105,36	118,50	109,26	123,60
23	16/02/09-22/02/09	110,82	100,79	114,24	106,21	120,68
24	23/02/09-01/03/09	116,56	105,00	118,56	123,58	130,08
25	02/03/09-08/03/09	128,12	110,48	130,61	127,11	*
26	09/03/09-15/03/09	123,93	124,48	129,98	129,09	*
27	16/03/09-23/03/09	123,73	109,30	126,34	120,25	126,59
28	23/03/09-29/03/09	114,10	103,79	118,77	114,92	122,36
29	30/03/09-05/04/09	119,46	102,54	124,22	119,53	121,90
30	06/04/09-12/04/09	125,16	97,81	115,50	112,65	117,80
31	13/04/09-19/04/09	122,38	97,63	109,58	108,25	110,85
32	20/04/09-26/04/09	121,78	95,21	109,30	103,78	106,52

\* Períodos sem leituras de umidade do solo.

Fonte: Terra (2010).

Analisando a Tabela 1 e comparando-se as faixas 1 e 3, linha e entrelinha, respectivamente, verificou-se não haver diferenças significativas nas duas direções avaliadas. Esperava-se que devido à maior liberdade de crescimento das raízes em direção à entrelinha, e devido à possível sobreposição de raízes e pela alta concentração de umidade devido a irrigação na linha, ocorresse maiores diferenças de comportamento.

Na Tabela 1, na faixa 1 (linha) ocorreu uma maior ETr em relação a ETr da faixa 4 (linha), esse fato possivelmente pode ter sido influenciado pela maior disponibilidade de água pela irrigação, mostrando que a disponibilidade de água para as plantas é um dos fatores que determina a ETr das culturas. Nas faixas 4 e 5, linha e entrelinha, respectivamente, verificou-se que a faixa 5 apresentou valores maiores de armazenagem de água no solo, mas sem

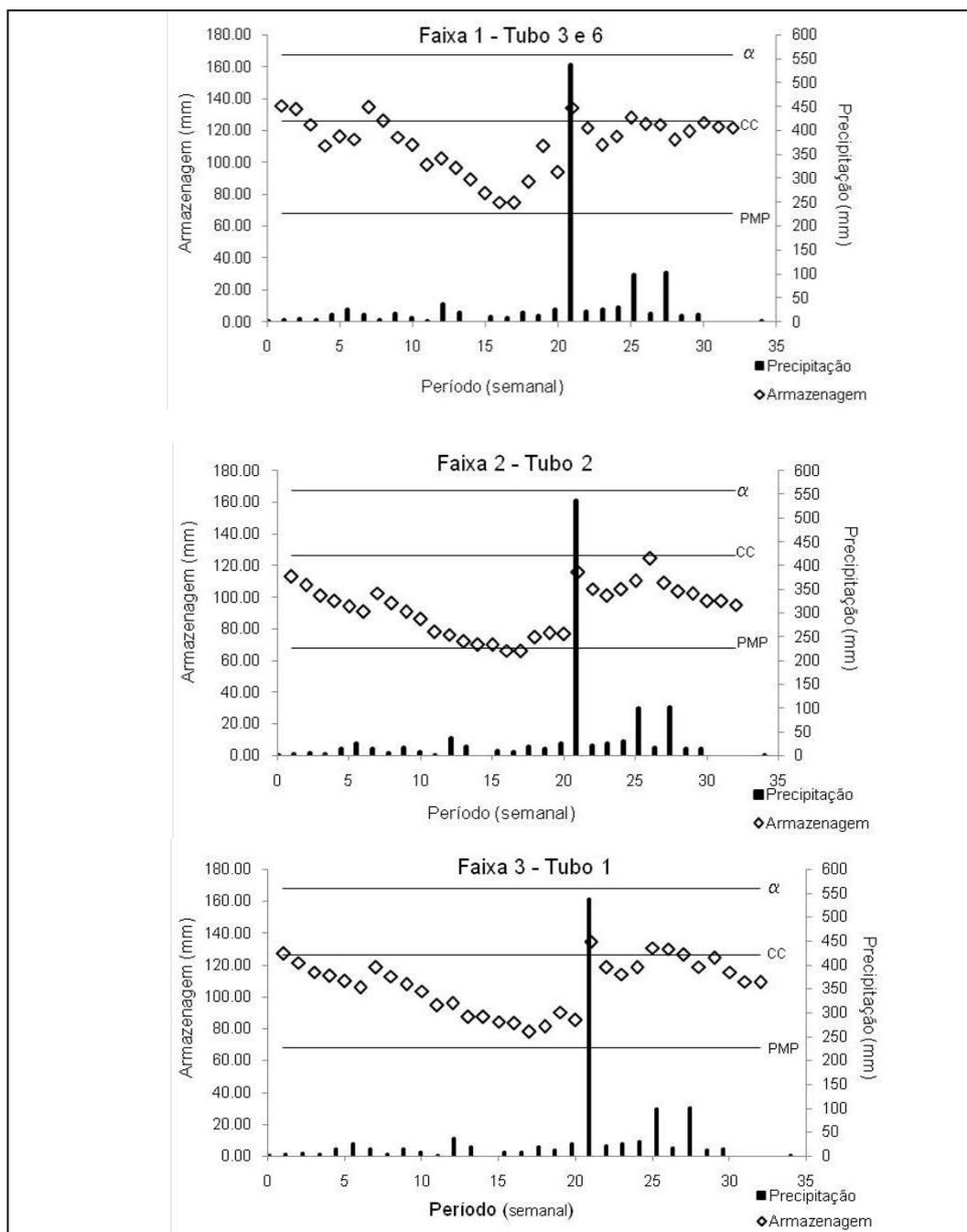
diferenças significativas. Isso pode ter ocorrido devido a faixa 4 encontrar-se subcoba, impedindo assim a penetração da chuva através do dossel. As faixas 3 e 5 ambas na entre linha, apresentaram a mesma tendência. Isso deve-se ao perímetro irrigado não interferir na umidade do solo na faixa 3, assim as faixas 3 e 5 encontram-se sobre a mesma condição.

As Figuras 16 e 17 dão uma idéia das respostas do solo às condições atmosféricas nas diferentes faixas. A armazenagem de água no perfil do solo, para as cinco faixas, reflete as variações da precipitação pluviométrica ao longo do período monitorado.

Observou-se nas Figuras 16 e 17 que todas as faixas possuíam o mesmo comportamento em relação à armazenagem, variando de 60 a 140 mm semana<sup>-1</sup>. MOTA et al. (1991) concluíram em um estudo realizado para o planejamento da irrigação de frutíferas que na maioria dos solos do Rio Grande do Sul as quantidades de água armazenadas no solo, variam de 2 a 216 mm para videira no período de outubro a março; 2 a 244 mm pra citros no período de outubro a maio; 13 a 262 mm para pessegueiro, ameixa e noqueira pecan no período de outubro a janeiro e 17 a 363 mm para macieira, cerejeira e pereira no período de outubro a abril. Esse fato irá depender do tipo de solo e do clima da região.

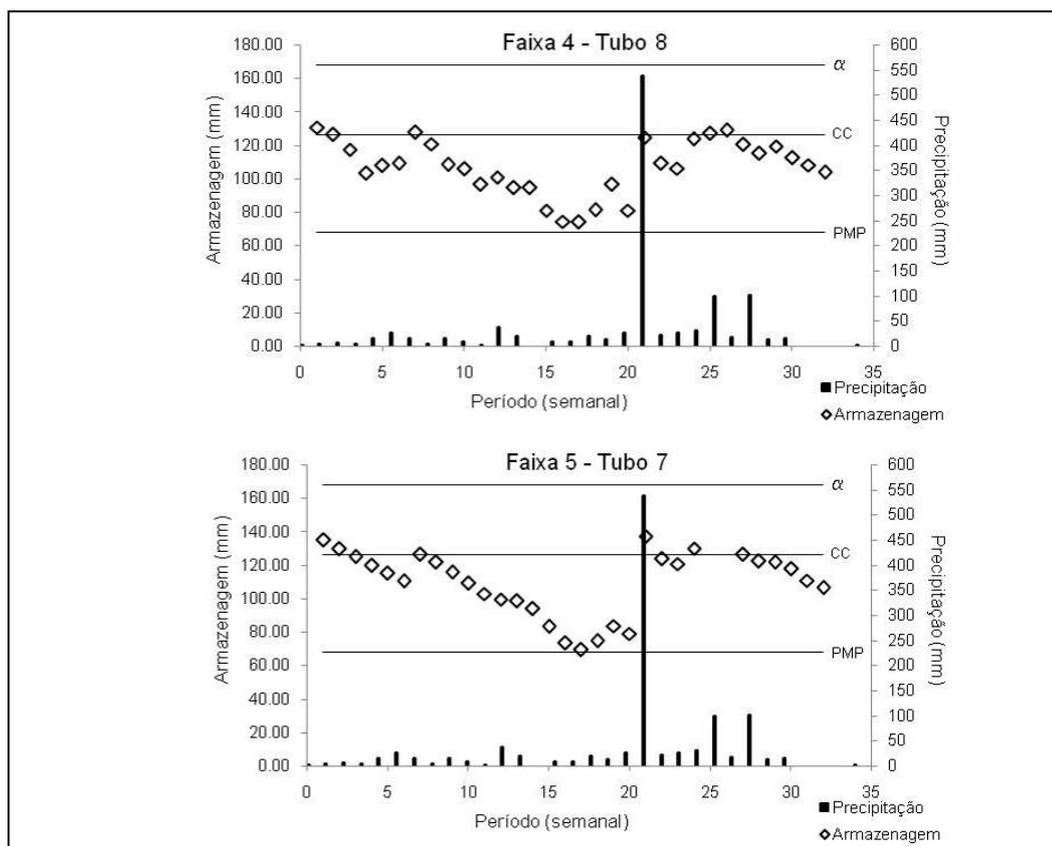
Os dados apresentados na Figura 16 mostraram que todas as faixas irrigadas e não irrigadas tiveram o mesmo comportamento, estando em alguns períodos entre a CC e o PMP. Mesmo contendo restrições aos conceitos de água disponível no que diz respeito aos limites considerados, (ao ponto de murcha permanente, muitas vezes a planta já manifesta sintomas de deficiência hídrica mesmo antes de atingir o potencial de 15 m.c.a, a capacidade de campo que pode não ser limitante se não ocorrer restrição de oxigenação para as raízes), muito bem discutido em VAN LIER (1999) e em PEREIRA et al. (1974). Foi considerado no presente trabalho que a água disponível para cultura do pessegueiro estaria acima de 150 m.c.a. CRUZ (2003) também considerou como água disponível a cultura de citros aquela retida a potenciais acima de 150 m.c.a.

