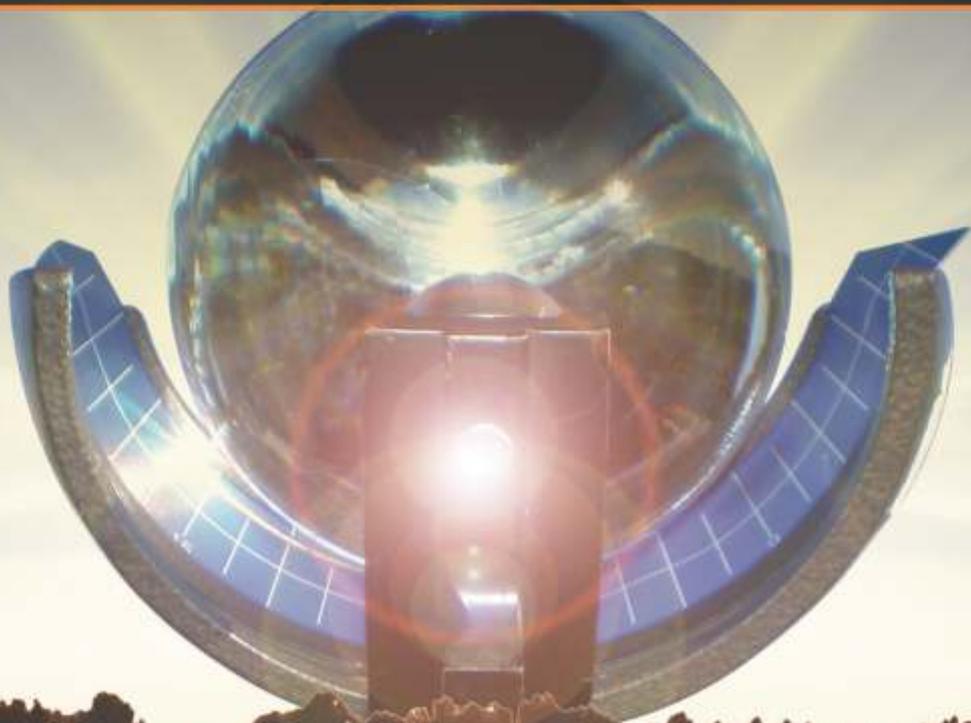


A agrometeorologia catarinense: estações convencionais



Empresa de Pesquisa Agropecuária
e Extensão Rural de Santa Catarina



**GOVERNO
DE SANTA
CATARINA**

Secretaria da Agricultura
e da Pesca



Governador do Estado
João Raimundo Colombo

Vice-Governador do Estado
Eduardo Pinho Moreira

Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca
Moacir Sopelsa

Presidente da Epagri
Luiz Ademir Hessmann

Diretores

Jorge Luiz Malburg
Administração e Finanças

Luiz Antonio Palladini
Ciência, Tecnologia e Inovação

Neiva Dalla Vecchia
Desenvolvimento Institucional

Paulo Roberto Lisboa Arruda
Extensão Rural





FAPESC

FUNDAÇÃO DE APOIO A PESQUISA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO
ESTADO DE SANTA CATARINA

ISSN 1414-5219

Junho/2015

DOCUMENTOS Nº 250

A agrometeorologia catarinense: estações convencionais

Hugo José Braga
Wilian da Silva Ricce
Cristina Pandolfo
Luis Hamilton Pospissil Garbossa
Angelo Mendes Massignam
Everton Blainski
Hamilton Justino Vieira



Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Florianópolis
2015

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa Postal 502
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Revisão textual: Laertes Rebelo
Diagramação: Victor Berretta
Capa: Rogério Pereira
Documentação: Ivete Teresinha Veit

Primeira edição: junho/2015
Tiragem: 300 exemplares
Impressão: Dioesc

Ficha catalográfica

BRAGA, H.J.; RICCE, W. do S.; PANDOLFO, C.; GARBOSA,
L.H.P.; MASSIGNAM, A.M.; BLAINSKI, E.; VIEIRA, H.J.
Agrometeorologia Catarinense: estações convencionais.
Florianópolis: Epagri, 2015. 86p. (Epagri. Documentos, 250).

Santa Catarina; Estação Meteorológica; Clima; Meteorologia

ISSN 1414-5219



AUTORES

Hugo José Braga

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC, (aposentado)
hugo.hjb@gmail.com

Wilian da Silva Ricce

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)3665-5150, wilianricce@epagri.sc.gov.br.

Cristina Pandolfo

Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)366-55134, cristina@epagri.sc.gov.br.

Luis Hamilton Pospissil Garbossa

Engenheiro Civil, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)3665-5162, luisgarbossa@epagri.sc.gov.br.

Angelo Mendes Massignam

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)3665-5128, massigna@epagri.sc.gov.br.

Everton Blainski

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)3665-5144, evertonblainski@epagri.sc.gov.br.

Hamilton Justino Vieira

Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Ciram, Florianópolis-SC,
(48)3665-5148, vieira@epagri.sc.gov.br.

APRESENTAÇÃO

É inegável a contribuição da Agrometeorologia para o desempenho da agropecuária catarinense, fundamentalmente a fruticultura, a olericultura e o cultivo de espécies básicas de nossa socioeconomia balizadas pelo zoneamento agrícola.

Este documento ressalta o esforço da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) direcionado para o desenvolvimento e a aplicação dos fundamentos dessa ciência em nosso território desde a década de 1970.

O posicionamento das sucessivas diretorias da Epagri contribuiu estrategicamente para o seu aperfeiçoamento. Os gestores da Empresa entenderam que o domínio dos processos que envolvem a interação tempo/clima/planta-animal/solo são fatores de sucesso para os empreendimentos da agropecuária.

Esse apoio fundamentou-se pela forte formação profissional da agrometeorologia de nossa instituição e está relacionado à instrumentalização dos processos necessários para desvendar e conhecer com profundidade o clima reinante nos diversos agroecossistemas existentes e suas relações com os processos produtivos da agricultura atual.

A implantação de inúmeros observatórios do clima, materializados em mais de 200 unidades espalhadas estrategicamente pelo estado catarinense, é a prova inequívoca do empenho da Epagri nesse sentido.

Este trabalho aborda exclusivamente as estações climatológicas e agrometeorológicas convencionais implantadas nas diferentes décadas passadas, bem como o funcionamento, os cuidados com a manutenção e a observação contínua, sem interrupção pela Epagri em Santa Catarina.

Embora o avanço tecnológico contemporâneo, centrado em equipamentos eletroeletrônicos, apresente inúmeras facilidades, a observação convencional ainda depende de profissionais observadores meteorológicos. O monitoramento de pragas e doenças, dos processos fenológicos e do comportamento dos animais é, portanto, indispensável nas diferentes escalas do clima (macro, meso e micro).

Várias razões tornam necessária a manutenção de estações convencionais representativas das principais regiões catarinenses. Além de verdadeiros observatórios do clima de nosso estado, elas são básicas para estudos das mudanças climáticas sentidas nos últimos tempos.

A Diretoria Executiva

PREFÁCIO

O monitoramento do ambiente tem se tornado uma necessidade crescente na sociedade. No setor produtivo, na pesquisa, na gestão e na defesa civil as principais decisões estão baseadas nos dados gerados. Nesse acompanhamento ambiental encontram-se as variáveis meteorológicas, o que é feito com o uso dos equipamentos que compõem uma estação meteorológica, a qual, por sua vez possui subdivisões dependendo do equipamento que utiliza.

O monitoramento é realizado em vários locais, formando a rede catarinense de monitoramento. Trata-se de um sistema que coleta dados em várias áreas, com abrangência local e regional. A rede fornece uma base de dados comparativa, tanto em relação ao próprio local abordado quanto em relação a outras regiões. O sistema de coleta de dados aumenta o conhecimento sobre uma determinada região ou estado, proporcionando aos gestores decisões mais acertadas para o planejamento e a previsão ambiental.

Informações imprecisas e incorretas, sem a periodicidade adequada, não contribuem para a gestão dos sistemas produtivos. Seja em nível estratégico, como as políticas e planos de governo, ou mesmo em nível operacional e administrativo (licenças, autorizações, fiscalização, controle etc.), as decisões precisam de uma base confiável. Com o objetivo de melhorar a qualidade e a quantidade de informações foi ampliado o número dos pontos de coleta.

A Epagri/Ciram gerencia mais de 200 estações meteorológicas com suas variações, distribuídas por todo o território catarinense. Grande parte dessas estações foram instaladas no quadriênio 2010-14. Esse número inclui 28 estações convencionais – 10 instaladas nas estações de pesquisa da Epagri e o restante em parceria com outras instituições.

A qualidade dos dados é importante para a análise e a criação de informação. Para tanto, além da instalação correta, é importante seguir o protocolo de coleta e ter o equipamento adequado para a precisão dos dados.

O interesse da comunidade nos dados do tempo tem levado muitas pessoas e instituições a instalar equipamentos de meteorologia. A análise das informações também é feita de maneira inadequada, o que gera muitas vezes dados imprecisos.

Visando contribuir para a instalação correta e a medição adequada dos dados, a Epagri/Ciram publica uma série de materiais sobre o tema. Este volume trata das estações convencionais, aquelas que operam sem transmissão automática de dados.

Os autores possuem larga experiência na área. Alguns deles são responsáveis pela criação e implementação de rede de estações implantada nos últimos 30 anos. Parte dessa experiência está a seguir, nas páginas desta publicação.

Edson Silva
Engenheiro-agrônomo, Dr.
Gerente Epagri/Ciram

SUMÁRIO

1 Introdução	11
2 Histórico da Agrometeorologia e das Estações Meteorológicas Convencionais em Santa Catarina	13
3 Estações meteorológicas	17
3.1 Padrões para instalação	21
4 Observação e funcionamento de instrumentos	25
4.1 Observação do Sol - Heliógrafo	25
4.2. Observação do Sol - Actinógrafo	28
4.3 Observação do Sol - Piranômetro	30
4.4 Observação de temperatura e umidade do ar - Abrigo Meteorológico	31
4.5. Observação de temperatura e umidade do ar - Termômetro de máxima	32
4.6 Observação de temperatura e umidade do ar - Termômetro de mínima	33
4.7 Observação de temperatura e umidade do ar - Psicrômetro	34
4.8 Observação de temperatura continua - Termógrafo	35
4.9 Observação de umidade do ar continua - Higrógrafo	36
4.10 Observação de chuva - Pluviômetro	37
4.11 Observação de chuva - Pluviógrafo	39
4.12 Observação de evaporação e evapotranspiração - Evaporímetro de Piché....	40
4.13 Observação de evaporação e evapotranspiração - Tanques de evaporação ..	41
4.14 Observação de evaporação e evapotranspiração - Evapotranspirômetro.....	42
4.15 Observação de orvalho - orvalhógrafo, aspergígrafo.....	44
4.16. Observação de temperatura do solo - Termômetro de solo ou geotermômetro	46
4.17 Observação de vento - Cata-vento	47
4.18 Observação de vento - Anemômetro	49
4.19 Observação de vento - Anemógrafo.....	50
4.20 Observação de pressão atmosférica - Barômetro de coluna de Mercúrio	51

4.21 Observação de pressão atmosférica - Barômetro metálico.....	52
4.22 Observação de nebulosidade	52
4.23. Observação de fenômenos diversos.....	53
5 Aplicação dos dados meteorológicos na agricultura catarinense.....	55
5.1 Zoneamento agroambiental	55
5.2 Climatologia e agrometeorologia	60
5.3 Softwares desenvolvidos com aplicações na agricultura.....	62
5.4 Coletâneas de cartas e mapas climatológicos	63
6 Considerações finais	65
7 Literatura citada	67
ANEXO I - Plantas.....	71
ANEXO II - Detalhes do abrigo meteorológico.....	73
ANEXO III - Publicações	75

1 Introdução

O clima é um dos fatores naturais da produção agropecuária que afeta a dinâmica de solos, plantas e animais. Além disso, influencia decisivamente na determinação dos limites dentro dos quais podem se desenvolver as distintas espécies. Com o conhecimento detalhado do clima e de suas interações com as espécies vegetais e animais, é possível proceder melhor a distribuição geográfica, a seleção, a escolha de épocas mais adequadas de plantio e a previsão de eventos prejudiciais às atividades agropecuárias. Estudos dessa natureza, realizados por meio de critérios agroclimáticos e agrometeorológicos em escalas meso e microclimáticas, aumentam a chance de êxito da introdução e da difusão de novos cultivos, espécies e raças de animais em novas regiões.

A agrometeorologia, também denominada meteorologia agrícola, é o ramo da meteorologia aplicada que investiga as respostas dos organismos vivos ao meio atmosférico. Ocupa-se de fatores meteorológicos e hidrológicos e suas influências sobre a agropecuária. O objetivo primário da agrometeorologia refere-se à abordagem prática na direção da integração dos ecossistemas agrícolas e recursos climáticos, por meio de pesquisa e desenvolvimento de programas para uma maior estabilidade e incremento da produção agropecuária. O assunto de estudo dessa ciência interdisciplinar é relacionado principalmente com as interações quantitativas entre o meio atmosférico e as respostas biológicas das espécies vegetais cultivadas e animais domésticos. Seu campo de estudo se estende desde os pontos mais profundos do solo, nos quais se desenvolvem as raízes das plantas, até a atmosfera, onde se desenvolvem os cultivos, as matas e os animais, destacando-se em níveis mais altos particularmente o traslado de pólen, sementes, esporos e insetos. A agrometeorologia é, sem dúvida, ampla e complexa, envolvendo considerações de biologia, meteorologia, física e economia.

Dessa forma, para se proceder estudos agrometeorológicos adequados, é essencial ter disponível diversas observações do meio físico, por meio das estações meteorológicas agrícolas e de elementos biológicos que incluam: temperatura e umidade do ar em diferentes níveis da baixa camada atmosférica (até 10m de altura); temperatura e umidade do solo em diferentes profundidades; movimento do ar na baixa camada da atmosfera; radiação e insolação; balanço de energia; hidrometeoros e outros fatores do balanço hídrico, como: orvalho, evaporação e evapotranspiração; observações fenológicas (interação dos seres vivos com elementos meteorológicos); crescimento e desenvolvimento de cultivos e animais; danos causados por insetos, doenças e poluição atmosférica.