Verificou-se na Figura 16 que na faixa 1 (irrigada) durante a 5<sup>a</sup> e 20<sup>a</sup> semanas (de outubro a janeiro) que a água armazenada no solo ficou entre a CC e PMP, havendo disponibilidade de água para as plantas.



**Figura 16:** Armazenagem, precipitação, porosidade total ( $\alpha$ ), capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) para as faixas 1, 2 e 3. Fonte: Terra (2010).

Verificou-se também nas Figuras 16 e 17 que as faixas 1 e 4 apresentaram a mesma tendência, uma elevação no início dos períodos (fim do inverno e início da primavera), chegando a ultrapassar a capacidade de campo, tal fato pode ter ocorrido devido ao acúmulo de água pela chuva e pouca demanda atmosférica.



**Figura 17:** Armazenagem, precipitação, porosidade total ( $\alpha$ ), capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) para as faixas 4 e 5.  
Fonte: Terra (2010).

PETILLO (1995) no Uruguai também constatou que no período referente ao final do inverno o solo encontrava-se saturado, com o conteúdo de água acima da capacidade de campo e que no início da primavera o solo ainda continuava carregado de água.

Logo após, observou-se um decréscimo em todas as faixas, no período de 7 a 18 semana, isso pode ter ocorrido devido à falta de chuva e pela irrigação não ter sido suficiente para suprir a demanda. Sendo que no período entre 16<sup>a</sup> a 18<sup>a</sup> semanas o nível de armazenagem de água no solo chegou próximo e algumas faixas ultrapassaram o ponto de murcha permanente (Figuras 16 e 17), mostrando que a irrigação neste período foi insuficiente para suprir a necessidade hídrica da cultura. Já no período da 21<sup>a</sup> semana ocorreu uma acumulação de água em todas as faixas, isto deve-se a uma elevada precipitação de 530 mm semana<sup>-1</sup>, fazendo com que as faixas 1, 3, 4 e 5 ultrapassassem a capacidade de campo (CC), porém a faixa 2 continuou abaixo da CC, isso pode ter ocorrido devido a maior concentração de raízes ativas encontrarem-se nesta faixa.

Nota-se também nas Figuras 16 e 17, que o armazenamento de água no perfil do solo em quase todos os períodos, permaneceu entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de

murcha permanente (PMP) em todas as faixas, havendo uma maior quantidade de água disponível no solo, garantindo condições de suprimento ideal de água às plantas durante o ciclo da cultura.

#### **4.2.2 Avaliação de Diferentes Lâminas de Água na Cultura da Mamona**

##### *a) Introdução*

A partir do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, lançado pelo Governo Federal, os biocombustíveis assumiram posição estratégica no país, ampliando o mercado de óleos vegetais e estimulando a produção de oleaginosas. A mamona, espécie de alto conteúdo de óleo e de grande apelo social, adequando-se ao sistema agrícola familiar, obteve papel de destaque, pois além de ser tolerante ao estresse hídrico, é espécie de ampla adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas (SILVA et al., 2007).

A área de plantio da mamona no estado do Rio Grande do Sul tem crescido nos últimos anos, impulsionado pelo programa nacional de biodiesel, que estimulou a instalação de várias indústrias de óleo e biodiesel no Estado, as quais, dentre outras vantagens garantem o preço de compra do grão e oferecem assistência técnica aos produtores. Este cenário gerou uma grande demanda por informações técnicas a respeito desta cultura (SILVA et al., 2007).

Apesar de a cultura ser importante como planta produtora de um óleo de larga aplicação industrial, pouco se conhece dos efeitos das necessidades hídricas, no metabolismo e na bioquímica da mamoneira, em especial nas fases iniciais de seu crescimento e desenvolvimento (CHIERICE & CLARO NETO, 2001). E a deficiência no suprimento da quantidade de água requerida pela cultura da mamona interfere no desenvolvimento fenológico da cultura e no teor de óleo produzido, inviabilizando sua rentabilidade econômica.

Por isto, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta produtiva de diferentes materiais genéticos de mamona, a níveis de umidade do solo, determinando em que condição a cultura atinge seu potencial produtivo e a influência da irrigação no desenvolvimento e na produtividade da cultura na região Sul do Rio Grande do Sul.

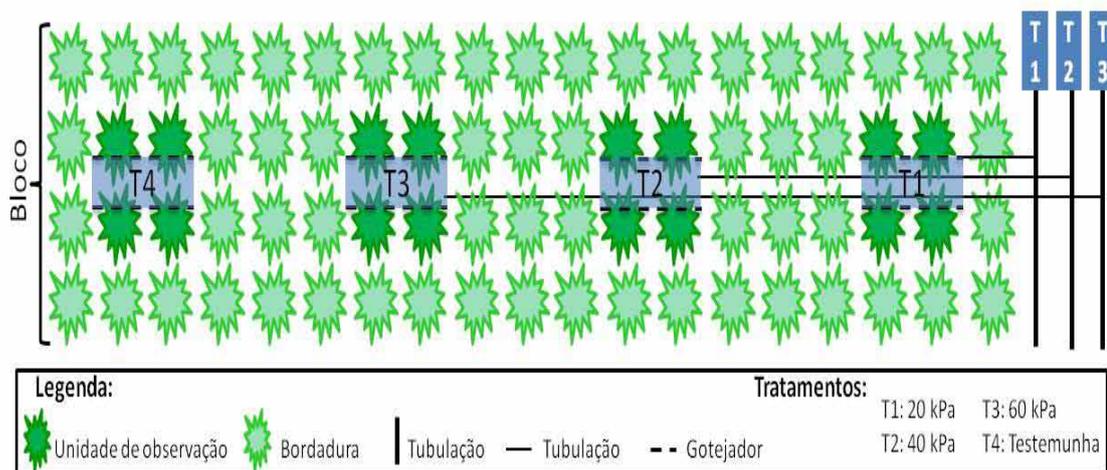
b) *Metodologia Desenvolvida*

I. *Experimento a Campo*

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Clima Temperado em Pelotas - RS. Foram utilizadas duas cultivares, uma variedade (Al Guarany 2002) de ciclo e porte médios e um híbrido (Lara), de porte baixo e ciclo precoce. Para a variedade foi utilizado espaçamento de 0,8 x 1,0 m, e para o híbrido o espaçamento de 0,6 x 0,8 m. A semeadura foi realizada em 10 de dezembro 2010, dentro do período recomendado pelo Zoneamento Agroclimático para a semeadura da mamona no Rio Grande do Sul (WREGGE et al., 2007).

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se três sementes por cova. A adubação e os demais tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para o cultivo da mamona no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2007).

O delineamento experimental foi casualizado por blocos com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro linhas com 5 plantas cada, onde as duas linhas centrais foram consideradas como área útil para as avaliações, assim descontando-se as bordaduras, totalizam 4 plantas como unidades de observação (Figura 18).



**Figura 18:** Croqui representativo de um bloco da área experimental.

Fonte: O Autor (2010).

Foram pré-determinados quatro níveis de umidade, três tensões de água no solo (20, 40 e 60 kPa), e um tratamento sem irrigação. Os níveis de umidade foram monitorados com utilização de tensímetros instalados a 20 cm de profundidade. Quando as tensões atingiram a umidade pré-determinada entrava-se com irrigação para chegar a CC (10 kPa).

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, sendo a pressão da água no sistema era controlada por um manômetro instalado na saída da bomba (Figura 19). Os gotejadores estavam dispostos nas linhas centrais das parcelas irrigando as 4 plantas que eram as unidades de observação (Figura 18).



**Figura 19:** Sistema acoplado na saída da bomba para controle da pressão da água no sistema de irrigação; manômetro (a); válvula para controle da pressão do sistema (b); filtro de água (c).

Fonte: O Autor (2010).

Em função de o experimento estar sendo conduzido em uma área com declive foi possível observar que as plantas plantadas na região mais alta da área experimental apresentavam um desenvolvimento mais significativo comparadas com às planta da área da região mais baixa da área. Por isso, foi determinado a umidade do solo nos três níveis e coletado as plantas dos respectivos níveis com intuito de verificar se existe alguma relação entre eles que possa ter influenciado no crescimento.

Para determinação da umidade gravimétrica do solo, foram coletadas, com auxílio de um trado (Figura 20), amostras de solo nas camadas 0,10, 0,20, 0,30 e 0,40 m nos três níveis na área, sendo uma na região mais alta (T1), outra na região mediana (T2) e na região mais baixa (T3), com três repetições por nível. E para avaliação do desenvolvimento das plantas foram coletadas 4 plantas por área, determinado-se a massa seca e área foliar, esta última utilizando o software Image Tool.



**Figura 20:** Amostra de solo sendo retida com o auxílio de um trado na profundidade de 10 cm, para a determinação da umidade do solo na camada de 0 – 50 cm.

Fonte: O Autor (2010).

Os dados meteorológicos para a elaboração deste trabalho foram: precipitação e evaporação do tanque classe “A”, que foram obtidos na Estação Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, localizada aproximadamente a 800 m do local da realização do experimento.

## *II. Experimento na Estufa*

O experimento foi implantado no dia 8 de fevereiro de 2010, na Embrapa Clima Temperado, situada em Pelotas – RS. A estufa estava localizada na direção norte-sul, coberta por plástico transparente e as laterais fechadas com tela plástica (Figura 21).



**Figura 21:** Vista frontal da estufa em que foi conduzido o experimento.  
Fonte: O Autor (2010).

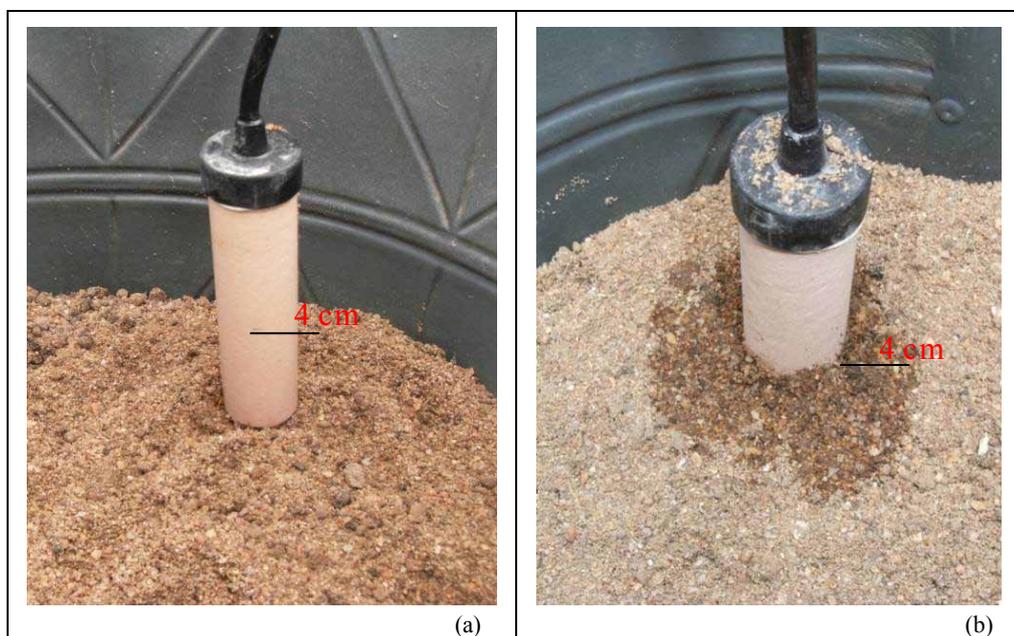
O cultivo das plantas foi feito em vasos de 30 l, com a cultivar Al Guarany 2002, sendo que foram colocadas três sementes por vaso. O substrato utilizado nos vasos constituiu-se de mistura de solo de 40 % solo, 40% areia e 20 % de esterco bovino, e que granulométrica corresponde a  $103 \text{ g kg}^{-1}$  de Argila,  $817 \text{ g kg}^{-1}$  de Areia e  $79 \text{ g kg}^{-1}$  de Silte. Além disso, foi colocado uma camada de 5 cm de brita e sobre esta camada um pedaço de “TNT” (Figura 22), visando facilitar a drenagem. Estes vasos foram colocados sobre uma bandeja para que possa ser quantificado o quanto foi drenado e também foram fechados com papel alumínio os vasos para que não ocorresse a evaporação dos tratamentos.



**Figura 22:** Montagem dos vasos para implantação do experimento, britas no fundo do vaso (a), “TNT” sobre as britas (b) e vaso com terra sobre o “TNT e as brita (c).  
Fonte: O Autor (2010).

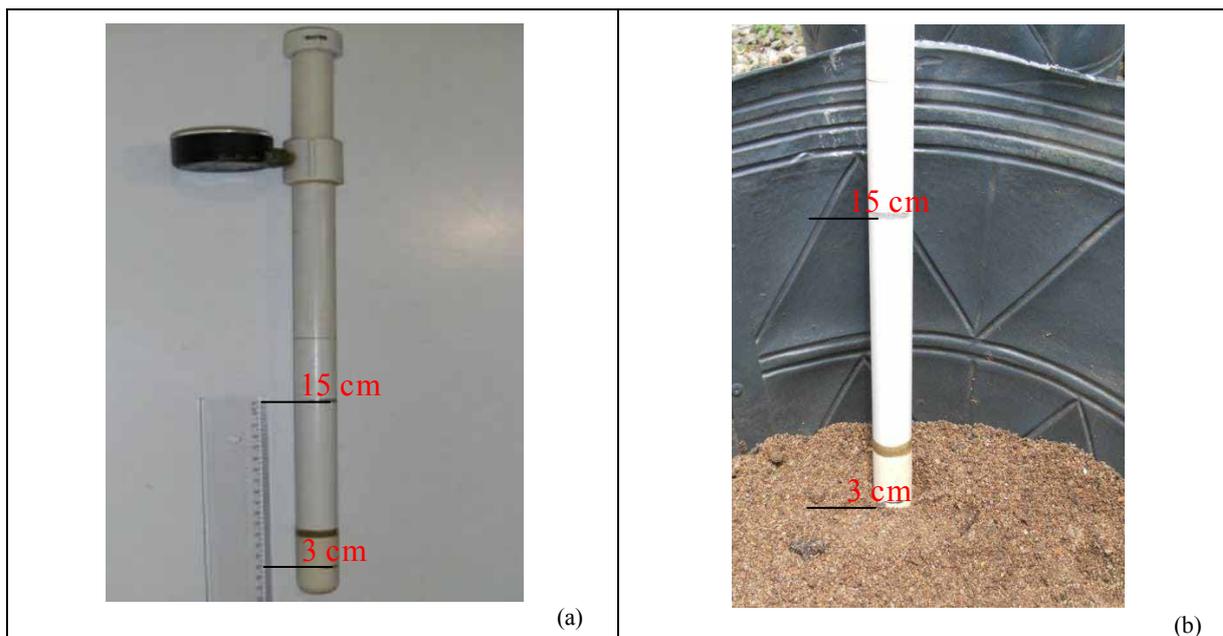
O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três níveis de tensões de água: 10, 30 e 60 kPa. Quando a tensão de água no solo chega a estes níveis, coloca-se água para que a tensão chegue a CC (10 kPa).

Para medir as tensões de 10 e 30 kPa foi utilizado o Irrigás Pro, sistema de manejo de irrigação, baseado na tensiometria a gás, desenvolvido pela Embrapa. Para a tensão de 60 kPa foram utilizados tensiômetros com vacuômetros. Ambos sensores foram instalados a 15 cm de profundidade, sendo esta medida feita a partir da metade das cápsulas porosas dos sensores (Figura 23 e 24).



**Figura 23:** Instalação do sensor do Irrigás Pro sendo instalado a 15 cm de profundidade no vaso, detalhe mostrando a metade da capsula porosa antes de ser enterrada (a); detalhe mostrado metade da cápsula porosa após ser enterrada (b).

Fonte: O Autor (2010).



**Figura 24:** Instalação do tensiômetro sendo instalado a 15 cm profundidade no vaso, detalhe mostrando as medidas utilizadas para auxiliar na instalação (a); detalhe mostrando a metade da cápsula porosa do tensiômetro após ser enterrada (b).

Fonte: O Autor (2010).

Para verificar as leituras do Irrigás Pro era utilizado o software LogChart II. Este programa permitia fazer a leitura online e também baixar os dados armazenados no Irrigás Pro. Além disso, foi instalado um sensor de temperatura dentro da estufa em que também utiliza o software LogChart II e tanto o sensor como o Irrigás Pro estavam programados para coletar os dados a cada 10 minutos. Os dados destes equipamentos eram transferidos via infra-vermelho para um notebook, sendo que a configuração destes é também feita via o infra-vermelho.

E para avaliar o desenvolvimento das plantas foi realizado a partir dos 30 dias após a emergência a avaliação da altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm), número de folhas e IAF conforme a metodologia proposta por SEVERINO et al. (2005).

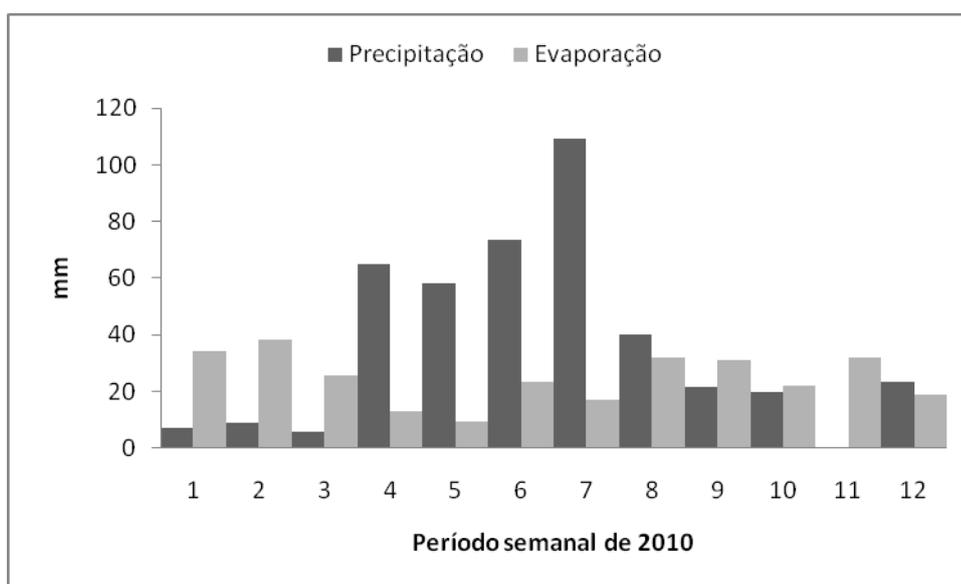
### c) *Resultados e Discussões*

As avaliações dos tensímetros a campo eram realizadas sempre nas primeiras horas do dia, porém em nenhum momento a umidade do solo atingiu as tensões determinadas no experimento (Tabela 2), devido a precipitações que ocorriam semanalmente aliados a baixas taxas de evaporação (Figura 25). Por este motivo as plantas de mamona não foram irrigadas a campo.