Para a obtenção das variáveis atmosféricas (meio físico), tecnologias diversas são empregadas, envolvendo estações ou plataformas de coleta de dados que operam de forma analógica ou convencional, ou ainda de forma digital ou automáticas, com transmissão simultânea ou não (satélites, rádio, telefonia celular). Em relação às estações hidrometeorológicas automáticas, as recomendações técnicas para

instalação foram tratadas na publicação número 240 da série Documentos da Epagri (BLAINSKI et al., 2012).

Mesmo com o avanço da tecnologia baseada na eletrônica, com observações automatizadas e com transmissão simultânea via GPRS (tecnologia celular), satélites ambientais e de comunicação, redes com base em radio e internet, as estações agrometeorológicas e climatológicas convencionais ainda devem fazer parte do nosso cotidiano. Além de funcionarem como um sistema de segurança e garantia contra defeitos e panes dos instrumentos eletrônicos, elas permitem a manutenção de séries históricas de dados fundamentais para estudos do clima de longa duração, como **unidades de referência ou observatórios permanentes do meio físico da terra**.

Neste documento será dada ênfase às estações meteorológicas convencionais, seus instrumentos e particularidades e sua importância para o desenvolvimento da agrometeorologia catarinense. As recomendações apresentadas têm como base as seguintes publicações: Empasc (1986b) e manuais da Organização Mundial Meteorológica (World Meteorological Organization - WMO, 2012, 2013a e 2013b).

2 Histórico da Agrometeorologia e das Estações Meteorológicas Convencionais em Santa Catarina

Estudos relacionados à agrometeorologia em Santa Catarina iniciaram em meados da década de 1970 com a criação da Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A (Empasc), empresa pública (1975) cujos primeiros trabalhos foram direcionados para o planejamento da agricultura utilizando técnicas de zoneamento agroclimático das principais espécies de interesse econômico e social (EMPASC, 1978).

As primeiras culturas agrícolas estudadas e zoneadas em Santa Catarina foram: trigo, milho, arroz irrigado, feijão, soja, mandioca, cebola, maçã, pera europeia e asiática, pêssego, videira europeia e americana, no 1º Zoneamento Agroclimático de Santa Catarina realizado em 1978 (EMPASC, 1978) e no 2º Zoneamento em 1980 com mais nove culturas. Seguiu-se uma série de estudos regionais sobre outras culturas, caracterizações climáticas, por meio de balanço hídrico seriado, energia disponível para cultivos por meio de cálculo de somas térmicas, hora e unidades de frio para a regionalização das espécies e cultivares de fruteiras de clima temperado, estudos hidrológicos e bioclimáticos, entre outros.

Além dos desafios tecnológicos da abordagem da agrometeorologia em Santa Catarina e de suas implicações socioeconômicas no processo de adoção no meio produtivo rural, a melhoria e a ampliação da rede de estações meteorológicas agrícolas de superfície foram as grandes questões, dado ao número insuficiente de unidades disponíveis e em face da diversidade climática existente no território catarinense. As primeiras unidades de que se tem notícia e dados no Estado começaram a operar no início do século XX (1911), com fins climatológicos e meteorológicos.

As estações meteorológicas podem ser classificadas quanto à finalidade das observações em: sinópticas, aeronáuticas, climatológicas, meteorológicas agrícolas ou agrometeorológicas ou pluviométricas e fluviométricas. Quanto aos instrumentos requeridos pode ser classificadas em: climatológica principal, climatológica secundária (ordinária) e meteorológica agrícola ou agrometeorológica. E ainda quanto ao sistema de coleta de dados em convencionais e automáticas. O número de estações meteorológicas, meteorológicas agrícolas principais e secundárias era insignificante nos idos de 1960 e 1970, exigindo esforço extra dos agrometeorologistas da época para relacionarem adequadamente o clima com as espécies agrícolas e animais.

Assim, em meados de 1980, operavam 31 estações meteorológicas em Santa Catarina, sendo 15 unidades administradas pela Empasc (hoje Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri), das quais nove unidades meteorológicas agrícolas principais e seis secundárias. As demais unidades (16) pertenciam ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (9), Eletrosul/Empasc (1), Ministério Agricultura/Cidasc (1) e empresas particulares (5). Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA), antigo DNAEE, detinha à época uma rede observacional pluviométrica e fluviométrica para estudos e monitoramento de cheias em Santa

Catarina. O INMET foi a instituição parceira por excelência da Epagri, sendo suas unidades, em Santa Catarina, operadas em parceria. Todas essas estações tinham tecnologia convencional, analógica/mecânica, com instrumentos que necessitavam de observador treinado para a função. Grande impulso da Agrometeorologia e da rede observacional catarinense ocorreu ainda na década de 1980, com o Programa Operacional de Setor de Agrometeorologia da Empasc (1983/85) e depois com o Programa Estadual de Agrometeorologia (EMPASC, 1986).

A partir da década de 2000, iniciou-se a introdução de estações meteorológicas, agrometeorológicas e hidrológicas automáticas, diversificando e ampliando significativamente o número de unidades em solo catarinense, operadas principalmente pela Epagri, por meio do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram, 2014). A evolução das estações meteorológicas convencionais em Santa Catarina é apresentada na Figura 1.

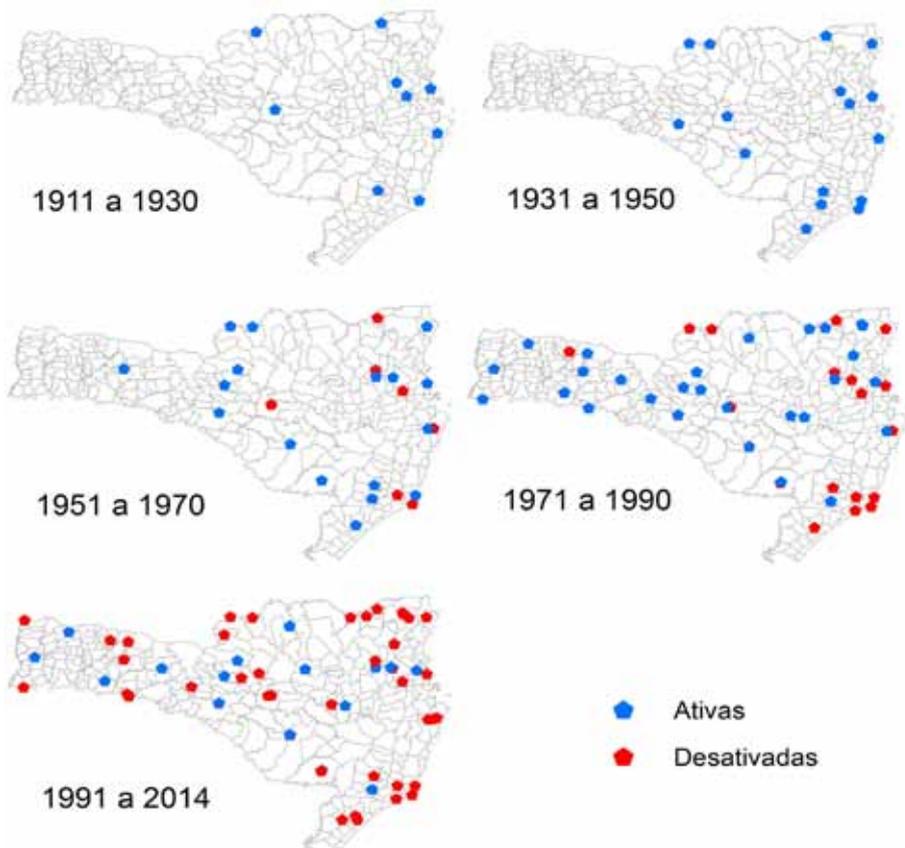


Figura 1. Estações climatológicas e agrícolas convencionais ativas e desativadas no estado de Santa Catarina de 1911 a 2014.

Em 2014, na Epagri/Ciram, 230 estações observam o espaço catarinense, incluindo estações meteorológicas, agrometeorológicas, hidrológicas (pluviométricas, fluviométricas), sendo 213 operando de forma automática e 17 convencionais. A maioria dessas unidades é operada diretamente pela Epagri/Ciram ou em parcerias com instituições públicas e privadas.

Embora atualmente o número de estações convencionais seja pequeno comparado com as automáticas, elas são fundamentais para a continuidade de séries históricas do território catarinense, básicas para o estudo do clima de longa duração e análise de mudanças climáticas globais apontadas pelo Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas (IPCC, 2014). Devem, portanto, ser mantidas como unidades de referência ou observatórios permanentes do meio físico de Santa Catarina.

Inúmeros estudos, trabalhos científicos e publicações foram e continuam sendo desenvolvidos desde a década de 1970, principalmente pela Epagri (sucessora da Empasc) no estado de Santa Catarina, envolvendo agrometeorologia, bioclimatologia, climatologia e a meteorologia. Essa questão é tratada com mais detalhes no Capítulo 5 desta publicação.

3 Estações meteorológicas

Define-se como estação meteorológica o sítio ou local onde se efetua a avaliação de um ou vários elementos meteorológicos, notadamente variáveis físicas da baixa atmosfera como temperatura do ar, umidade relativa, precipitação pluviométrica, insolação e radiação solar, velocidade e direção do vento. Quanto ao sistema de coleta de dados, as estações podem ser classificadas em:

- **Estações convencionais:** Exigem a presença diária do observador meteorológico para coleta de dados. Os instrumentos de uma estação convencional geralmente são aqueles de leitura direta, como termômetro e pluviômetro, ou com registro mecânico, como o actinógrafo, anemógrafo, termógrafo e higrógrafo.

- **Estações automáticas:** Realizam a coleta automática de dados, com sensores elétricos que permitem ser acoplados a um sistema de aquisição, armazenamento e transmissão de dados. Sua vantagem é que permitem a aquisição dos dados em espaços de tempo determinados, possibilitando efetuar a programação para registro em quaisquer intervalos.

Uma estação meteorológica convencional é composta de vários sensores analógicos que registram continuamente os elementos meteorológicos (temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade dos ventos, pressão atmosférica, evapotranspiração e duração do dia), que são lidos e anotados por um observador meteorológico a cada intervalo. As leituras devem ser feitas por pessoas treinadas, padronizadas no tempo, uniformes e ininterruptas. Em Santa Catarina, as leituras são feitas às 9, 15 e 21 horas, horário de Brasília, e correspondem a 12, 18 e 24h GMT (Tempo Médio de Greenwich).

As estações meteorológicas podem ser classificadas quanto à finalidade das observações em:

- **Estações sinóticas:** São ligadas aos sistemas nacional e mundial de previsão do tempo. O termo sinótico significa visto ao mesmo tempo. Por conseguinte, as estações dessa categoria devem realizar observações simultaneamente, em horários comuns, internacionalmente aceitas e baseadas no GMT, com observações em horários convencionados (12, 18 e 24h GMT). Essa é a condição que se impõe quando há necessidade de se comparar dados coletados em diferentes locais, procedimento indispensável à previsão do tempo. As medições realizadas são direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, chuva, pressão atmosférica, meteoros, granizo, visibilidade, nuvens, geadas entre outros.

- **Estações aeronáuticas:** São destinadas à coleta de dados necessários para o tráfego aéreo, sendo instaladas em aeroportos.

- **Estações climatológicas:** Têm por finalidade obter dados para determinar o clima de uma região, após um histórico de no mínimo 30 anos de observação. As medições realizadas são: direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, pressão atmosférica, nuvens, geadas, temperatura do solo, evapotranspiração, orvalho, evaporação, radiação solar e insolação. As leituras são realizadas às 9, 15 e 21h (local) e em algumas regiões até mesmo às 3 horas. De acordo com o Manual do Sistema Global de Observação (WMO, 2013b), uma rede de estações climatológicas é composta dos seguintes tipos de estações climatológicas: de referência, principais, ordinárias e para fins específicos, que em Santa Catarina são denominadas de pesquisa científica.

- **Estações meteorológicas agrícolas ou agrometeorológicas:** Têm por finalidade fornecer informações para estudar a influência do tempo e do clima (elementos físico-meteorológicos) sobre as culturas agrícolas e animais (elementos biológicos), além de realizar observações que determinam o crescimento e o desenvolvimento das espécies, a sanidade vegetal e o conforto animal. Podem conter sensores que não são encontrados em uma estação climatológica, como o de molhamento foliar, observações fenológicas, pragas e doenças e de umidade do solo. Segundo a WMO (2013b), as estações meteorológicas agrícolas podem ser subdivididas em: principal, ordinária, auxiliar e para propósitos específicos (pesquisa), diferindo fundamentalmente pelo número e complexidade instrumental.

- **Estações pluviométricas e fluviométricas:** São destinadas à coleta de dados de precipitação para manejo de recursos hídricos e dos níveis dos rios. Os dados da Agência Nacional de Águas (ANA), que representam o maior número de pluviômetros manuais e automáticos no País, têm intervalo de coleta que varia de 15 minutos a 1 hora. As leituras convencionais são realizadas, normalmente, às 7h, no horário de Brasília.

De modo geral, os instrumentos meteorológicos (variáveis físicas) usados nas estações de superfície podem ser classificados em: **instrumentos de leitura direta**, quando capazes de indicar o valor assumido pelo elemento meteorológico considerado, num determinado instante e **instrumentos registradores**, quando capazes de processar o registro contínuo dos valores assumidos pela variável meteorológica considerada num dado intervalo de tempo (normalmente 24h).

Classificação das estações meteorológicas convencionais quanto aos instrumentos requeridos:

- **Estação climatológica principal:** Em tal estação são realizadas observações horárias ou pelo menos três vezes ao dia, além das leituras efetuadas segundo dados registrados automaticamente (registradores). Compõem uma estação climatológica

principal os seguintes instrumentos: abrigo padrão grande, termômetro de máxima, termômetro de mínima, termômetro de mínima de relva, psicrômetro ventilado ou comum, pluviômetro, pluviógrafo, barômetro, cata-vento, anemômetro totalizador com ou sem registrador, evaporímetro de Piché, termógrafo, higrógrafo, heliógrafo, atlas de nuvens e termômetros de solo (5, 10, 20, 30 e 50 centímetros de profundidade). Além desses, podem contar com um ou mais dos seguintes instrumentos: pirógrafo ou actinógrafo (radiação solar), evapotranspirômetro (bateria de instrumentos), orvalhógrafo, tanque de evaporação classe “A” com acessórios e barógrafo.

- **Estação climatológica secundária (ordinária):** É a estação climatológica na qual se realizam observações pelo menos uma vez ao dia. Instrumentos mínimos: abrigo pequeno, termômetro de máxima, termômetro de mínima, termômetro de mínima de relva, evaporímetro de Piché e pluviômetro. A esse instrumental mínimo poderá ser acrescentado um ou mais dos seguintes instrumentos: psicrômetro, heliógrafo, pluviógrafo, anemômetro totalizador (2m), termohigrógrafo, tanque de evaporação classe “A” com acessórios e cata-vento tipo “Wild”.

- **Estação meteorológica agrícola ou agrometeorológica:** tal estação fornece dados meteorológicos e biológicos ou que possam contribuir para o entendimento do inter-relacionamento entre solo/planta/animal/tempo e/ou clima.

A observação dos elementos atmosféricos (físicos) e biológicos do meio ambiente é essencial na agrometeorologia. O planejamento agrometeorológico, as previsões e a pesquisa, sem os dados quantitativos, não poderão desempenhar adequadamente seu papel no tocante à assistência aos agricultores para que possam incrementar adequadamente a produção de alimentos e produtos agrícolas que a demanda mundial necessita.

Instrumentos mínimos: abrigo padrão, termômetro de máxima e de mínima, psicrômetro, evaporímetro de Piché, heliógrafo, anemômetro totalizador (2m) ou anemógrafo universal, cata-vento, pluviômetro, pluviógrafo, termógrafo, higrógrafo, tanque classe “A” com acessórios, actinógrafo ou pirógrafo, geotermômetros (5, 10, 20, 30 e 50 centímetros de profundidade), evapotranspirômetro (bateria) e termômetro de mínima de relva. Além desses instrumentos poderão contar com barômetro, radiômetro (balanço de energia), psicrômetros ventilados elétricos (perfil de umidade), orvalhógrafo e anemômetros elétricos (perfil de vento).

Elementos físicos do clima devem ser observados de forma a avaliar o potencial efetivo atual e o potencial produtivo das colheitas e a produção animal e definir se o ambiente é favorável ou não a perdas de produtos agrícolas. A agrometeorologia é relacionada com muitos aspectos do clima local ou regional e as causas de suas variações, por isso a realização de observação dos elementos do clima é uma

necessidade fundamental. Ela também é relacionada com todas as modificações do clima que podem ser introduzidas pelo homem no manejo da agricultura, criação de animais ou operações florestais. Tal manejo inclui determinações de tempo, extensão, métodos de cultivo e outras operações agrícolas (semeadura, plantio, colheita, tosquiadas, aplicação de inseticidas e herbicidas, aração e gradagens, irrigação e drenagem, reparo e construção de edificações para armazenagem e criação de animais), bem como os diferentes métodos de conservação, industrialização e transporte de produtos agrícolas.

Entre os elementos climáticos indispensáveis ao desenvolvimento da agrometeorologia, incluem-se mais ou menos todos aqueles pertinentes à geografia climatológica, especialmente aqueles que permitem interpretação de processos físicos de baixa atmosfera e camadas superiores do solo, os quais são climaticamente determinantes da biosfera local ou regional. Elementos relativos ao balanço de energia e de água são muito importantes, assim como outros relativos aos fenômenos, como umidade atmosférica e temperatura do ar em movimento. Além disso, certos elementos da atmosfera, contidos nas precipitações e no solo são também importantes na agrometeorologia, tais como CO_2 , SO_2 , materiais estes suspensos e dissolvidos nas precipitações e na salinidade dos solos.

Além das corretas observações do meio físico, as avaliações simultâneas de seus efeitos sobre os componentes da agricultura, como culturas, animais e árvores, individualmente ou sobre comunidades, são também um pré-requisito da meteorologia agrícola ou agrometeorologia. A rotina da observação fornecida pelas estações climatológicas e agrometeorológicas deve ser suplementada pela rotina das observações biológicas. Para melhores resultados essas observações devem ser comparadas com outras do ambiente físico, de representação mais extensa, padronizadas e precisas. As observações biológicas devem ser geralmente de natureza fenológica. A fenologia, portanto, tem a finalidade de relacionar as alterações e interações que os seres vivos sofrem ao longo da vida, periodicamente, em relação à manifestação dos fenômenos físico-meteorológicos em uma região.

Observações em macro, meso e microescala são todas necessárias na agrometeorologia. Monitoramentos em macroescala ou macroclimáticos abrangem grandes áreas ou regiões, tais como as compreendidas por uma bacia hidrográfica ou parte dela. Mesoescala visa apenas a um afluente, sub-bacia ou propriedade agrícola. Microescala (microclima) refere-se ao ambiente compreendido por uma cultura, entrelinha, ou mesmo à planta. No entanto, para parâmetros com pequena variação espacial (duração da insolação, por exemplo), observações em macroescala, normalmente são suficientes para propósitos agrícolas. As estações climatológicas, sinóticas e aeronáuticas atuam ao nível macroclimático. As agrometeorológicas concentram-se nos níveis meso e microclimáticos. Praticamente todas as observações de elementos meteorológicos tomadas sobre uma estação sinótica podem ser usadas na agricultura. De fato, é recomendável selecionar essas estações para fazer observações complementares de maior interesse específico da agricultura. Estações climatológicas e hidrológicas, as quais são mais representativas das áreas agrícolas

do que as estações sinóticas, fornecem informações (precipitações diárias, mensais, temperaturas extremas) bastante utilizadas para propósitos agrometeorológicos. Entretanto, assim como as redes de estações sinóticas, as estações climatológicas e hidrológicas são restritas em densidade ou em tipo de observação. Por isso é desejável que sejam representadas por estações agrometeorológicas. Tais estações são equipadas para fornecer observações meteorológicas e biológicas mais gerais e, normalmente, estão localizadas em estações experimentais, institutos ou centros de pesquisa para agricultura, horticultura, criações de animais, florestas e ciências do solo. Uma rede meteorológica ideal deve compreender todos os tipos de estações em observação, devendo representar todos os aspectos das variações de clima e solo e cada modalidade de agricultura, horticultura, criação animal e operações florestais existentes.

Novas possibilidades para a meteorologia agrícola são oferecidas com a disponibilidade de técnicas de sensoriamento remoto, o que torna possível a avaliação de alguns elementos climáticos e de biomassa sobre extensas áreas. Tais dados são usados para complementação de informações agrometeorológicas e para auxiliar na previsão e serviços de aviso para a agricultura.

3.1 Padrões para instalação

Segundo (WMO, 2013b), a rede de estações meteorológicas deve proporcionar uma representação satisfatória das características climáticas de todos os tipos de terreno no território. Cada estação meteorológica deve ser instalada em adequada e inalterada exposição, onde as observações podem ser feitas em condições representativas. Os arredores das estações não devem ser alterados com o tempo, de forma que não afete a homogeneidade da série de observações.

Em se tratando de estações meteorológicas agrícolas, a localização deve objetivar a representatividade das condições naturais e agrícolas da área. Nesse caso, é de toda conveniência reservar uma área cercada bem maior, em cujo centro deve ficar localizado o parque de instrumentos. As condições naturais do solo e da vegetação devem ser mantidas em toda a área. Essa área tampão deve evitar que alguns instrumentos sejam influenciados pelo estágio de desenvolvimento das culturas circunvizinhas e pelas práticas agrícolas nelas aplicadas, a menos que seja interessante medir as alterações no ambiente.

A área de abrangência e a representatividade de uma estação meteorológica variam em função de vários fatores que podem agir como interferentes, dependendo ainda da sua finalidade, se sinótica, climatológica, agrometeorológica principal, secundária ou ordinária. A WMO recomenda selecionar áreas que sejam representativas da região com espaçamento máximo de até 100km entre cada estação (WMO, 2013b). O distanciamento entre as estações meteorológicas pode variar em função das características geográficas da região e eventualmente em

função de considerações econômicas. Para estações agrometeorológicas, essa densidade dependerá do relevo, do detalhamento desejado e do tipo de estudo envolvido (macro, meso ou microclimático).

O local onde será instalado convenientemente um conjunto de instrumentos deve permitir que as condições meteorológicas ocorrentes no momento da observação sejam adequadamente representadas, logo algumas recomendações devem ser observadas:

- Construções e árvores devem ser evitadas, pois as perturbações ocasionadas por esses obstáculos podem impedir a livre circulação de ventos, interferindo na medição da velocidade e na direção do vento. A temperatura e a umidade relativa do ar também podem sofrer alterações. Ademais, a medida de radiação e precipitação pode sofrer sombreamento ou mesmo elevada exposição em situações onde os instrumentos estão próximos a áreas de reflexão.

- Evitar locais com solo impermeabilizado, pois ele afeta a medição de algumas variáveis meteorológicas devido à elevada amplitude térmica do ar. Deve ser priorizada a utilização de grama para cobertura da superfície.

- A área deve ser recoberta por grama ou vegetação local rasteira, representativa da região. Ademais, o solo não deve acumular água, tampouco a estação deve estar instalada ao lado de corpos d'água.

- O local de instalação deve apresentar relevo plano. Locais com declividade acentuada devem ser evitados, sobretudo em encostas voltadas para a direção predominante dos ventos. Devem ser evitados locais com instalações elétricas que possam produzir interferências eletromagnéticas, como fios de alta tensão e motores elétricos.

- A distância mínima recomendada em relação a obstáculos é de dez (10) vezes a altura deles. Por exemplo, se houver uma árvore com 10m de altura, a estação meteorológica deverá ser instalada a uma distância mínima de 100m.

- Selecionar local em que não estejam previstas obras ou usos da área que exijam deslocamentos da posição da estação em futuro próximo.

- Evitar instalações próximas a rodovias, especialmente por causa da poeira e da fumaça decorrentes do tráfego, bastante prejudiciais à maior parte dos instrumentos.

- A direção norte (Norte Verdadeiro – Geográfico) deve ser identificada para facilitar e padronizar a instalação e manutenção de instrumentos.

- O acesso deve ser restrito através de um cercado de instrumentos de 1,5m de altura, demarcado como um octógono de aproximadamente 300m². A distância entre o centro do octógono e cada uma das faces deverá ser de 10m. O único portão de acesso deve estar localizado na face sul da estação (hemisfério sul).

O cercado que delimita os instrumentos ou parque de instrumentos corresponde à área selecionada para instalação dos instrumentos meteorológicos que necessitam permanecer em campo aberto. A área de 300m² é utilizada por

ser suficiente para permitir a instalação correta dos instrumentos, bem como do abrigo meteorológico. A superfície do solo do cercado de instrumentos deve ser mantida preferencialmente coberta de relva (grama sempre verde) e, quando não for possível, a área do cercado deve ser mantida em condições naturais de solo e vegetação. Em todas as situações é recomendado manter a cobertura vegetal em altura não superior a 10cm, o que requer roçagem periódica.

As recomendações sobre a distribuição e o posicionamento dos instrumentos devem ser respeitadas para garantir a qualidade das medições realizadas pelos instrumentos. Essas recomendações têm por objetivo evitar que um instrumento interfira na medição do outro. Na porção norte devem ficar os instrumentos que não podem ser sombreados, como o heliógrafo, o actinógrafo, os geotermômetros, os tanques de evaporação, os pluviômetros e os evapotranspirômetros. Na porção central deve ser instalado o abrigo meteorológico, que deve ter a porta voltada para o sul. Na porção sul devem ser instalados os aparelhos mais altos, como, por exemplo, o anemômetro.

A Figura 2, a seguir, apresenta o modelo octogonal de estação meteorológica adotado pelo INMET e pela Epagri/Ciram em Santa Catarina.



Figura 2. Modelo octogonal de estação meteorológica adotado pela Epagri/Ciram na Estação Experimental de Itajaí, SC.

Próximo à estação existe normalmente um escritório, que pode ser um abrigo ou uma sala onde funciona a administração da estação que compreende o almoxarifado, o arquivo de dados, as tabelas de correções, os atlas de nuvens e uma pequena biblioteca. Nesse local são instalados o barômetro e o barógrafo (ou o microbarógrafo), protegidos da radiação solar direta e das correntes atmosféricas.

As plantas para construção do modelo octogonal com as medidas e localização dos instrumentos e do escritório estão no Anexo I.

A posição da estação, usando os sistemas geodésicos de referência SAD69 (South American Datum 1969) ou SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), deve ser registrada e as informações exigidas pela WMO são:

- a latitude em graus, minutos e segundos (como números inteiros);
- a longitude em graus, minutos e segundos (como números inteiros);
- a altitude da estação acima do nível médio do mar em metros (com duas casas decimais).

É importante destacar que as coordenadas são do ponto central da estação meteorológica, onde estão instalados os equipamentos meteorológicos.

A altitude da estação é definida como a altura acima do nível médio do mar até o solo onde o pluviômetro está fixado. Caso não exista um pluviômetro, a altitude pode ser referenciada à altura média dentro da área cercada, materializada através de um marco de concreto.

Para as estações meteorológicas que dispõem de sensor de pressão atmosférica, a altitude do sensor deve ser especificada como uma informação adicional, pois a pressão será referenciada à posição do sensor em relação a sua altitude relacionada ao nível do mar. Esta referência deve ser mantida para permitir a continuidade do monitoramento histórico da pressão.

Quanto às estações meteorológicas agrícolas, além das recomendações já expostas, devem ser consideradas a sua representatividade quanto às espécies agrícolas ou animais a serem correlacionadas em relação à fenologia, aos patógenos, pragas ou ao ambiental de criação envolvido, ficando mais concentradas em micro e mesoescalas (lavouras, propriedade agrícola, sub-bacias).