**Tabela 2:** Média das leituras dos tensímetros (cm Hg), cultivado com mamona, para o período de 28 de janeiro a 08 de março de 2010.

Repetições	Al Guarany 2002	Lara
T1 – 20 kPa	0,0455	0,1628
T2 – 40 kPa	0,0000	0,0000
T3 – 60 kPa	0,1860	0,3488
T4 – Testemunho	0,1628	0,2791

Fonte: O Autor (2010).



**Figura 25:** Somatório semanal da evaporação (Tanque Classe ‘A’) e da precipitação para o período de Janeiro, Fevereiro e Março de 2010.

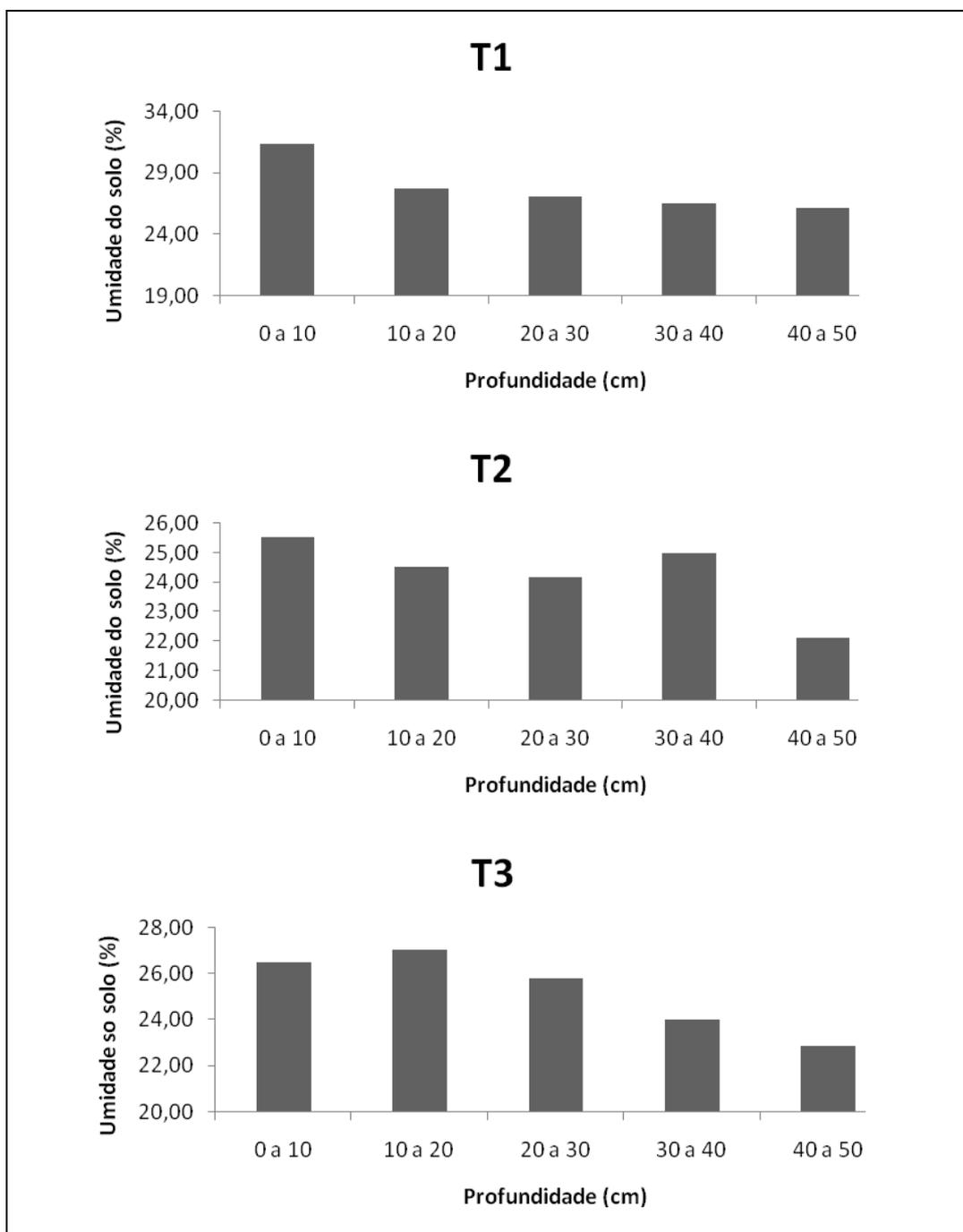
Fonte: O Autor (2010).

Portanto, devido a condições climáticas que não favoreceram a execução deste projeto optou-se pela implantação deste projeto em estufa. Para que neste ambiente protegido possa estudar a resposta do desenvolvimento da mamona a diferentes lâminas de irrigação.

No dia 24 de fevereiro de 2010 foi feita a coleta de plantas e das amostras do solo nos três níveis para verificar se as plantas plantadas da região mais baixa tiveram um desenvolvimento menos significativo em relação às da parte superior em função de o solo apresentar uma umidade diferente na região superior.

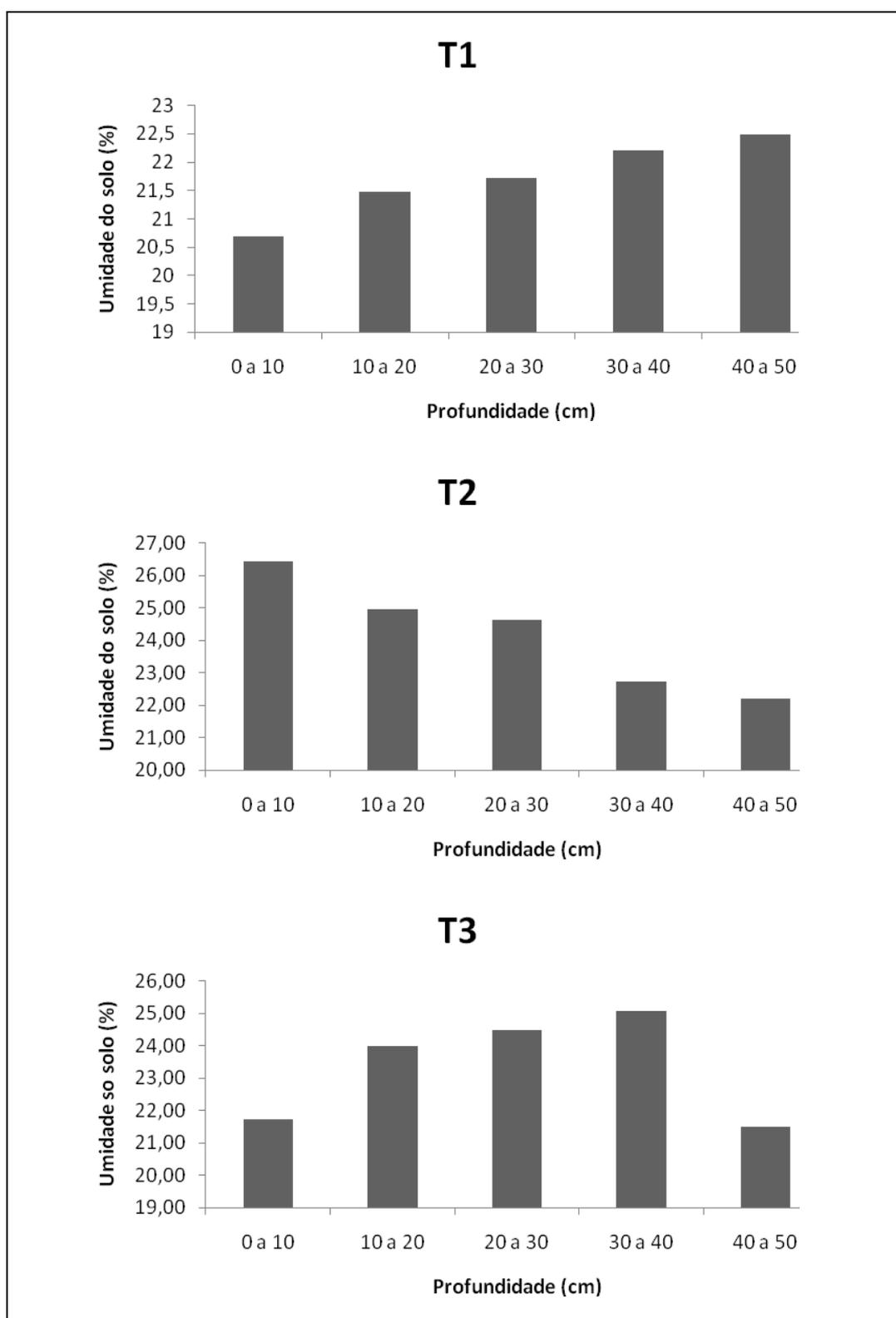
Porém, não foi encontrada nenhuma relação entre a umidade e a profundidade do solo que possa ter interferido no desenvolvimento das plantas para nenhuma das cultivares (Figura 26 e 27), pois os níveis de umidade encontrados não apresentam nenhuma relação com a profundidade e o nível da área. Sendo que os valores variaram de 20,91 a 31,38 % para a Al Guarany 2002 e 20,68 a 28,04 % para a Lara. E quanto ao desenvolvimento das plantas estes

dados ainda serão avaliados e comparados com uma nova avaliação que será realizada na colheita da cultura.