4 Observação e funcionamento de instrumentos

Seguem as descrições dos instrumentos, suas finalidades, como instalar, manutenção, conservação e os dados obtidos. Para cada instrumento, será indicada a unidade de medida utilizada nas observações meteorológicas segundo WMO (2012). Vale lembrar que para as leituras o horário permanece o real e não se leva em consideração o horário de verão.

4.1 Observação do Sol - Heliógrafo

- **Finalidade:** Determinação do número de horas de brilho solar durante o dia (insolação), nas quais os raios solares atingem diretamente a superfície da Terra, em um dado local. Unidade de medida = horas (h).

- **Descrição:** Compõe-se de uma perfeita esfera de cristal suspensa em suporte semicircular, tendo por baixo uma armação metálica em forma de concha, na qual existem seis ranhuras independentes e concêntricas onde são colocadas as tiras de papelão (Figura 3a).

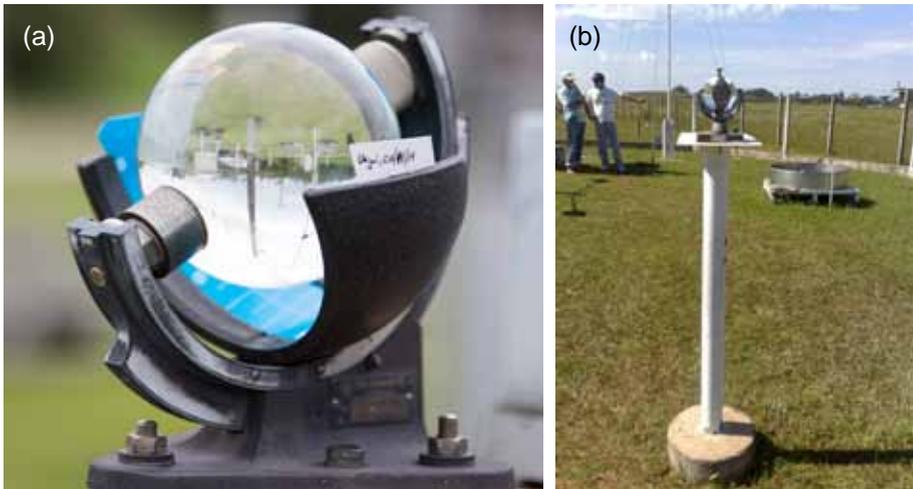


Figura 3. Heliógrafo (a) e instrumento instalado em suporte (b).

Os raios solares incidem através da esfera de cristal que funciona como uma lente, concentrando os raios solares sobre uma tira de papelão, queimando-a (fino traço). Tal tira é ajustada conforme a época do ano em um dos vãos da concha metálica, de modo que os raios solares a queimem progressivamente, desde que não haja nuvens capazes de interceptá-los. A posição do eixo da esfera pode ser alterada, adaptando o aparelho a qualquer latitude entre 0° e 70° . Acompanham o heliógrafo

três tipos de tiras (heliogramas): tiras curvas compridas que servem do meado de outubro até o fim de fevereiro (Figura 4a); tiras retas que servem do princípio de março até o meado de abril e do princípio de setembro até o meado de outubro (Figura 4b); tiras curvas curtas que servem do meado de abril até o fim de agosto (Figura 4c). Todas as tiras são divididas em horas e meias horas com indicações para os hemisférios norte e sul.

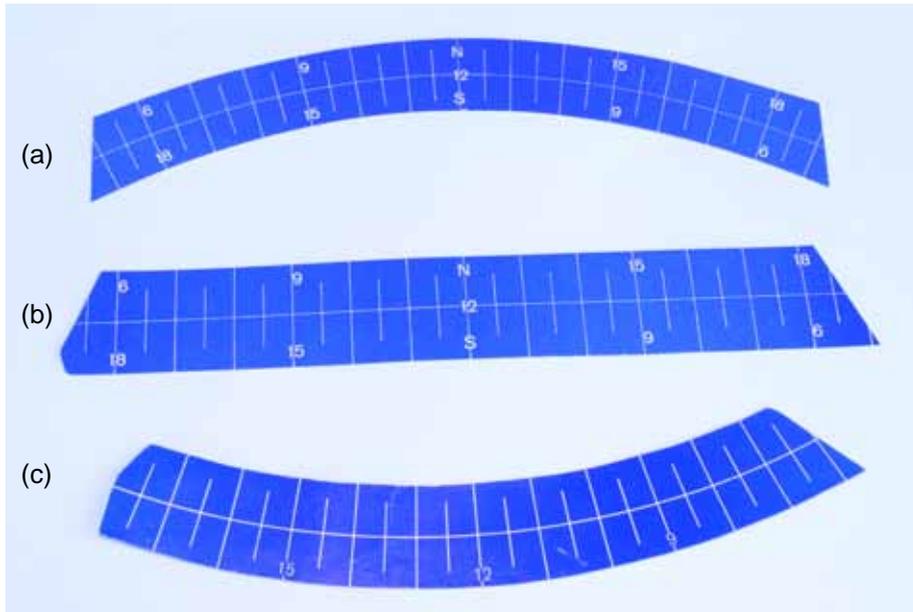


Figura 4. Heliogramas - tiras de papelão utilizadas no heliógrafo, conforme a época do ano: tiras curvas (a), tiras retas (b) e tiras curvas curtas (c).

● **Instalação:** O heliógrafo deve ficar colocado dentro do cercado junto aos demais aparelhos da estação, em posição tal que nenhum objeto próximo ou afastado possa fazer-lhe sombra. Os raios solares devem atingir o aparelho em qualquer época do ano, de modo que sua exposição deverá ser completamente livre nos limites do nascer e do ocaso do sol, no inverno e no verão. No Brasil esse limite varia conforme a latitude, mas de um modo geral pode-se estabelecer a obrigatoriedade de horizontes livres em todos os quadrantes, excetuada a parte que vai de SE a SW sobre o sul, zona que o sol jamais alcança. É importante observar na instalação do heliógrafo os obstáculos, como casas e árvores, para que não interceptem os raios solares. Quanto às grandes obstruções no horizonte, só deverão ser toleradas quando não houver melhor situação para toda a estação. Escolhido o local apropriado, o heliógrafo deve ser instalado sobre um suporte (metal ou alvenaria) a 1,50m do solo. O instrumento deve ser bem nivelado na sua base e suas faces laterais orientadas para N, S, L, W (Figura 3b).

Para que o aparelho indique o tempo total em que o brilho solar foi suficientemente intenso para carbonizar a tira, como também a hora aproximada de qualquer ponto de seu traçado, tornam-se necessários diversos ajustamentos:

Ajustamento de nível: Cumpre primeiramente averiguar se a face superior do suporte está rigorosamente nivelada em todos os sentidos. Coloca-se o aparelho sobre o suporte com o polo elevado orientado para o sul, ficando as ranhuras curtas para cima (nas estações ao norte do Equador o polo elevado ficará para o norte). O observador, em regra, recebe o heliógrafo com a esfera separada do suporte, mas se lhe chegar às mãos já montado, cumpre separar as duas peças para que se possa efetuar o nivelamento do aparelho. Somente será feito o nivelamento na direção E-W.

Ajustamento de concetricidade: Ao colocar a esfera entre as duas extremidades do suporte semicircular, cumpre procurar a posição central, de forma a ficar a sua superfície perfeitamente concêntrica com a concha. Falta de cuidado neste ajustamento produzirá a desfocalização dos raios solares, que vão ocasionar traços grosseiramente carbonizados, como falhas no registro.

Ajustamento de meridiano: Consiste em colocar os polos no aparelho na direção N-S. Nas localidades que possuem a hora média (local) mais ou menos certa, o ajustamento pode ser feito por intermédio de um relógio comum. A hora dada pelo heliógrafo é a hora solar verdadeira, que quase sempre difere um pouco da hora indicada pelo relógio comum. Essa diferença é chamada “equação do tempo” e é encontrada, para qualquer dia do ano, no Anuário do Observatório Nacional (ON, 2014). Nas estações que dispõem de hora local duvidosa, o observador recorrerá à tentativa e erro, experimentando o seu aparelho em diversos dias até conseguir um traço paralelo à linha central da tira. Cumpre notar que o desnivelamento na direção E-W e o desvio do meridiano produzem erros idênticos. Quando o erro persiste após um dos dois ajustamentos, recorre-se ao outro.

Ajustamento de latitude: É condição imprescindível que o eixo da esfera do heliógrafo fique paralelo ao eixo da terra. Para satisfazer esta condição é preciso conhecer a altura do polo, ou seja, a latitude local. Portanto, basta elevar o polo do aparelho (voltado para o sul no hemisfério sul) no mesmo ângulo da latitude local. O suporte semicircular do heliógrafo tem gravado em uma de suas faces os ângulos entre 0° e 70°, de forma que o ajustamento de latitude resume-se a coincidir a pequena seta do pedestal com o traço da graduação que representar a latitude na localidade. Se apesar de estar certo esse julgamento, o traçado não se desenvolver paralelamente sobre a tira, é sinal de que o aparelho se acha desnivelado na direção N-S ou então de que a latitude empregada é falsa. Em ambos os casos cumpre mover o eixo para outra posição que elimine a irregularidade. Para isso, basta desapertar os pequenos parafusos e correr todo o suporte.

● **Manejo:** A tira curva é colocada no vão mais curto, próximo ao polo elevado do aparelho. A tira reta deve ser inserida no vão central e a curva comprida no vão mais comprido, próximo ao polo inferior do aparelho. As tiras devem ser utilizadas de acordo com as especificações das épocas dadas na “descrição” do heliógrafo. Ao introduzir as tiras nas ranhuras, deve-se ter o cuidado de notar que os números 6 (ou

VI) e 9 (ou IX) fiquem sempre do lado oeste. A linha central 12 (ou XII) deve coincidir exatamente com o traço transversal gravado no fundo da concha.

A tira do heliógrafo deve ser substituída todos os dias e na última observação, às 21h. Logo após o nascer e pouco antes do ocaso do sol, ou quando este é coberto por nevoeiro ou por nuvens tênues, a tira é ligeiramente crestada e não queimada. Neste caso deve-se medir todo o traço visível, por mais leve que seja. Por outro lado, quando se dão, durante o dia, interrupções passageiras de insolação, o sol queima pequenos orifícios, ou furos alongados, orlados por bordas apenas tostadas, que não devem ser apreciadas. Frações assim pequenas não são consideradas no serviço meteorológico.

Após chuvas ou dia de grande umidade, torna-se muito difícil a remoção da tira queimada; nesse caso, para evitar que ela saia aos pedaços, convém passar encostado aos bordados das ranhuras a ponta de uma lâmina (estilete) bem afiada, cortando a tira em toda a extensão em ambos os lados. Retirada a tira, as ranhuras devem ser desobstruídas a fim de facilitar a introdução de outra que irá servir no dia seguinte. Por ocasião da chuva, é depositada no fundo da concha uma pequena quantidade de água que deverá ser removida na primeira oportunidade. As ranhuras da concha, assim como a esfera, devem ser mantidas perfeitamente limpas. As tiras devem ser guardadas convenientemente, empacotadas em ordem de data.

- **Conservação:** O heliógrafo deve ser conservado sempre limpo. Para isso, basta passar-lhe periodicamente, em todas as partes, um pincel de cabelo e um pano seco. As ranhuras devem ser limpas em toda a extensão para não tornar difícil a introdução das tiras. A esfera de vidro deve ser mantida sempre limpa e clara para que os raios solares, mesmo fracos, não sejam interceptados, mantendo os registros sem falhas.

- **Dados:** O número de horas de insolação (ou simplesmente insolação) é determinado diretamente a partir das fitas queimadas. Com base na insolação pode-se calcular outra grandeza bastante importante em cálculos de balanço de energia: a razão de insolação. A razão de insolação é o quociente entre o número real de horas de insolação (n) e o número máximo possível de horas de insolação do referido dia e local (N):

$$r = n/N$$

O número máximo possível de horas de insolação varia com a época do ano e a latitude do local, fornecido por equações astronômicas ou tabeladas.

4.2. Observação do Sol - Actinógrafo

- **Finalidade:** Determinação da quantidade de energia que atinge a unidade de superfície em determinado espaço de tempo, normalmente dada em $\text{cal.cm}^{-2} \text{min}^{-1}$ ou W.m^{-2} , caso a unidade de tempo seja em segundos (intensidade). É denominada de radiação solar global.

- **Descrição:** Constitui-se de elemento sensível à radiação solar, protegido por uma cúpula de vidro, que aciona um sistema de alavancas que determinam o registro da energia sobre uma faixa de papel colocada sobre um tambor acionado por mecanismo de relógio. O elemento sensível constitui-se de placas biométricas negras (corpo negro) e brancas que, devido à absorção diferencial da radiação solar, dilatam-se diferentemente (Figura 5). A dilatação é amplificada por sistemas de alavancas, sendo posteriormente registrada sobre o tambor, calibrado em $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, normalmente.



Figura 5. Actinógrafo Robitzsch-Fuess.

- **Instalação:** Deve ser instalado da mesma forma que o heliógrafo, sobre um suporte em nível e posição tais que nenhum objeto possa fazer-lhe sombra.

- **Manejo:** Troca-se diária ou semanalmente a faixa de papel registradora, sempre às 21h de preferência. O aparelho normalmente já vem calibrado da fábrica; caso seja necessária, uma nova calibração deverá ser feita por laboratório especializado. O ajuste do zero deve ser feito sempre que necessário. Semanalmente deve ser colocada tinta nova e pena. A cúpula de vidro deve ser conservada limpa. Dar corda no mecanismo do relógio.

- **Conservação:** A cúpula de vidro que protege o elemento sensível deve estar sempre limpa e seca, tanto externa como internamente. A pena deve ser mantida sempre com tinta e, quando não houver radiação solar, ela deve correr sobre o eixo representativo índice zero. Deve sofrer aferições periódicas.

- **Dados:** A partir do gráfico registrado é possível obter a energia em $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, em qualquer instante do dia, bem como o número de horas de insolação. Durante a noite, como não existe energia solar, o valor registrado deve ser zero. Durante o dia, o valor máximo de energia oscila entre 1 e $1,8\text{cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, dependendo da época do ano, em instrumentos que adotam esta unidade. Em dias completamente limpos, o gráfico assemelha-se a uma parábola.

Para se calcular o total de energia que atinge a unidade da área, determinar a energia média em $\text{cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, e multiplicá-la pelo intervalo de tempo (em minutos) em que houve insolação. Também pode ser usado o planímetro, ou outro processo de integração de área, por meio da relação área/energia previamente conhecida. Uma caloria = energia necessária para elevar em 1 grau centígrado a temperatura de um grama de água em qualquer instante do dia à pressão média ao nível do mar. A troca de fase de um grama de água a 20°C requer 585Kcal, conhecida como calor latente de evaporação.

4.3 Observação do Sol - Piranômetro

- **Finalidade:** Indicar com precisão a quantidade de energia solar que atinge uma área unitária na unidade de tempo. Unidade de medida = W.m^{-2} .

- **Descrição:** O piranômetro (Figura 6) consta de um suporte, onde se encontra o elemento sensível. O elemento sensível é protegido por uma cápsula de vidro neutro que deixa passar integralmente as ondas eletromagnéticas da faixa do espectro solar, compreendido entre 280 e 3.000 nanômetros. O elemento sensível consta de uma sucessão de termopares (ouro paladium no Piranômetro Eppley) e (cobre no Piranômetro "D.F.M.") ligados em série. Uma série de junções se situa na parte superior do suporte, e é pintada de negro fosco (negro de Person) e a outra série correspondente se situa na parte inferior isolada e pintada de branco brilhante.



Figura 6. Piranômetro utilizado na rede de estações meteorológicas da Epagri.

Pintada de negro fosco, a série de funções situadas na fase superior recebe a radiação solar global e alcança elevada temperatura. As funções da região inferior são as de baixa temperatura. Essa variação de temperatura entre os pares ocasiona uma diferença de potencial que fica maior quanto maior a diferença de temperatura. Essa diferença de potencial é medida por meio de um potenciômetro. Pode também ser medida, ampliada e registrada por um potenciômetro.

- **Instalação:** Deve ser instalado em local livre de qualquer anteparo à insolação e deve ser perfeitamente nivelado.

- **Manejo:** A cápsula de vidro que recobre o elemento sensível deve estar sempre seca e perfeitamente limpa.

- **Dados:** Na linha do gráfico fornecido, a informação é de valores instantâneos de radiação solar global. Na área compreendida pelo gráfico, temos os valores totais de radiação solar global no período considerado.

4.4 Observação de temperatura e umidade do ar - Abrigo Meteorológico

- **Finalidade:** Manter os instrumentos secos, livres da precipitação e insolação. A temperatura e a umidade do ar são medidas à sombra. Os instrumentos de medida de temperatura e umidade do ar, que veremos a seguir, são instalados dentro de um abrigo meteorológico para garantir leituras que sejam representativas das condições reinantes no exterior da estação meteorológica. As informações indicadas nos termômetros só podem ser representativas do ar circulante quando os instrumentos estiverem livres da ação de radiações estranhas, tais como as provenientes de superfícies pavimentadas. O abrigo meteorológico tem por finalidade manter os instrumentos secos, livres de precipitação e radiação direta.

- **Descrição:** O abrigo consiste de uma caixa de teto duplo, paredes e venezianas, devendo uma das quatro paredes abrir como porta e estar voltada para a direção sul (hemisfério sul). Essa construção permite a circulação livre do ar. O abrigo é feito de madeira e pintado de branco. Suas dimensões devem ser tais que nele caibam os termômetros de máxima e de mínima, o psicrômetro, o termógrafo, o higrógrafo e o evaporímetro. Os instrumentos devem ficar afastados das paredes. O abrigo é montado em terreno plano, coberto de grama rasteira, em área descampada, onde o ar pode circular livremente. A base do abrigo deve estar a uma altura de 1,20m do solo. O local deve ser de fácil acesso ao observador. Na Figura 7, modelo padrão de abrigo adotado pela Epagri/Ciram.

- **Instalação:** Terreno plano, coberto de grama rasteira. A base deve ficar a 1,20m da altura do solo. Deve ser nivelado sobre um cavalete ou pilar de alvenaria. Planta com instruções para construção de abrigo meteorológico no Anexo II.



Figura 7. Abrigo meteorológico padrão adotado pela Epagri/Ciram (a) e interior do abrigo meteorológico (b) com termômetro de máxima (1), termômetro de mínima (2), psicrômetro comum (3), termohigrógrafo (4) e evaporímetro de Piché (5).

4.5. Observação de temperatura e umidade do ar - Termômetro de máxima

- **Finalidade:** Determinar a temperatura máxima do ar à sombra de um dia. Unidade de medida = temperatura em graus Celsius (°C).

- **Descrição:** O termômetro de máxima nada mais é do que um termômetro clínico comum (Figura 8a) de maiores dimensões e precisão. O elemento sensível é um bulbo de vidro contendo mercúrio ligado a um tubo capilar que possui uma constricção nas proximidades da união do capilar e do bulbo. Com o aquecimento, o mercúrio dilata-se e expande-se pelo capilar. Cessada a ação do aquecimento, o mercúrio se retrai e tende a voltar para o bulbo devido à constricção da coluna de mercúrio, mas é interrompido. A coluna capilar acima dela permanece inalterada, registrando a expansão ou a temperatura máxima.

- **Instalação:** É colocado dentro do abrigo meteorológico padrão, geralmente em suporte duplo junto com o termômetro de mínima, em posição horizontal levemente inclinada com o bulbo para a parte inferior.

- **Manejo:** A leitura do termômetro de máxima é feita da mesma forma como se procede com qualquer termômetro. Depois de feita a leitura, obrigamos o mercúrio a voltar para o depósito com sucessivos movimentos de rotação do termômetro, ou pequenas batidas do bulbo na palma da mão.



Figura 8. Termômetro de máxima na parte superior do suporte (a) e termômetro de mínima na parte inferior (b).

- **Dados:** A temperatura máxima do ar se dá ao redor das 14h. Entretanto, com a ação de massas polares e frentes frias, a máxima do dia pode ocorrer em horário diferente. A leitura é feita às 21h do mesmo dia ou às 9h do dia seguinte, referindo-se, portanto, neste caso, ao dia anterior.

4.6 Observação de temperatura e umidade do ar - Termômetro de mínima

- **Finalidade:** Determinar a temperatura mínima do ar à sombra em um dia. Unidade de medida = temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

- **Descrição:** O termômetro de mínima é de proporções idênticas ao de máxima, mas difere dele fundamentalmente: seu líquido capilar é o álcool, dentro do qual existe um pequeno haltere de vidro (Figura 8b). Quando o álcool se dilata extravasa pelos lados do haltere, mantendo-o imóvel. Quando o álcool se retrai, devido a uma queda de temperatura, as tensões superficiais da interface do álcool e do ar dentro do capilar arrastam o haltere até que a temperatura mínima seja alcançada. Fica assim registrada a temperatura mínima.

- **Instalação:** O termômetro de mínima é colocado dentro do abrigo termométrico padrão na posição horizontal, levemente inclinado em suporte apropriado. Unidade de medida = temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

- **Manejo:** A leitura da temperatura mínima é feita na extremidade do haltere que se encontra oposta ao bulbo. Se a leitura for efetuada na extremidade do bulbo pode acarretar erros de até 2 a 3°C. Depois de feita a leitura, inclina-se o termômetro para o haltere e escorrega-se na direção do menisco de álcool, que assim fica novamente em condições de trabalho ao ser colocado no suporte.

- **Dados:** Como tipicamente a temperatura mínima se dá por volta do nascer do sol, faz-se a leitura do termômetro na observação das 9h. Entretanto, dependendo da entrada de frentes frias, a mínima do dia poderá ocorrer à noite. Por essa razão, recomenda-se efetuar a leitura dessa variável às 21h também. Deverá ser considerado como temperatura mínima do dia o menor valor observado nesses dois horários.

4.7 Observação de temperatura e umidade do ar - Psicômetro

- **Finalidades:** Determinar a temperatura do ar à sombra a qualquer instante (temperatura do termômetro de bulbo seco) e determinar a umidade do ar através das temperaturas fornecidas pelos dois termômetros (bulbo seco e úmido). Unidade de medida = temperatura em graus Celsius (°C); umidade relativa, em porcentagem (%).

- **Descrição:** O conjunto de dois termômetros, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido, é denominado de psicômetro. Trata-se de um conjunto de termômetros montados conforme a Figura 9. O termômetro de bulbo seco marca apenas a temperatura do ar instantaneamente. O outro termômetro tem o seu bulbo enrolado por um cadarço com a outra extremidade mergulhada em um reservatório contendo água, destilada de preferência. A água sobe pelo cadarço por capilaridade de tal modo que o bulbo do termômetro seja mantido constantemente úmido. Para evaporar, a água retira energia (Calor) do bulbo do termômetro fazendo reduzir a temperatura dele. A queda de temperatura desse termômetro será proporcional à demanda evaporativa. O termômetro úmido acusará temperatura sempre inferior à do termômetro seco ou ainda em dias extremamente úmidos (dias com neblina, por exemplo), os dois termômetros marcarão temperaturas semelhantes. Essa diferença de temperatura é denominada de **depressão psicométrica**. Também existe o psicômetro ventilado ou aspirado (Tipo Assmann), que proporciona um equilíbrio térmico instantâneo com melhor precisão na determinação da umidade relativa.



Figura 9. Psicômetro comum

- **Manejo:** A leitura das temperaturas é feita diretamente na escala graduada. É necessário verificar se o cadarço que envolve o bulbo do “termômetro úmido” está realmente úmido. O cadarço não deve ser muito denso (grosso) com risco de se determinar a temperatura da água do cadarço e não o resfriamento do bulbo em razão da evaporação.

- **Dados:** As leituras são feitas às 9, 15 e 21h. Para se encontrar o valor da umidade relativa percentual para aquele instante, consulta-se a tabela psicrométrica.

4.8 Observação contínua de temperatura - Termógrafo

- **Finalidade:** Registrar continuamente a temperatura do ar à sombra. Unidade de medida = temperatura (t) em graus Celsius (°C).

- **Descrição:** Constitui-se de um elemento sensível a variação de temperatura (placa metálica) que, ao aquecer-se, sofre dilatação proporcional ao aquecimento, transmitindo tal variação por um sistema de alavanca. Essa placa, por sua vez, registra a temperatura sobre uma faixa de papel colocada sobre um tambor, acionado por mecanismo de relógio. Existe o chamado termohigrógrafo, que determina e registra, simultaneamente, a temperatura e a umidade relativa. Portanto, estão acoplados o termógrafo e o higrógrafo em um único equipamento (Figura 10).

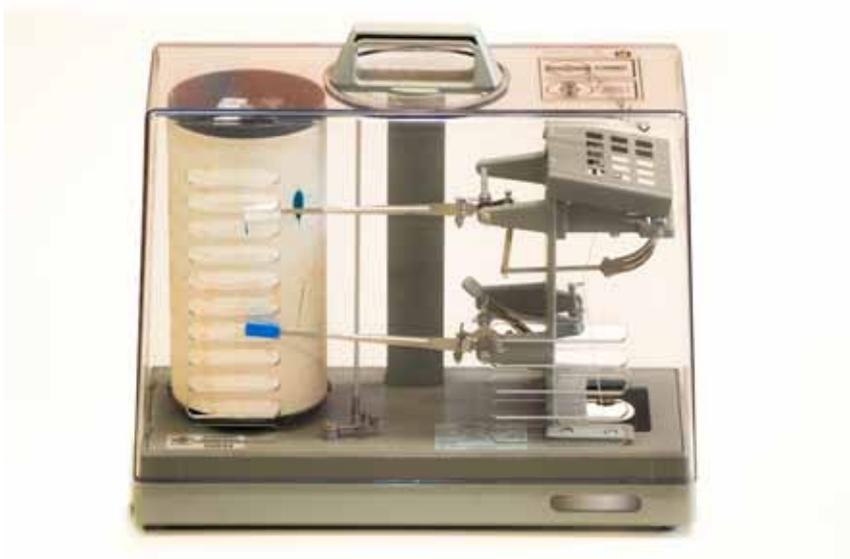


Figura 10. Termohigrógrafo.

- **Instalação:** É colocado dentro do abrigo meteorológico no nível.
- **Manejo:** Troca-se diariamente ou semanalmente, conforme o caso, a faixa de papel. Caso necessite de regulagem, deve-se regulá-lo comparando seus dados com os do termômetro de bulbo seco. Dar corda e colocar tinta.
- **Dados:** Registro contínuo de dados de temperatura do ar. Por ocasião das leituras efetuadas na estação, recomenda-se dar um toque preciso e leve sobre a haste da pena registradora para marcar a hora da leitura e, ao mesmo tempo verificar se a pena não está sofrendo restrição no deslocamento na direção vertical.

Cálculos de temperatura média do ar

É teoricamente a média das temperaturas observadas durante o dia e será tanto mais exata quanto maior for o número de leituras. Pela necessidade de um observador meteorológico, um número muito elevado de leituras nas estações convencionais é impraticável e, por isso, procurou-se resolver o problema em função das três leituras diárias comuns. Várias fórmulas para o cálculo da temperatura média do ar (tma) foram estudadas, tendo-se adotado a seguinte:

- **Padrão Americano:** $tma = \frac{t_{max} + t_{min}}{2} \pm C$
- **Serviço Meteorológico Estadual (SP):** $tma = \frac{t7 + t14 + 2t21}{4}$
- **Serviço Meteorológico Nacional - INMET/Brasil:** $tma = \frac{t9 + 2t21 + t_{max} + t_{min}}{5}$

em que:

C = correção própria de cada estação

tma = temperatura média do ar a sombra

tmax = temperatura máxima à sombra

tmin = temperatura mínima à sombra

t7 = temperatura do ar à sombra às 7 horas

t9 = temperatura do ar à sombra às 9 horas

t14 = temperatura do ar à sombra às 14 horas

t21 = temperatura do ar à sombra às 21 horas

Em Santa Catarina, a Epagri segue o mesmo padrão adotado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para estações climatológicas e agrometeorológicas principais.