**Figura 26:** Relação da umidade (%) do solo para a camada de 0 – 50 cm, para a cultivar Al Guarany 2002 (T1: Região Superior da Área; T2 Região Mediana da Área e T3: Região Inferior da Área).

Fonte: O Autor (2010).



**Figura 27:** Relação da umidade (%) do solo para a camada de 0 – 50 cm, para a cultivar Lara (T1: Região Superior da Área; T2 Região Mediana da Área e T3: Região Inferior da Área).

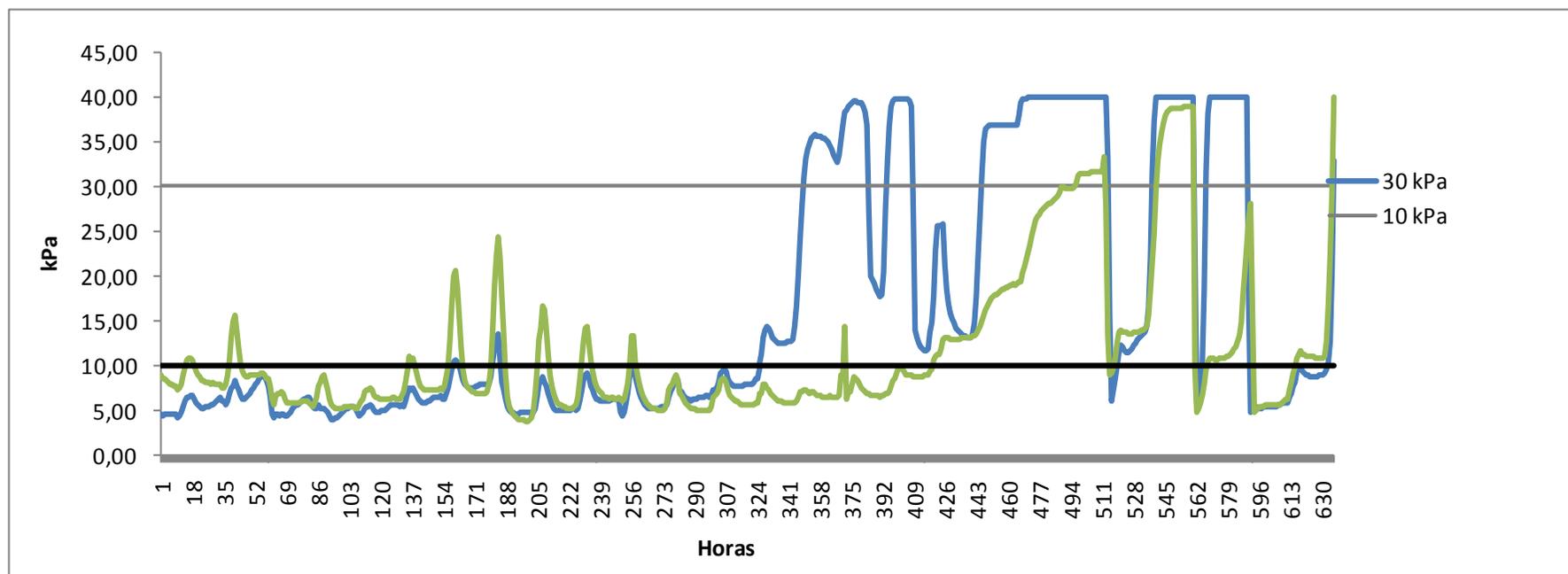
Fonte: O Autor (2010).

Já no experimento conduzido dentro da estufa a emergência das plantas (50 %) ocorreu no dia 19 de fevereiro para os tratamentos 10 e 30 kPa e no dia 21 de fevereiro para o tratamento 60 kPa. Sendo que no dia 5 de março foi feito o desbaste e replantio das plantas, deixando uma planta por vaso. E somente no dia 9 de março que se entrou com a água conforme as tensões da água no solo pré-determinados, assim, a partir deste momento foi sempre quantificado o quanto era colocado de água em cada vaso e quanto drenava.

Porém como o Irrigás Pro trabalha com a média de 4 vasos, assim tendo plantas de diferentes tamanhos, ficava complicado de deixar as plantas deste tratamentos sobre a mesma tensão de água. Além do que o Irrigás Pro sempre parava de responder toda vez em que a tensão de água no solo ultrapassa-se de 40 kPa, sendo este o limite das cápsulas utilizados (Figura 28). Assim, optou por colocar tensiômetros em todos os tratamentos, pois desta forma era possível calcular a exigência hídrica para cada planta por tratamento.

Mas através dos dados gerados pelo Irrigás Pro e comparados com os dados de temperatura foi possível observar que ambos tratamentos tiveram a mesma resposta diária ao consumo de água e que a resposta das plantas ao aumento da temperatura teve um aumento linear. E que o tratamento 10 kPa teve um maior consumo de água nas primeiras semanas do experimento, pois as plantas apresentavam um crescimento mais significativos em relação ao tratamento de 30 kPa.

Além disso, foi possível observar através da Tabela 3 que entre as 14 e as 16 horas era o momento em que ocorria a maior demanda de água pelas plantas dentro da estufa, sendo nesta hora em que ocorria a máxima temperatura registrada no interior da estufa.



**Figura 28:** Leituras das tensões dos vasos para os tratamentos T1 (10 kPa) e T2 (30 kPa) para o período de 23 de fevereiro a 15 março de 2010. Fonte: O Autor (2010).

**Tabela 3:** Média horária da temperatura máxima (°C) e umidade dos vasos cultivados com mamona dentro de uma estufa no município de Pelotas – RS, para o período de 22 de fevereiro a 21 de março de 2010.

<b>Hora</b>	<b>10 kPa</b>	<b>30 kPa</b>	<b>Temperatura</b>
0:00	11,5	8,2	21,3
1:00	10,7	8,2	21,0
2:00	10,7	8,2	20,8
3:00	10,6	8,2	20,5
4:00	10,6	8,2	20,4
5:00	10,7	8,2	20,2
6:00	10,6	8,2	20,0
7:00	10,7	8,2	19,7
8:00	11,0	8,3	22,0
9:00	11,8	8,7	27,6
10:00	12,9	9,3	32,7
11:00	14,5	10,5	36,0
12:00	15,5	10,4	38,0
13:00	16,1	11,5	39,1
14:00	17,2	12,6	39,4
15:00	18,0	13,6	40,0
16:00	18,1	13,7	39,4
17:00	17,6	13,1	35,3
18:00	17,3	12,4	33,0
19:00	16,9	11,7	28,3
20:00	16,6	11,2	23,9
21:00	16,4	10,9	22,5
22:00	16,3	10,7	21,9
23:00	16,2	10,7	21,3

Fonte: O Autor (2010).

No dia 19 de março foi realizada a primeira avaliação do desenvolvimento das plantas, sendo que até o dia 4 de maio tinham sido realizadas 5 avaliações, que serão realizadas semanalmente até o final do ciclo. Os dados gerados serão utilizados para comparar como foi o desenvolvimento das plantas conforme todo o ciclo da cultura em resposta as tensões de água.

### 4.2.3 *Insolação Efetiva na Cultura da Mamona*

#### a) *Introdução*

A energia solar é a principal fonte de energia para o ambiente terra e é responsável pelo processo da fotossíntese e, conseqüentemente, pela produção das plantas cultivadas. No setor agrícola, sua primordial função é dada pelas transformações bioquímicas nos vegetais, proporcionadas pelo número de horas de incidência de brilho solar nas culturas; além de determinar a época de floração e frutificação, influencia na cor, sabor odor das frutas, vegetais, etc (BORGES, 2002).

A mamoneira é considerada uma planta de dia longo. Entretanto, adapta-se as regiões de dias curtos, desde que haja pelo menos nove horas de luz solar. O desenvolvimento é favorecido sob condições de elevado brilho solar, com cerca de 12 horas de luz.dia<sup>1</sup> (BELTRÃO & SILVA, 1999). Dias longos conduzem a formação de flores femininas, enquanto dias curtos favorecem a emissão de flores masculinas (MOSHKIN, 1986).

As folhas são responsáveis diretas pela transformação da energia solar em energia química através da fotossíntese. A fração de luz interceptada é determinada pelo índice de área foliar (IAF) sendo a área total das folhas verdes pela área de solo (WATSON, 1947).

O desenvolvimento foliar durante o ciclo da cultura pode ser relacionado com o acúmulo de graus-dia e déficit hídrico (TERUEL et al., 1997), e para cada estágio da cultura existem valores distintos do IAF como verificado, além da variação espacial existente nos ambientes de produção.

Por isso este trabalho teve como objetivo avaliar a insolação efetiva para a cultura da mamona, cultivar Al Guarany, em diferentes períodos de desenvolvimento das plantas.