4.9 Observação contínua de umidade do ar - Higrógrafo

- **Finalidade:** Registrar continuamente a umidade relativa do ar. Unidade de medida = umidade relativa (UR), em porcentagem (%).

- **Descrição:** Nesse aparelho a umidade relativa é correlacionada diretamente com a variação da tensão mecânica que sofre um feixe de cabelos (elemento biológico sensível) ao absorver ou perder umidade do ar. Essa variação de tensão mecânica é amplificada por um sistema de alavancas e registra diretamente a umidade relativa em papel adequado e acionado por mecanismo de relojoaria. A Figura 10 apresenta o higrógrafo acoplado com o termógrafo em um único equipamento.

- **Instalação:** É colocado dentro do abrigo meteorológico.

- **Manejo:** Troca-se diariamente ou semanalmente, conforme o caso, a faixa de papel. Dá-se corda e troca-se a tinta. Se houver necessidade de calibração, comparar os dados com os do psicrômetro e regulá-lo.

- **Dados:** Esse instrumento nos fornece diretamente a umidade relativa.

Cálculo de umidade relativa do ar

A umidade relativa (UR) pode também ser calculada pela expressão termodinâmica abaixo, quando se possui dados de psicrômetro, segundo Ometto (1981), Pereira et al. (2004), Pereira et al. (2007):

$$UR = \frac{[e' - s - V(t - t_u)]}{es}$$

em que:

$e'_s = 4,5825 \cdot 10^{7,5 \times t_u / (237,5 + t_u)}$, em mm Hg, tensão de saturação à temperatura do termômetro úmido (t_u)

$e_s = 4,5825 \cdot 10^{7,5 \times t / (237,5 + t)}$, em mm Hg, tensão de saturação à temperatura do termômetro seco (t)

V = constante psicrométrica, determinada por A e P , em mm Hg/°C

A = função do calor específico do ar úmido e do calor latente de condensação da água. Sendo igual a 0,0008/°C para psicrômetro comum e 0,00067/°C para aspirado

P = pressão atmosférica em mm Hg (estação meteorológica local);

t = temperatura do bulbo seco - °C

t_u = temperatura do bulbo úmido - °C

A diferença ($t - t_u$) também é chamada de depressão psicrométrica. Através das tabelas psicrométricas pode-se também determinar diretamente a umidade relativa, conhecendo-se t e t_u .

4.10 Observação de chuva - Pluviômetro

- **Finalidade:** Determinar a precipitação pluvial. Unidade de medida = milímetro (mm).

- **Descrição:** Um pluviômetro se constitui de um recipiente com certa área de captação (S), por meio da qual é coletado um volume (V) de água de chuva

(Figura 11). O mais comum é o chamado “Ville de Paris”. O recipiente possui formato cônico com área de captação e torneira na parte afunilada inferior. Há uma tela na parte superior para evitar que sujeiras (folhas) caiam na parte cônica, provocando entupimentos do equipamento.



Figura 11. Pluviômetro tipo Ville de Paris (em destaque).

A precipitação pluviométrica é medida por meio de uma altura de água (h) que é dada pela seguinte expressão: $h = V/S$.

Na prática costuma-se construir os pluviômetros com áreas de captação entre 200 e 500cm², para que a comparação de dados obtidos a partir de diferentes pluviômetros seja mais significativa. A unidade de precipitação pluviométrica é então o milímetro (mm) e significa a altura que a água ficaria sobre o solo, se esta não se infiltrasse, evaporasse e escorresse. 1 mm = 1 litro por m².

- **Instalação:** Dentro da estação meteorológica (cercado), o pluviômetro é colocado preso a um suporte (Figura 11) de tal modo que sua área de captação fique a 1,50m do solo e rigorosamente nivelada. O pluviômetro deve ficar em uma área plana, longe de grandes obstáculos que normalmente produzem turbulência no ar.

- **Manejo:** Após a chuva, retira-se a água do pluviômetro por intermédio do registro (torneira) localizado no fundo do equipamento. A água é, então, transferida para uma proveta.

- **Dados:** São coletados em provetas graduadas em milímetros (mm). Cada proveta acompanha um pluviômetro, pois foi calibrada para aquele instrumento. Nessas provetas leem-se diretamente os milímetros de chuva. Quando a proveta é graduada em centímetros ou milímetros, calcula-se a quantidade de chuva dividindo o volume pela área de coleta (pluviômetro).

4.11 Observação de chuva - Pluviógrafo

- **Finalidade:** Registrar continuamente a precipitação pluvial, dando informações sobre o total de chuva (mm) e sua intensidade (mm/h). Unidade de medida = precipitação (mm); intensidade de precipitação ($\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$).

- **Descrição:** Existem vários tipos de pluviógrafos de diferentes fabricantes. O de uso mais generalizado na rede meteorológica de Santa Catarina é o pluviógrafo de Hellmann Fuess (Figura 12b). O instrumento tem abertura superior de captação de 200cm^2 que descarrega a água da chuva em um depósito que contém uma boia. À medida que o depósito se enche de água, a boia se eleva, acionando uma pena que, em papel apropriado, registra a duração e o total acumulado de chuva. Como o depósito tem tamanho limitado, a cada 10mm de chuva um sifão providencia seu esgotamento.



Figura 12. Pluviógrafo modelo Hidrologia (a) e Hellmann Fuess(b).

- **Instalação:** É instalado sobre uma base de cimento. Demais cuidados são idênticos ao dispensado ao pluviômetro.
- **Manejo:** Troca diária do papel, esgotamento da água após a chuva. Dá-se corda, troca-se a pena e coloca-se tinta.
- **Dados:** Os dados são registrados em gráfico.

4.12 Observação de evaporação e evapotranspiração - Evaporímetro de Piché

- **Finalidade:** Determina o poder evaporante do ar à sombra. Unidade de medida = milímetro (mm).
- **Descrição:** Consta de um tubo de vidro de 35cm de altura e 1,5cm de diâmetro externo. Graduado em 30mm com divisões a cada 0,2cm. A extremidade inferior do tubo apresenta uma extremidade fechada, denominada olhal, que tem por finalidade pendurar o instrumento. A extremidade inferior é aberta e contém um anel metálico com presilhas que, por sua vez, fixam um disco de papel de filtro absorvente com espessura de 30mm e 0,5mm de diâmetro na base do tubo e que fica continuamente em contato com a água. No tubo existe uma escala que, em relação ao papel padrão, fornece leitura diretamente em mm (Figura 13).

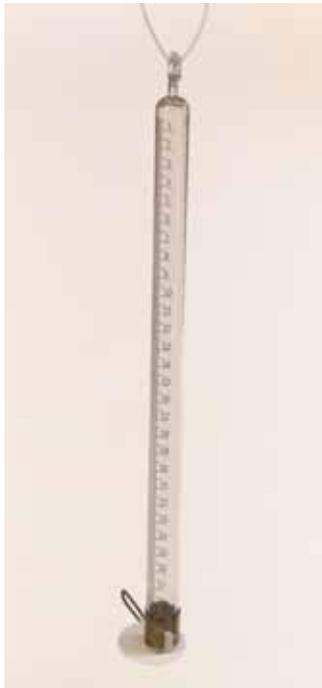


Figura 13. Evaporímetro de Piché.

- **Instalação:** É instalado dentro do abrigo meteorológico.
- **Manejo:** O papel deve estar sempre livre de impureza, e ser trocado periodicamente.
- **Dados:** Leitura direta em mm, a evaporação medida não leva em consideração os valores de radiação solar. A evaporação é sensível à velocidade do vento e mantém relação inversa com a umidade relativa do ar, não apresentando nenhuma relação com a evapotranspiração.

4.13 Observação de evaporação e evapotranspiração - Tanques de evaporação

● **Finalidade:** Determinar a perda de água por evaporação de uma superfície livre de água em um período qualquer. Unidade de medida = mm.

● **Descrição:** O tanque mais comumente utilizado é o tipo “Classe A”. Tem formato cilíndrico, com diâmetro de 120cm e altura de 25cm, construído com chapa galvanizada número 22, cheio de água (Figura 14a). É constituído por um poço tranquilizador nivelado, onde se faz a leitura com aparelho chamado micrômetro de gancho. Em casos especiais deve-se colocar tela de arame hexagonal para evitar entrada de galhos, folhas e pássaros. Nesse caso deve-se fazer a correção da leitura. Outro tanque deve estar junto a fim de servir de depósito de água. No tanque principal deve-se ter um termômetro de máxima e mínima flutuando sobre a água. Torna-se necessário um anemômetro para medir a velocidade do vento.



Figura 14. Tanque de evaporação “classe A” (a) e parafuso micrométrico (b) usados para leituras.

- **Instalação:** O tanque de evaporação é instalado sobre um estrado de madeira pintado de branco que, por sua vez, é assentado sobre caibros (estrado) nivelados com vãos cheios de terra sobre o gramado em terreno plano. Para evitar a penetração de objetos estranhos no tanque (folhas e galhos) e para que animais não tenham acesso, o tanque é coberto por uma tela de arame.

- **Manejo:** O nível de água no tanque deve ser mantido entre 3 e 8cm do bordo superior. A leitura do nível é feita por intermédio de uma boia ou por intermédio de um parafuso micrométrico (Figura 14b). O micrômetro tem precisão de 0,01 a 0,02mm. O nível de medida permitida é 7,5cm a partir da borda superior, ou seja, a cada 25mm de evaporação deve-se reabastecer de água o tanque.

- **Dados:** As leituras obtidas através de tanques de evaporação devem ser corrigidas porque a perda de água por evaporação é maior que a perda de água de uma “superfície de água infinita”. As causas básicas que atuam no processo evaporativo seriam a temperatura e a umidade do ar atmosférico, a velocidade do deslocamento do ar advectivo e a radiação solar que aquece a superfície. Para o tanque de “Classe A”, em termos médios anuais, em nossas condições, verificou-se que: Evaporação real (ER) = 0,72 * Evaporação medida (ETA). Para Piracicaba, SP, Ometto (1981) encontrou um valor médio anual para $f = 0,77$. O fator “f” varia de acordo com a época do ano e o local.

4.14 Observação de evaporação e evapotranspiração - Evapotranspirômetro

- **Finalidade:** Determinar a evapotranspiração potencial ou de referência de um solo gramado em dado intervalo de tempo. Unidade de medida = mm.

- **Descrição:** Thornthwaite (1942, 1955), nas experimentações que realizou para o estudo da evapotranspiração potencial ETp, imaginou e construiu um aparelho ao qual deu o nome de evapotranspirômetro (lisímetro, também denominado por outros). Suas primeiras instalações foram complicadas e dispendiosas, porém serviram de base para as inovações que realizou mais tarde. Diversas modificações têm sido introduzidas nos evapotranspirômetros originais a fim de se obter resultados cada vez mais satisfatórios. A ETp, conforme postulada por C.W. Thornthwaite, utilizou esse termo para expressar a ocorrência simultânea dos processos de transpiração e evaporação de um extenso gramado (superfície padrão da Estação Meteorológica), sem restrição hídrica e, em crescimento ativo, também adotado por Penman (1948). Já Doorembos & Pruitt (1977) definiram a ETp como a evapotranspiração de referência (ETo) que ocorre em uma extensa área de grama com altura entre 0,08 e 0,15m, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e sem deficiência hídrica. Semelhante, portanto, à definição original de Thornthwaite.

A determinação da ETp ou ETo é fundamental, pois pode ser utilizada para estimar a evapotranspiração de cultura agrícola (ETc) ou a sua máxima (ETm), uma vez definida a relação existente por meio do coeficiente de cultura (Kc). Este coeficiente

varia por espécie e estágio de desenvolvimento. O K_c pode ser obtido por tabelas, conforme Doorembos & Pruitt (1977), Doorembos & Kassan (1994) e Pereira et al. (2007).

Nesse trabalho, discorre-se apenas sobre o último modelo empregado por Thornthwaite.

● **Instalação:** O evapotranspirômetro é instalado na estação meteorológica (cercado), juntamente com os demais equipamentos. Formado por três compartimentos (1m^2 de área cada), gramado (sempre-verde), com altura variando de 8 a 15cm, conforme Figura 15.



Figura 15. Evapotranspirômetro tipo Thornthwaite.

● **Manejo:** Os tanques do evapotranspirômetro devem estar sempre irrigados e o solo na capacidade de campo (CC), com drenagem constante do excesso de água. Depois de um a dois dias, os tanques atingem o equilíbrio (CC) e então se remove a água gravitacional recolhida. Deixa-se o gramado utilizar-se da água do tanque durante o período de dois ou três dias, dependendo da chuva e da época do ano, voltando-se a irrigar novamente os tanques gramados até a saturação. Faz-se a determinação da evapotranspiração diariamente ou por períodos maiores, de 5 em 5 dias por exemplo.

● **Dados:** A quantidade de água evapotranspirada (ETp) é a diferença entre a água da segunda irrigação (Q_i), adicionada da precipitação ocorrida no período e a água recolhida (percolada, gravitacional) depois da segunda irrigação, Q_g .

$$ET_{pc} = Q_i - Q_g, \text{ em cm}^3$$

a evaporação em mm será dada por:

$$ETp \text{ (mm)} = 10 * ETpc / S$$

onde,

ETpc = volume de água evapotranspirada em cm³ (ou ml)

S = área do(s) tanque(s) em cm²

4.15 Observação de orvalho - orvalhógrafo, aspergígrafo

O orvalho é definido como a deposição de gotas de água por condensação direta do vapor d'água do ar, geralmente sobre superfícies resfriadas pela radiação noturna. Essa condensação ocorre quando a temperatura atinge o ponto de orvalho (To). Para a medição do orvalho e a duração, existem diversos equipamentos. No entanto, não há uma padronização de medida e registro da ocorrência do orvalho, por não ser um equipamento rotineiro das principais estações meteorológicas, ficando sua aplicação mais restrita à meteorologia agrícola e à pesquisa agropecuária. A deposição do orvalho, essencialmente um fenômeno noturno, embora relativamente pequena em quantidade e localização variável (< 1mm/dia), é muito interessante em regiões áridas. Em regiões muito áridas, ele pode ser da mesma magnitude da chuva ocorrente. No entanto, a exposição das folhas de plantas ao orvalho, neblina e precipitação também tem um importante papel nas doenças (fúngicas ou bacterianas), na atividade dos insetos e na colheita das espécies cultivadas. Normalmente, o orvalho é expresso em g/m² ou mm de deposição.

A Organização Meteorológica Mundial (WMO, 1992, 2010) classifica os instrumentos que medem o orvalho em quatro grupos. O grupo 1 engloba os que registram o orvalho e sua duração pela sensibilidade do sensor ao molhamento, chamados de **aspergígrafos**, que utilizam fios de cânhamo (Figura 16). O grupo 2 utiliza grafite como sensor, dissolvendo-se com o orvalho, registrando em um prato de cristal o seu tempo de duração. São muito pouco utilizados. Ao grupo 3 pertencem os que registram o tempo de duração e a água depositada num recipiente coletor por pesagem, sendo denominados de **orvalhógrafos** (Figura 17). O grupo 4 são aqueles que registram a ocorrência do orvalho pela mudança na condutividade elétrica de superfícies (circuitos) que simulam folhas naturais ou artificiais (Figura 18).

Como o orvalho é de difícil medição e a duração do período de molhamento (DPM) das folhas tem grande importância para a agricultura, lança-se mão do número de horas com unidade relativa, medida no abrigo meteorológico (higrógrafo), acima de certo valor (85%, 90%, 95%) como estimativa.



Figura 16. Aspergígrafo Tipo Fuess, Epagri.



Figura 17. Orvalhógrafo Tipo Fuess, Epagri/Embrapa.



Figura 18. Placa ou circuito para detecção do molhamento folhar (orvalho), Epagri.

4.16. Observação de temperatura do solo - Termômetro de solo ou geotermômetro

- **Finalidade:** Determinar a temperatura do solo e suas variações em função da época do ano em diferentes profundidades. Unidade de medida = °C.

- **Descrição:** Também chamado de geotermômetro, o tipo mais comum de termômetro do solo é o de coluna de mercúrio com a haste longa que atinge a profundidade desejada (Figura 19). O termômetro de mercúrio para o solo é um termômetro comum, geralmente graduado de -13°C a 60°C, com subdivisões de 0,2º, podendo estimar até 0,1°C. Como o bulbo deve ser enterrado no solo a profundidade cuja temperatura se deseja conhecer, há a necessidade de uma haste comprida para que o corpo do termômetro fique fora do solo. Os termômetros têm em sua haste uma saliência que é o ponto de referência que deve ficar na superfície da terra. Existe, portanto, um tipo de termômetro para cada profundidade, variando apenas conforme o comprimento da haste.



Figura 19. Geotermômetros protegidos por estrutura metálica para evitar danos físicos.

Atualmente as pesquisas mais rigorosas empregam termômetros de resistência elétrica. Trata-se de um fio metálico de elevado coeficiente térmico, geralmente o níquel, cuja resistência varia com a temperatura. Essa variação de resistência ôhmica é medida por meio de uma ponte de Wheatstone, acoplada a um registrador gráfico. Esse método, além de ser completamente automático, registra os dados continuamente e garante uma estimativa melhor da temperatura e suas variações em determinado nível de solo. Além dos termômetros de resistência elétrica, também são usados os conjuntos de pares termométricos, da mesma forma, acoplados a um potenciômetro.

- **Instalação:** As profundidades (padrão) para gradiente de temperatura do solo são de 1, 2, 5, 10, 20, 40 e 80cm. Porém, comumente são satisfatórias as profundidades de 2, 5, 10 e 20cm. Na Epagri, Santa Catarina, são cinco as profundidades adotadas: 5, 10, 20, 30 e 50cm. Os termômetros são colocados no solo, em uma mesma linha, com direção leste-oeste. A menor profundidade deve ser colocada no lado oeste. A extremidade superior da haste deve apontar para o norte. Para diminuir erros determinados pela incidência direta dos raios solares sobre o termômetro, sua extremidade superior deve apontar para o norte. Os termômetros são fixados em um suporte em forma de U invertido, fincado no solo. Convém proteger a bateria dos termômetros com uma pequena cerca em formato circular, contra incidentes (rotina da observação, corte do gramado, etc.). É recomendada também uma proteção do bulbo dos geotermômetros, com invólucro em madeira ou PVC, articulado por dobradiças e acionadas ou articuladas por ocasião da leitura. Essas proteções são recomendadas para evitar danos causados pela queda de granizo e possíveis batidas mecânicas decorrentes da operação e manutenção das estações meteorológicas.

- **Manejo:** Para a leitura da temperatura, o geotermômetro não deve ser retirado do solo. O contato entre o bulbo de mercúrio (Hg) e o solo deve ser permanente.

4.17 Observação de vento - Cata-vento

- **Finalidade:** Determinar a força e a direção do vento. Unidade de medida = direção do vento, em graus (sentido horário a partir do Norte verdadeiro) ou ainda segundo os pontos cardiais (N, NE, E, SE, S, SW, W e NW).

Denomina-se vento ao movimento de massas de ar com relação à superfície da terra. Como tal, o vento é caracterizado por sua velocidade, que é uma grandeza vetorial. Como já sabemos, grandezas vetoriais exigem, para sua completa definição, a indicação de módulo, direção e sentido.

A direção e o sentido do vento são dados simplesmente pela indicação do local de onde ele vem e, para isso, utiliza-se a rosa dos ventos (Figura 20) como indicação dos pontos cardeais ou números. A direção do vento é determinada de onde o vento sopra. Por exemplo, um vento que sopra de SW para NE é simplesmente designado vento SW.

- **Descrição:** A força do vento é

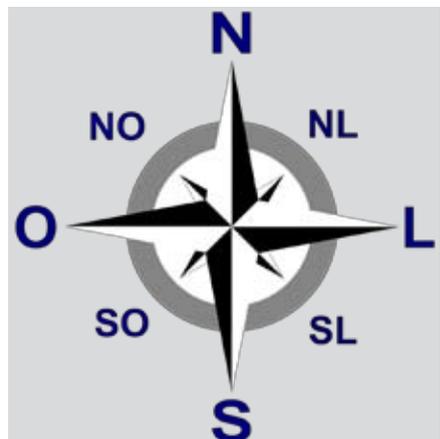


Figura 20. Rosa dos Ventos.

dada pelo ângulo de deflexão que a placa retangular móvel forma com a vertical, quando voltada para a direção do vento. A leitura da força do vento é feita sobre uma escala formada por oito pinos colocados sobre um arco de metal (Figura 21).



Figura 21. Cata-vento tipo Wild.

Os valores de força do vento podem ser transformados em velocidades instantâneas do vento, a partir da relação apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Conversão da força do vento do cata-vento de Wild para velocidade do vento.

Pino N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Velocidade (m s ⁻¹)	0	2	4	6	8	11	14	20
Força do vento (Beaufort)	0	2	3	4	5	6	7	9

Fonte: Tubelis e Nascimento (1980).

A escala de Beaufort é composta de números índices. A cada número da escala de Beaufort existe associada uma velocidade do vento, assim como as características principais provocadas pelo movimento do ar. Essa “força do vento” é caracterizada de acordo com os objetos naturais, gerando uma escala de percepção que se tem da movimentação da atmosfera. É, portanto, uma associação empírica com a velocidade registrada com eventos específicos. A Tabela 2 apresenta uma adaptação daquela proposta por Beaufort.

Tabela 2. Escala adaptada de Beaufort para velocidade do vento ($1\text{km.h}^{-1} = 3,6\text{ m.s}^{-1}$).

Escala	Categoria	km.h-1
0	Calmo - fumaça vertical	<2
1	Quase calmo - fumaça desviada	2 a 5
2	Brisa amena - agitação das folhas	6 a 10
3	Vento leve - agitação de bandeiras	11 a 20
4	Vento moderado - poeira no ar	21 a 30
5	Vento forte - ondas em lagos e rios largos	31 a 40
6	Vento muito forte	41 a 50
7	Vento fortíssimo - fios assobiam	51 a 60
8	Ventania - impossível caminhar	61 a 75
9	Vendaval - danos em edificações	76 a 100
10	Tornado, furacão - danos generalizados	>100

Fonte: Pereira et al.(2007).

A direção do vento é dada por uma haste horizontal, orientada por um par de aletas em relação a quatro hastes fixas que indicam os pontos cardeais. As aletas também mantêm a placa de medição de força do vento sempre perpendicular à direção do vento (Tubelis e Nascimento, 1980). Existe ainda outro tipo de cata-vento, chamado Biruta, muito utilizado em navegação aérea, que além do sentido e da direção do vento, dá uma ideia da intensidade do vento.

- **Instalação:** O cata-vento é fixado sobre um mastro no canto sul do posto meteorológico, com seu eixo perpendicular ao horizonte e a uma altura de 10 metros, normalmente.

4.18 Observação de vento - Anemômetro

- **Finalidade:** Determinar a intensidade (módulo) da velocidade do vento. Unidade de medida = metros por segundo (m.s^{-1}).

- **Descrição:** Existem vários tipos de anemômetros, entre os quais podemos destacar:

Anemômetro de deflexão: Consiste de uma superfície metálica disposta no sentido vertical (Figura 21), articulada no bordo superior e que sempre está perpendicular à direção do vento. A velocidade do vento é dada pela deflexão da superfície.

Anemômetro de dines: (pressão e sucção) Consiste em um tubo em “U” que contém um líquido no seu interior, sendo a intensidade do vento proporcional ao desnível h.

Anemômetro de concha ou caneca: Consta de um conjunto de 3 ou 4 conchas, instaladas sobre um eixo vertical, fixado a uma engrenagem que movimenta um

mostrador (Figura 22). O anemômetro de conchas nos dá a velocidade do vento simplesmente em metros. Os dados vão sendo acumulados e no fim do dia divide-se o número de metros pelo intervalo de tempo considerado.



Figura 22. Anemômetro totalizador.

- **Instalação:** Os anemômetros devem ser instalados em um mastro, no canto sul do posto meteorológico, a uma altura de 10 metros.

4.19 Observação de vento - Anemógrafo

- **Finalidade:** Registrar continuamente a intensidade (às vezes também a direção e o sentido) do vento.

- **Descrição:** São dois tipos principais:

Anemógrafo de contato: constitui-se de um anemógrafo de canecas ao qual é adaptado um sistema de registro elétrico. É assim chamado porque após a passagem de 100 metros de vento, fecha-se um contato e um impulso elétrico aciona o sistema de registro.

Anemógrafo universal: registra diretamente a velocidade por meio de mecanismo de relojoaria. O anemógrafo universal registra simultaneamente a direção, a velocidade instantânea e a velocidade do dia.

4.20 Observação de pressão atmosférica - Barômetro de coluna de Mercúrio

- **Finalidade:** Determinar a pressão atmosférica. Unidade de medida = p em hectopascals (hPa).

- **Descrição:** São todos eles descendentes diretos de Torricelli. Os tipos modernos são de cuba fixa com escala corrigida (por causa da diferente secção do tubo e do reservatório) ou de cuba móvel com escala natural. Sendo de um tipo ou do outro, sempre teremos que ler o comprimento de uma coluna de Hg e para isso todo barômetro possui um Vernier. Acoplamento fundamental de um barômetro é também um termômetro colocado em seu corpo (Figura 23).

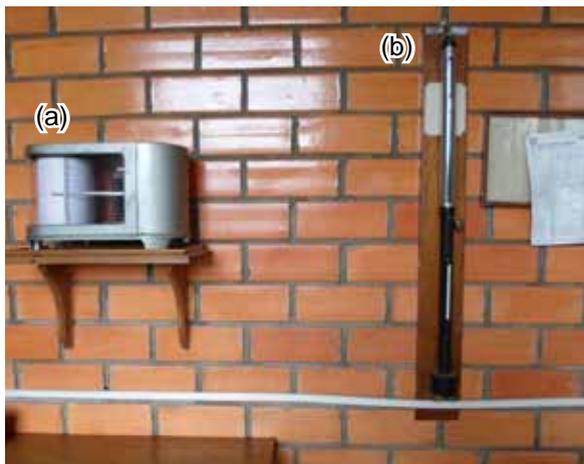


Figura 23. (a) Barógrafo e (b) Barômetro.

- **Instalação:** Em um posto meteorológico padrão, tanto um como outro tipo são colocados em uma edificação de alvenaria padrão com porta aberta para o sul. É evidente que a altitude da cuba do barômetro de mercúrio, assim como a altitude do barógrafo, devem ser conhecidas por causa das reduções e correções.

- **Manejo:** A posição correta de leitura para evitar erros é aquela na qual o raio visual do observador é tangente à superfície do mercúrio, sendo a leitura na ordem de centésimos. Com essa leitura assim realizada, obtém-se a pressão aparente (Pa).

- **Dados:** Existem diversas correções que devem ser feitas nos barômetros de Hg para que as medidas possam se comparáveis entre si. São elas: correção de temperatura (CT), correção de gravidade (altitude) (Cga), correção de gravidade (latitude) (Cg1), correção instrumental (Ci) e pressão de estação (Ph). Pressão de estação (Ph) é a sombra algébrica da pressão aparente e todas as correções: $Ph = (PC) + (Ct) + (Cga) + (Cg1) + (Ci)$.

4.21 Observação de pressão atmosférica - Barômetro metálico

- **Finalidade:** Registrar continuamente a pressão atmosférica. Unidade de medida = Pressão em hectopascals (hPa), milímetros de mercúrio (mm Hg), milibares (mb). $1\text{atm} = 760\text{mm Hg} = 1013,3\text{ mb} = 1.033,3\text{hPa}$.

- **Descrição:** São barômetros cujo elemento sensível é uma cápsula metálica no interior da qual se faz o vácuo. Molas colocadas internamente providenciam a elasticidade da parede. As cápsulas têm superfície ondeda para efeito de maior sensibilidade (aumento de superfície) e às vezes encontram-se várias cápsulas aneroides ligadas em séries. Os barômetros aneroides são geralmente barógrafos, instrumentos que geram gráficos das pressões observadas.