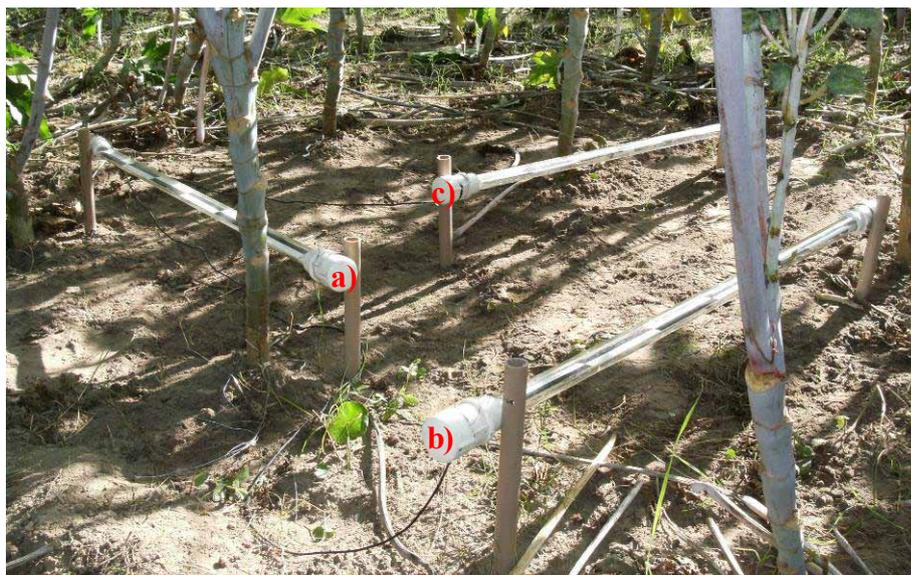
#### b) *Metodologia Desenvolvida*

O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Clima Temperado em Pelotas – RS. A cultivar utilizada foi a Al Guarany 2002 e o espaçamento utilizado foi 0,8 x 1,0 m dispostas no sentido leste/oeste. A semeadura foi realizada manualmente nos dias 15 de setembro, 10 de dezembro de 2009 e 6 de janeiro de 2010, utilizando-se três sementes por cova. Assim permitindo que no momento da avaliação fosse possível determinar a insolação efetiva em três fases distintas de desenvolvimento das plantas. Para a adubação e os demais

tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para o cultivo da mamona no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2007).

Para medir a insolação efetiva foi utilizado tubos solarímetros, sendo que um tubo foi colocado para medir a insolação incidente no sobre o dossel, utilizado como radiação solar incidente, que foi instalado em uma área limpa sem nenhuma planta em volta. E para medir a insolação transmitida foram colocados três tubos instalados ao nível do solo, nas três áreas (Figura 29):

1. *Sob a linha de cultivo*, visando registrar a insolação transmitida na linha de cultivo;
2. *Sob as entre linhas das plantas*, visando registrar a insolação transmitida nas entre linhas;
3. *Sob o centro da linha de cultivo paralela a ela*, visando registrar a insolação transmitida na copada da planta.



**Figura 29:** Tubos solarímetros instalados nas plantas de estatura média, sob a linha de cultivo (a), sob as entre linhas das plantas (b) e sob o centro da linha de cultivo paralela a ela (c).

Fonte: O Autor (2010).

Estes tubos ficaram a 10 cm do solo e no momento da instalação foi utilizado um nível para deixar os tubos nivelados. Estes tubos foram instalados dia 25 de março e ficaram até o dia 13 de abril de 2010. A fração RFA incidente e transmitida foram utilizadas para calcular interceptada pelo dossel (IRFA) seguinte expressão:

$$IRFA = \frac{(RFA_{IncidenteTopo} - RFA_{TransmitidaSolo})}{RFA_{IncidenteTopoDossel}}$$

e a fração da RFA transmitida pela expressão:  $TRFA = 1 - IRFA$ .

Para determinar IAF foi determinado a partir do produto da massa seca de lâminas foliares verdes ( $g/m^2$ ) pela área foliar específica ( $cm^2/g$  massa seca). Sendo que a área foliar específica foi determinada através da metodologia proposta por SEVERINO et al. (2005) através do programa Image Tool.

### c) *Resultados e Discussões*

Foram utilizados três Datallogger neste experimento, sendo um para cada tratamento, porém quando foi realizada a coleta de dados para o tratamento que correspondia às plantas pequenas este não apresentou nenhum dado registrado para todo o período em estudo. Assim, somente os dados gerados pelos os demais tratamentos tiveram seus dados registrados para o período, porém estes não irão atender o objetivo proposto pelo trabalho.

## 4.3 **Outras Atividades Desenvolvidas**

### 4.3.1 *Acompanhamento de Defesa*

Durante o período de realização do estágio foi possível participar de duas defesas do Programa de Pós-Graduação de UFPel, sendo elas:

*AValiação e Quantificação dos Componentes do Balanço Hídrico em Pomar de Pessegueiro, cv. Maciel, em plantas irrigadas e não irrigadas*, dissertação de mestrado, realizado no dia 12 de fevereiro de 2010, de autoria da Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>ã</sup>. Viviane Santos Silva Terra sobre a orientação do Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Luís Carlos Timm e co-orientação do Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Carlos Reisser Júnior.

*AValiação da Qualidade Físico-Hídrica de Solos Cultivados com Morango em TuruçU-RS*, qualificação de doutorado, realizado no dia 5 de março de

2010, de autoria do Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Adilson Luís Bamberg, sobre a orientação do Prof. Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Luís Carlos Timm.

Através da participação na forma de ouvinte e de poder auxiliar na condução de trabalhos, foi possível de participar ativamente de Programa de Pós-Graduação da UFPEL, bem como, ampliar o conhecimento através dos respectivos temas. Pois, desta forma foi possível vivenciar mais a pesquisa desenvolvida dentro de uma instituição de ensino com temas de trabalhos de Mestrado e Doutorado, e com isso ficar por dentro de temas atuais.

#### 4.3.2 *Participação em Reuniões/Eventos*

Foi realizada no mês de março uma reunião com todos os estagiários novos da Embrapa, visando esclarecer as dúvidas funcionamento da Embrapa e para dar as “Boas Vindas” a todos estagiários novos. Esta reunião foi muito produtiva pelo fato de saber quais atividades o estagiário está apto a fazer e também pelas orientações básicas em que foram passadas como: segurança do trabalho, bem estar na empresa, orientações sobre os recursos humanos e sobre a instituição de pesquisa – Embrapa Clima Temperado.

No dia 23 de abril de 2010 foi possível participar de uma palestra intitulada “*Sequestro de carbono e qualidade da matéria orgânica em agroecossistemas na Índia*”, sendo apresentada pelo Dr. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Amlan Kumar Ghosh, acadêmico do curso de Pós Doutorado de Universidade Federal de Viçosa – MG.

Além disso, foi possível participar do I Workshop de Controle Biológico para a Região de Clima Temperado - Controle Biológico e Desenvolvimento Sustentável, totalizando 18 horas. Sendo que este evento foi realizado nos dias 28 a 30 de abril de 2010 na Sede da Embrapa Clima Temperado (Figura 30).



**Figura 30:** Folder de divulgação do “I Workshop de Controle Biológico para a Região de Clima Temperado - Controle Biológico e Desenvolvimento Sustentável”.

Fonte: Embrapa (2010).

#### 4.3.3 *Elaboração de Resumos para Publicação em Congressos*

Durante a realização do estágio foi possível participar da elaboração de um resumo expandido para o IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas que aconteceu em João Pessoa – PA, nos dias 7 a 10 de junho de 2010 (Anexo II).

## 5 CONCLUSÕES

O estágio curricular supervisionado do Curso de Agronomia, realizado em uma instituição de pesquisa como a Embrapa Clima Temperado, dentro do Laboratório de Agrometeorologia, enfatizando estudos relacionados a solo – clima – planta, proporcionou a capacitação no desenvolvimento de atividades referentes a instalação e manejo da irrigação e da água, e a utilização de técnicas de cultivo. Além, do acompanhamento de projetos de pesquisas e das apresentações de trabalhos do programa de pós-graduação da UFPel, em que fizeram confirmar a vontade da realização de uma especialização nesta área. Assim, foi possível o acompanhamento de atividades do Laboratório de Agrometeorologia que proporcionou a vivência em um ambiente profissional de pesquisa em uma empresa referencia para todo o país.

A convivência com profissionais da área foi outro ponto importante a destacar, pois contribuiu de maneira inestimável para a formação profissional, visto que a rotina diária do estágio era acompanhada por eles e por acadêmicos (graduação e pós-graduação), permitindo que se tivesse a oportunidade de agregar conhecimento e experiências novas e atuais, mas com a prática e conhecimento dos profissionais da área.

Neste período de estágio, percebe-se que a vida acadêmica, vivenciada em quatro anos de graduação em Agronomia através da teoria, pôde ser aplicada na prática. Além disso, a experiência profissional adquirida através dos projetos de iniciação científica teve influência direta com o sucesso desta etapa curricular. Assim, o êxito do estágio esteve relacionado diretamente com aqueles professores que não foram apenas docentes na graduação e, sim, profissionais em que se importaram por promover uma formação profissional qualificada, adquirida dentro de atividades desenvolvidas na sala de aula e fora dela, através de pesquisa e extensão. Promovendo uma formação profissional de qualidade e consciente das necessidades do dia-a-dia, pois o engenheiro agrônomo do século XXI deve ser um profissional consciente das realidades do meio no qual está inserido e possuir habilidades de manter o equilíbrio entre a qualidade de vida e o trabalho. Isto foi possível através de uma formação com comprometimento social e ecológico, permitindo aprender com as experiências diárias, e através destas, saber identificar e resolver problemas, ser criativo e capaz de fazer uma análise crítica, atuando sempre com ética, tendo iniciativa e sendo capaz de trabalhar em equipe.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C. Os Múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu Cultivo no Brasil. In: **Fibras e Óleos**, n. 31, p. 7, Campina Grande, PB, 1999.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6 ed. Viçosa: UPF, Impr. Univ., 1995. 625p.

BORGES, P. F. **Crescimento, Desenvolvimento e Balanço de Radiação de Algodoeiro Herbáceo BR-201 em Condições Irrigadas**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campinas Grande, Campinas Grande - PB. 2002.

CALBO, A. G.; SILVA, W. L. C. **Sistema Irrigás para Manejo de Irrigação: Fundamentos, aplicações e desenvolvimentos**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 174 p.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (eds. Tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. p. 89-120.

CRUZ, A. C. R. Consumo de água por cultura de citros cultivada em latossolo vermelho amarelo. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003. 92p.

CRUZ, A. C. R.; LIBARDI, P. L.; ROCHA, G. C.; CARVALHO, L. A. Evapotranspiração real de uma cultura de laranja em produção num latossolo vermelho- amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 29, p. 659- 668, 2005.

DETOMINI, E. R. **Técnicas de avaliação de água no solo baseadas no uso de refletômetro no domínio de frequência-FDR**. Piracicaba: 2007. 49p.

EMBRAPA. Disponível em: [http://www.embrapa.br/a\\_embrapa/atuaacao](http://www.embrapa.br/a_embrapa/atuaacao). Acessado: 08/04/2010.

HENG, L. K.; CAYCI, G.; KUTUK, C.; ARRILLAGA, J. L. and MOUTONNET, P. Comparison of soil moisture sensors between nêutron probe, Diviner 2000 and TDR under tomato crops. Thailand: 17th WCSS, 14-21. 2002.

HIDALGO, J.; PASTOR, M.; HIDALGO, J. C. **Evaluacion de una sonda FDR para la estimación de la evolución del contenido de agua en el suelo y para el control de riegos en olivar**. Estudios de la sonda no saturada del suelo. 7: 171-175. 2003.

LEVITT, J. **Responses of plants to environment stress**. New York: Academic Press, 1972.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495p.

MADAIL, J. C. M.; REICHERT, L. J. Produção Mundial e Nacional. In: MEDEIROS, C. A. B., RASEIRA, M. C. B. Pêssego: Produção. Brasília: Embrapa Clima Temperado. 2003. p.10-17.

MARTINELLI, L.A.; FILOSO, S. Balance between food production, biodiversity and cosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. **Biota Neotrop**, n. 9, p. 021-025, 2009.

MAVI, H. S.; TUPPER, G. J. **Agrometeorology – Principles and application of climatr studies in agriculture**. New York: Food Products Press. 2004. 364p.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009.

MOSHKIN, V. A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). **Castor**. NewDelhi: Amerind. 1986. p. 54- 64.

MOTA, F. S.; AGENDES, M. O. O.; ALVES, E. G. P.; SIGNORINI, E.; ARAÚJO, S. M. B. Informação climatológica para planejamento da irrigação de fruteiras no Rio Grande do Sul. **Rev. Brasileira de Meteorologia**. v. 6, n.1, p.471-477, 1991.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, vol.15 no.43 São Paulo Sept./Dec. 2001.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba.: Livraria e Editora Agropecuária, 2002.

PEREIRA, A. R.; FERRAZ, E. S. B.; REICHARDT, K.; LIBARDI, P. L. Estimativa da evapotranspiração e da drenagem profunda em cafezais cultivados em solos podzolizados Lins e Marília. Piracicaba. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear Aplicada na Agricultura, 1974. 13p. (Boletim Científico, 14).

PETILLO, G. M. Effects of irrigation periods on citrus yield and fruit quality in Uruguay. **Proceedings of the Fifth International Microirrigation Congress**. Orlando, Florida, April. 2-6. p.492-496. 1995.

REISSER JÚNIOR, C. et al. Censo dos pomares de pessegueiro irrigados na região de Pelotas-RS. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. Frutas do Brasil: saúde para o mundo. 19, 2006, Cabo Frio. **Anais do...** Cabo Frio: SBF/UENF/UFRuralRJ, 2006. 557p.

SENTELHS, P. C.; MONTEIRO J. E. B. A. Informações para uma Agricultura Sustentável. **In.: Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009.

SENTEK PTY. **Diviner 2000**. Guia del usuário. Versión 1.0, 1999.

SENTEK. **Calibration of Sentek Pty Ltd soil Moisture Sensores**. Sentek Pty Ltd,. Stepney, Austrália, 2001.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SANTOS, J. W. dos. **Método para Determinação da Área Foliar da Mamoneira**, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 55, Embrapa Algodão. Campina Grande, 2005, 20p.

SILVA, S. D. A.; et al. **A cultura da mamona no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 115p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 11).

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.63-68, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed. 719p. 2004.

TERRA, V. S. S. **Avaliação e quantificação dos componentes do balanço hídrico em pomar de pessegueiro, cv. Maciel, em plantas irrigadas e não irrigadas**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. 2010, pag 82.

TERUEL, D. A.; BARBIERI, V.; FERRARO JUNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.esp., p.39-44, 1997.

VAN LIER, Q. J. Variabilidade dos parâmetros da equação que relaciona a condutividade hidráulica com a umidade do solo no método do perfil instantâneo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, n. 4, p. 1005-1014, 1999.

VIEIRA, L; PICULLI, M. F. J. **Meteorologia e Climatologia Agrícola**. Disponível em: <http://www.dea.uem.br/disciplinas/meteorologia/meteorologiaagricola.pdf>. Acessado: 03/04/2010.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford, v.11,p.41-76, 1947.

WREGE, M. S.; et al. 2007. **Zoneamento agroclimático para mamona no Rio Grande do Sul**. Acessado em: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento\\_192.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/documentos/documento_192.pdf)



## CONSUMO HÍDRICO DE PLANTAS DE MAMONA EM DIFERENTES NÍVEIS DE UMIDADE NO SOLO E SUA RELAÇÃO COM A RADIAÇÃO SOLAR

Marília Alves Brito Pinto<sup>1</sup>; Gabriel Franke Brixner<sup>2</sup>, Carlos Reisser Júnior<sup>2</sup>, Luis Carlos Timm<sup>3</sup>, Laurício Martini Madaloz<sup>2</sup>, Sérgio Delmar dos Anjos e Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UFPEL – RS, [ma.agro@gmail.com](mailto:ma.agro@gmail.com); <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado; <sup>3</sup>UFPEL –RS;

**RESUMO** – No processo fotossintético a radiação é de fundamental importância, parte da radiação solar absorvida pelas plantas vai ser utilizada na síntese de ligações químicas altamente energéticas e compostos de carbono reduzido, assim a radiação é responsável pelo processo da fotossíntese e, conseqüentemente, pela produção das plantas cultivadas. O processo de fotossíntese está relacionado à absorção e perda de água, a maioria da água perdida pela planta evapora à medida que o CO<sub>2</sub> necessário à fotossíntese é absorvido da atmosfera. Este trabalho desenvolvido em ambiente protegido teve por objetivo avaliar a relação entre o consumo de água de plantas de mamona da variedade Al Guarany 2002 e a radiação solar, em duas condições de umidade do solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de tensões de água no solo: 10 (T1) e 30 kPa (T2), monitorados pelo Irrigas Pro, sistema de manejo de irrigação, baseado na tensiometria a gás. O consumo de água das plantas apresentou alta correlação com os valores de radiação, sendo que o consumo das plantas do T1 foi superior, podendo a diminuição do consumo no T2 estar associado a um mecanismo da planta para diminuir o consumo em condições de menor oferta hídrica.

**Palavras-chave** – *Ricinus communis*, Tensão de água no solo, Evapotranspiração, Radiação Solar

### INTRODUÇÃO

A área de plantio da mamona no estado do Rio Grande do Sul tem crescido nos últimos anos, impulsionado pelo programa nacional de biodiesel, que estimulou a instalação de várias indústrias de óleo e biodiesel no Estado, as quais, dentre outras vantagens garantem o preço de compra do grão e oferecem assistência técnica aos produtores. Este cenário gerou uma grande demanda por informações técnicas a respeito desta cultura (SILVA, 2007).

A mamoneira é uma espécie heliófila, de morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C<sub>3</sub>, ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, (BELTRÃO et al., 2001).

A radiação solar atua diretamente sobre o desenvolvimento e o crescimento das plantas, e indiretamente pelos efeitos no regime térmico de qualquer sistema terrestre, assim como sobre a

evaporação de água pelas superfícies naturais. A transferência da água da superfície terrestre para a atmosfera, passando do estado líquido ao estado gasoso, processa-se através da evaporação direta, por transpiração das plantas e dos animais e por sublimação (PEREIRA et al., 2000).

No processo fotossintético a radiação é de fundamental importância, parte da radiação solar absorvida pelas plantas vai ser utilizada na síntese de ligações químicas altamente energéticas e compostos de carbono reduzido, assim a radiação é responsável pelo processo da fotossíntese e, conseqüentemente, pela produção das plantas cultivadas (JONES, 1992).

O processo de fotossíntese está relacionado à absorção e perda de água, a maioria da água perdida pela planta evapora à medida que o CO<sub>2</sub> necessário à fotossíntese é absorvido da atmosfera. Em um dia ensolarado, quente e seco, uma folha renova até 100% de sua água em apenas uma hora (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O potencial de água no qual a fotossíntese torna-se nula depende das características adaptativas da espécie, do tempo de exposição, da severidade do déficit de água, do estágio de desenvolvimento da planta e da possibilidade de aclimação ao estresse (LIU e DICKMANN, 1993).

A mamona é considerada como uma espécie tolerante à seca, no entanto sua produtividade pode ser maior que 1.500 Kg ha<sup>-1</sup> nas regiões com índice pluviométrico maior que 700 mm, está em torno de 500 Kg ha<sup>-1</sup> na região semi-árida do Nordeste sem uso de irrigação e pode chegar a 5.000 Kg ha<sup>-1</sup> quando irrigada (TAVORA, 1982; CARVALHO, 2005).

Este trabalho teve por objetivo verificar o consumo de água de plantas de mamona, em duas condições de umidade do solo, e sua resposta a radiação solar.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Embrapa Clima Temperado, situada em Pelotas – RS. As plantas de mamona da variedade Al Guarany 2002, foram cultivadas em estufa. A semeadura foi realizada em 8/02/2010, utilizaram-se vasos com capacidade de 30L, e o substrato constituiu-se da mistura de 40 % solo, 40% areia e 20 % de esterco bovino, sendo sua granulometria de 81,7 % areia, 10,3 % argila e 7,9 % silte. A adubação foi realizada de acordo com as indicações técnicas para o cultivo da mamona no Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2007). Os vasos foram colocados sobre uma bandeja para que fosse quantificado a drenagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de tensões de água no solo: 10 e 30 kPa, monitorados pelo Irrigás Pro, sistema de manejo de irrigação, baseado na tensiometria a gás. Os sensores do equipamento foram instalados em cada vaso, a uma profundidade de 0,15 m, sendo os valores de

tensão obtidos pelo aparelho, a média dos quatro vasos de cada tratamento. Quando a tensão de água no solo fosse superior a 10 kPa nos vasos do tratamento 1 ou igual a 30 kPa para os vasos do tratamento 2, colocava-se água para que a tensão chegasse a capacidade de campo (CC) estabelecida como 10 kPa. Devido a seu funcionamento estar condicionado a energia elétrica, quedas de energia resultam em erros de leitura, então os dados identificados como erros, foram excluídos. Para evitar a evaporação da água do solo os vasos foram fechados com papel alumínio.

Os dados de radiação foram coletados pela estação meteorológica da marca Davis Instruments instalada na Embrapa Clima Temperado, sendo que os valores obtidos foram diminuídos em 30 % devido às perdas ocasionadas pelo material de cobertura da estufa.

Os valores de armazenagem de água no solo foram obtidos com base na curva de retenção, pela seguinte equação:

$$\Delta ARM = \left[ \int_0^z (\theta_i \times dz) \right]_{dia(x)} - \left[ \int_0^z (\theta_i \times dz) \right]_{dia(x+1)}$$

em que:  $\Delta ARM$  = variação do armazenamento de água no solo (mm);

$\theta_i$  = umidade volumétrica média na camada ( $m^3 m^{-3}$ );

$dz$  = camada (mm);

$z$  = profundidade em estudo.

Os valores de consumo de água pela planta foram calculados com base na equação de balanço hídrico.

$$P + I \pm \Delta ARM - DP - ET = 0$$

em que:  $P$  = precipitação (mm);

$I$  = irrigação (mm);

$\Delta ARM$  = variação do armazenamento de água no solo (mm);

$DP$  = drenagem profunda (mm);

$ET$  = evapo(transpi)ração (mm).

A variável precipitação foi desconsiderada por conta do ambiente protegido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na figura 1 referem-se ao período entre 23/02/2010 e 20/03/2010, observa-se uma alta correlação entre a radiação e o consumo de água das plantas em ambos os tratamentos, este fato deve-se ao equilíbrio entre os potenciais de água na planta e no solo, o aumento de radiação eleva a atividade fotossintética e com isso a perda de água da planta por evaporação e

consequentemente o consumo de água do solo para que se mantenha o equilíbrio. A medida que as plantas absorvem água elas esgotam o solo de água junto às superfícies das raízes. Esse esgotamento reduz o potencial da água próximo à superfície radicular e estabelece um gradiente de pressão com as regiões vizinhas do solo que possuem valores maiores de potencial (TAIZ & ZEIGER, 2004) .

Na figura 2, tem-se os dados do dia 23/02/2010, 5 dias após emergência, pode-se observar que durante o dia o consumo de água pela planta comporta-se conforme a radiação, estando o pico do consumo nas horas de maior emissão de radiação entre 11 e 15 h, em ambos os tratamentos. No tratamento 1 onde existe maior oferta de água o consumo é maior, no entanto pelo tamanho das plantas, nesta data, esse deve-se provavelmente em sua maior parte a evaporação da água do solo pois os vasos ainda não estavam cobertos.

Em 20/03/2010, 30 dias após a germinação, observa-se (Figura 3) o mesmo comportamento do consumo quanto à radiação estando seus maiores valores associados aos horários de maior radiação, no entanto para os mesmos horários de alta radiação os valores do consumo do T1 são maiores que os valores de consumo do T2. Sendo nesta época o IAF médio das plantas do T1 é de 139 cm<sup>2</sup> e das plantas do T2 de 211 cm<sup>2</sup>, o fato do T2 apresentar um consumo menor mesmo com um IAF maior, pode estar associado a um mecanismo da planta para diminuir o consumo em condições de menor oferta hídrica.

## CONCLUSÃO

O consumo de água das plantas de mamona variou, igualmente, com as mudanças da radiação solar, nas condições de umidade referentes aos potenciais de 10 e 30 kPa.

A condição de umidade de 30 kPa pode proporcionar um maior período diário de estresse as plantas, mostrado pela redução da transpiração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, N. E. M.; et al. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. e LIMA, E. F (Eds.) **O Agronegócio da Mamona no Brasil**, Embrapa, Brasília. 2001

CARVALHO, B. C. L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65p. il.

JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2 ed. 1992. 428 p.

LIU, C.H.; DICKMANN, D.I. Responses of two hybrid clones to flooding, drought, and nitrogen availability. II. Gas exchange and water relations. **Canadian Journal of Botany** 71:927-938. 1993.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia Agrícola**. 3 ed. Piracicaba, 2000.

SILVA, S. D. dos A.; et al. **A cultura da mamona no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 115p. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 11).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722p.

TÁVORA, F.J.A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

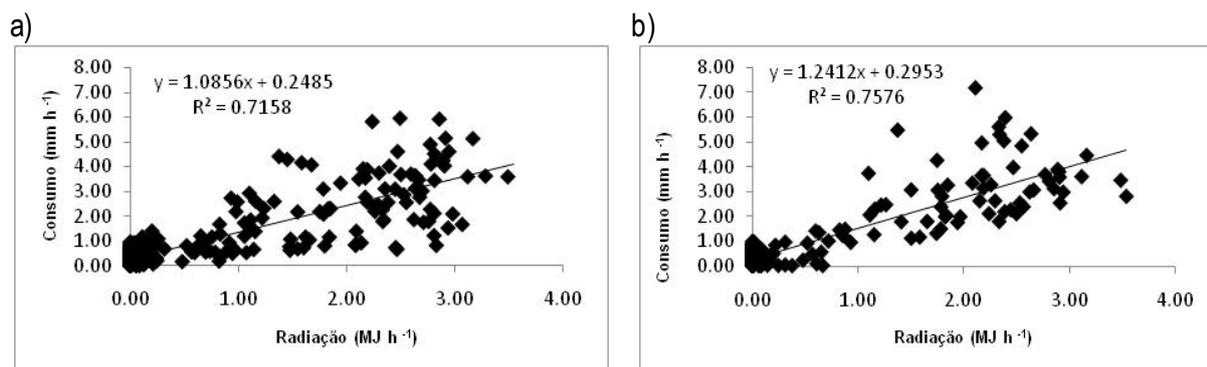


Figura 1 – Variação do consumo de água pela planta em relação a radiação solar nos tratamentos 1 (a) e 2 (b).

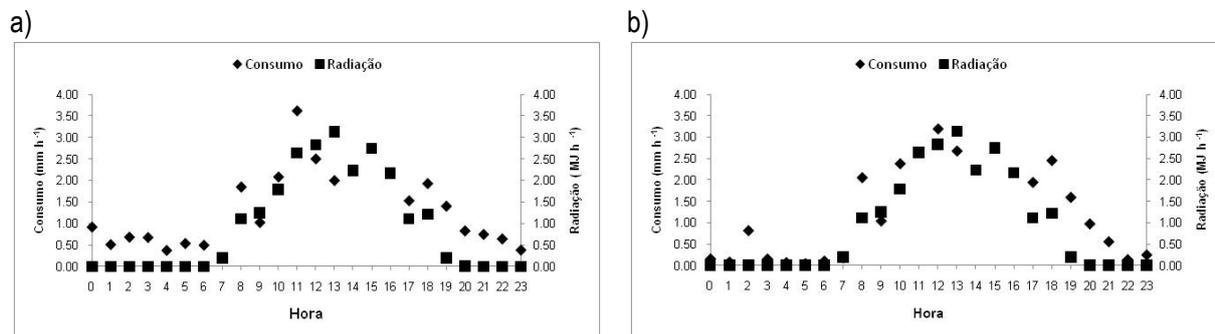


Figura 2 – Variação do consumo de água pela planta e da radiação solar no dia 23/02/2010, para os tratamentos 1 (a) e 2 (b)

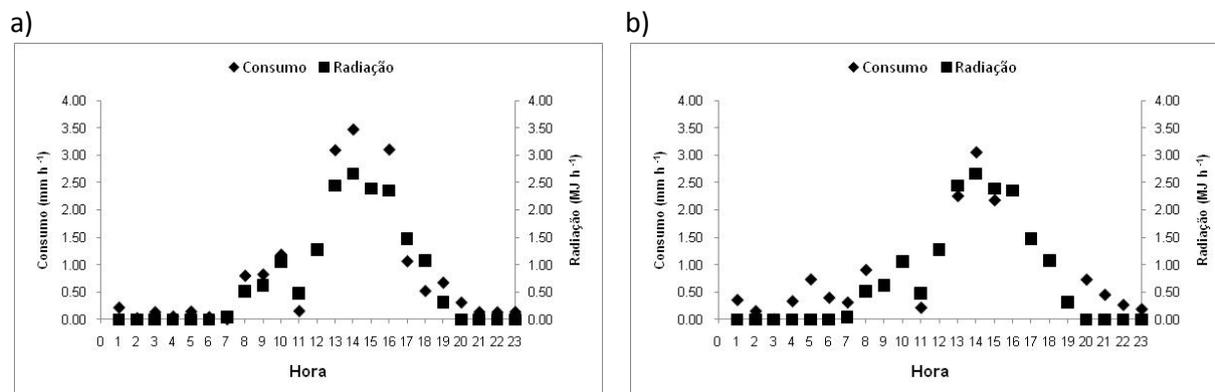


Figura 3 - Variação do consumo de água pela planta e da radiação solar no dia 20/03/2010, para os tratamentos 1 (a) e 2 (b).