- **Instalação:** É instalado sobre um suporte, junto ao barômetro de coluna de Hg.

- **Manejo:** É evidente que o barógrafo aneróide não necessita de nenhuma correção, a não ser aferição periódica e cuidados triviais com o mecanismo de relógio, a tinta, a pena, o gráfico etc.

- **Dados:** Dá a pressão de estação (Ph) diretamente. Este tipo de barômetro é usado também como altímetro.

4.22 Observação de nebulosidade

- **Finalidade:** Observação da nebulosidade. Unidade de medida = visibilidade em metros (m), altura da base da nuvem, em metros (m) e nebulosidade, em oitavas (N/8) ou em décimos (N/10) de céu encoberto.

- **Descrição:** A condensação do vapor d'água que se encontra no ar pode causar a formação de nuvens ou de nevoeiros. Geralmente o nevoeiro distingue-se da nuvem apenas pela sua localização. Ambos são causados pelo resfriamento da massa de ar. No caso das nuvens isso geralmente acontece devido a um movimento ascendente do ar e, portanto, a nuvem separa-se do chão, exceto no cume da montanha. O nevoeiro, por outro lado, é causado por contato de ar com temperaturas relativamente baixas na superfície do solo ou do mar durante seu período de formação. Assim explica-se a existência de nevoeiros sempre na superfície. As nuvens são classificadas de acordo com a forma, a aparência e a altura, mas também considerando o processo físico de formação.

A classificação das nuvens baseia-se em 10 grupos principais, chamados gêneros, que são: Cirrus (Ci), Cirrocumulus (Cc), Cirrostratus (Cs), Altocumulus (Ac), Altostratus (As), Stratocumulus (Sc), Stratus (St), Nimbostratus (Ns), Cumulus (Cu), Cumulonimbus (Cb). Observação: Nimbostratus e Cumulonimbus são as nuvens responsáveis pela maior parte da precipitação (Figura 24).

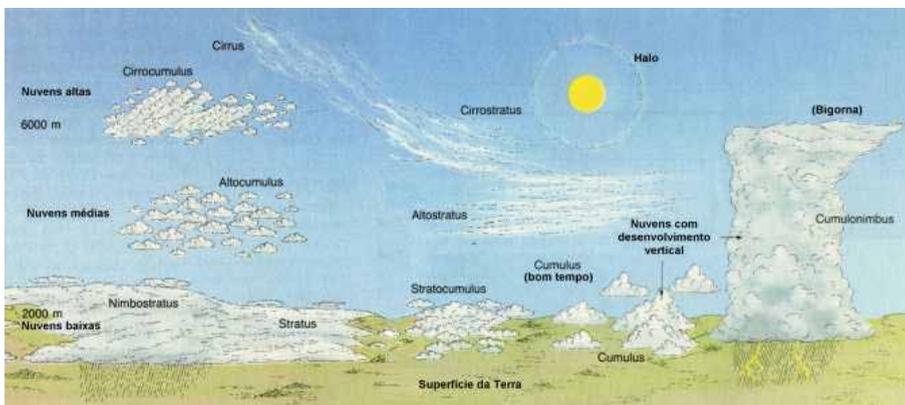


Figura 24. Classificação de nuvens segundo altura e forma.

Fonte: Grimm, 2014

A predominância em ocorrência é: Cirrus, cirrocumulus e cirrostratus no estágio alto; Altopumulus no estágio médio; Altostratus é encontrado no estágio médio; Nimbostratus é encontrado no estágio médio; Stratocumulus e stratus no estágio baixo; Cumulus e Cumulonimbus três bases no estágio baixo, mas seus cumes vão até o estágio alto.

Entre as observações feitas nos horários de leitura no posto meteorológico destacam-se: os tipos de nuvens existentes na hora da observação; a nebulosidade total ou cobertura do céu; a nebulosidade parcial de cada camada ou quantidade de cada gênero em separado; a altura das bases de cada camada ou grupo em relação ao nível do terreno; o sentido do movimento horizontal das nuvens; a velocidade desse movimento; o estado do céu e os fenômenos especiais relacionados com a nebulosidade.

A nebulosidade ou cobertura do céu é estimada por meio de uma fração proporcional à área encoberta com aproximação de décimos com escala que vai de 0 a 10, por exemplo quando o céu está inteiramente encoberto a nebulosidade é 10. Quando o céu está metade encoberto, a nebulosidade é 5. Quando o céu está inteiramente limpo a nebulosidade é 0. Quando o céu é invisível devido à fumaça, nevoeiro e bruma seca, diz-se que está obscurecido.

4.23. Observação de fenômenos diversos

Durante o período de observação é relatada a ocorrência de diversos fenômenos meteorológicos, tais como: trovoadas (trovões e relâmpagos), chuva leve, moderada ou forte, granizo, neve, geada, nevoeiro, tornado, halo solar ou lunar, arco-íris, irisação, coroa solar ou lunar, fumaça, névoa e precipitação à vista.

5 Aplicação dos dados meteorológicos na agricultura catarinense

Diversos trabalhos técnicos ou de pesquisa foram desenvolvidos utilizando os dados provenientes das estações, não só como forma de avaliação do clima local, mas também tendo como função subsidiar outros trabalhos que utilizavam as informações já organizadas e analisadas em seus diferentes contextos. Diferentes aplicações no campo agrônômico exigiram maior ou menor rigor na análise e aplicação dos dados em trabalhos como: zoneamento agrícola, caracterização dos climas regionais em informações tabulares ou espaciais, trabalhos em ecofisiologia, estimativas de produção e previsão de safras, análise de riscos, eventos extremos, desenvolvimento de sistemas integrados de recursos ambientais, estudos e inventários para ordenamento em unidades hidrográficas, aplicações em diferentes áreas da fitotecnia, modelagem e sistemas agrometeorológicos, estimativa de variáveis meteorológicas etc. No Anexo III segue lista dos principais estudos de agrometeorologia desenvolvidos em Santa Catarina pela Epagri.

5.1 Zoneamento agroambiental

O zoneamento e seus diferentes métodos são instrumentos para definição de políticas agrícolas e diretrizes básicas para programas de desenvolvimento regional, estadual e nacional. Ferramenta voltada ao planejamento, permite a identificação de áreas aptas ao estabelecimento e cultivo de espécies de interesse do estado de Santa Catarina, tomando por base as exigências de clima de cada uma das culturas, solo e disponibilidades socioeconômicas. Trata-se de um recurso que permite a utilização racional dos recursos naturais existentes em cada uma das regiões do Estado. Com o passar dos anos, os métodos evoluíram e acompanharam a maior disponibilidade de informações tanto do ponto de vista climático como de dados ecofisiológicos das culturas provenientes da experimentação agrícola.

Um dos principais objetivos da agrometeorologia é avaliar a aptidão agrícola das principais regiões climáticas existentes no globo terrestre. Essa aptidão agrícola é determinada em função das necessidades edafoclimáticas da cultura e da potencialidade da região onde tal cultura será introduzida. Porém, se tal vegetal já é cultivado em determinada região, os estudos agroclimáticos visam determinar qual a melhor época do plantio, de modo que a referida cultura proporcione o melhor retorno do capital investido e não seja prejudicada por condições climáticas adversas.

O zoneamento agrícola é, pois, a escolha dos locais mais indicados para as diversas culturas, a fim de se obter uma maior rentabilidade do capital investido com menor risco de perdas. Também pode ser definido como um artifício para delimitar regiões onde o meio ambiente, o solo e a economia favoreçam uma atividade específica e caracterizem a maior probabilidade possível de sucesso em termos de

produtividade e rentabilidade a uma determinada cultura. Para alcançar o objetivo final, deve-se seguir algumas normas.

Os locais no globo divergem quanto à intensidade de atuação dos parâmetros meteorológicos, conseqüentemente há divergência de produtividade da cultura. Essas necessidades levam os geneticistas a procurarem sempre cultivares mais apropriados ao meio ambiente local. As culturas vão sendo obtidas e, se por um lado algumas suportam frio e seca, por outro possuem baixa produção; se produzirem muito, serão exigentes em solo, água e temperatura. Outros cultivares podem se desenvolver plenamente com determinadas condições climáticas, mas são susceptíveis a pragas e doenças. Em vista disso, o melhoramento genético tem como objetivo a obtenção de cultivares que sejam razoavelmente resistentes a baixas e altas energias do meio, a baixa umidade do solo e do ar, que sejam menos sensíveis ao ataque de doenças e pragas e que produzam relativamente bem, tornando-se assim cultivares rentáveis.

O meio ambiente procurado para estabelecimento de um cultivo é caracterizado por zonas, sendo este procedimento chamado de zoneamento agrícola.

O zoneamento agrícola é o resultado final de uma série de critérios que devem ser adotados durante a execução do projeto. Esses critérios são efetivos ao clima, ao solo, à localização e à mão de obra disponível, pois o objetivo último é sempre a rentabilidade econômica.

O estado de Santa Catarina possui tradição de longa data na realização de zoneamentos agrícolas. Os trabalhos iniciaram em 1978 e continuam sendo aprimorados até os dias de hoje.

Em 1996, O Ministério da Agricultura e do Abastecimento baseou-se, pela primeira vez, em critérios técnicos para a liberação de recursos e redução das taxas no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) para a execução da safra agrícola de 1996 do trigo e da safra agrícola 1996/97 para as culturas de arroz irrigado, soja, milho e feijão, dando prosseguimento na safra seguinte. Em função da nova dinâmica de normatização do crédito e do seguro agrícola implementada, por meio da Resolução n.º 2.422 de 10/09/97 do Banco Central do Brasil, que restringe o enquadramento no Proagro a empreendimentos conduzidos na área de abrangência e sob as condições do zoneamento agrícola, a Epagri, em parceria com o Ministério da Agricultura e do Abastecimento/Embrapa/Finattec, realizou anualmente este trabalho para cinco culturas básicas. Para a safra 1998/99, foram incluídas no processo as culturas de cevada, maçã, pera, pêssego, uva, quivi, caqui, banana, citros, cebola, alho, tomate, cenoura, pimentão, batata, repolho e mandioca. Durante os anos seguintes, foram sendo incluídas diversas culturas em diferentes regiões do Brasil em função das demandas e características da agricultura regional.

A seguir, são listados alguns trabalhos importantes envolvendo diferentes metodologias de zoneamento agrícola:

- **Zoneamento agroclimático do estado de Santa Catarina (1978):** O primeiro

trabalho desenvolvido na linha de zoneamento foi o Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina, publicado em 1978 junto com as Cartas Climáticas do Estado de Santa Catarina (EMPASC, 1978).

O trabalho foi executado pela Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (Empasc) e tinha como objetivo fazer o levantamento do uso da terra. Além de classificar os tipos de usos segundo grupos de culturas, foi feito o zoneamento agroclimático para as culturas de maior expressão econômica e para aquelas que ofereciam boas perspectivas de produção e comercialização, tomando por base suas exigências em termos de clima e solo. Com base em estudos ecofisiológicos foram estabelecidos índices agroclimáticos de crescimento e regionalizadas treze culturas importantes para o estado, delimitando áreas de maior ou menor potencial de produção. A publicação contou ainda com onze cartas climáticas e um mapa de solos. As culturas zoneadas foram arroz irrigado, arroz de sequeiro, batata-semente e consumo, cebola e alho, feijoeiro, macieira, mandioca, milho, pessegueiro, soja, trigo, videira americana, videira europeia, aveia, centeio, banana, citros, ervilha, lúpulo, pera, sorgo sacarino, tulipa, colza, oliveira, cana-de-açúcar, milho (plântio antecipado).

● **Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (1996):** O Programa de Zoneamento Agrícola do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, coordenado pela Secretaria da Comissão Especial de Recursos-CER/Proagro, firma-se como valioso instrumento de apoio à Política Agrícola do Governo Federal, bem como difusor de tecnologia e indispensável suporte para a tomada de decisões no âmbito do Proagro. Para acompanhar os resultados desse trabalho, instituiu-se o Serviço de Monitoramento das operações enquadradas no Proagro dentro do Zoneamento Agrícola que, neste terceiro ano de desenvolvimento dos projetos, contou com as importantes parcerias, como Finatec, Embrapa, INMET, Aneel, Iapar, Epagri e Unicamp, que emprestam suas experiências nas áreas de pesquisa agropecuária e climatológica, visando alcançar os resultados esperados.

Cabe registrar, também, que os projetos, com base em dados técnico-científicos, oferecem orientações de períodos de plantio por município, para cada cultura/cultivar e tipos de solo, para evitar as adversidades climáticas responsáveis por significativo percentual de perdas na agricultura. Assim, a minimização dessas perdas, em razão da ocorrência de geadas, seca e outros eventos climáticos adversos que venham a prejudicar empreendimentos agrícolas, reduz reflexos negativos no abastecimento e nos preços dos produtos.

A partir do ano-safra de 1998 a Resolução No 2.495/98, de 07.05.98, do CMN/Bacen, incluiu o evento chuva na colheita da lavoura do trigo, entre as causas de cobertura do Proagro, estabelecendo alíquotas de 2% (dois por cento) e 5% (cinco por cento), respectivamente para aquelas irrigadas e não irrigadas, sendo esta última reduzida para 4% (quatro por cento), quando o produtor optar pela utilização da técnica de “plântio direto”.

Ressalte-se que as informações oriundas desse trabalho são divulgadas e

disponibilizadas às associações de produtores, entidades de assistência técnica e extensão rural, agentes financeiros, cooperativas, secretarias de agricultura e entidades públicas e privadas ligadas ao setor agrícola, de modo a atualizar os agricultores que já aderiram ao Zoneamento Agrícola e para que aqueles que ainda não o fizeram, a fim de que possam se beneficiar desse importante instrumento de avanço tecnológico.

Embora o Mapa atualmente seja o principal responsável pelo zoneamento agrícola, a Epagri/Ciram continua a melhorar os métodos de definição de riscos climáticos e realizar estudos com culturas potenciais para o Estado como forma de atender a demandas geradas por diferentes grupos de agricultores que procuram culturas alternativas para suas atividades agrícolas.

Os modelos de zoneamento de risco climático estão baseados na quantificação dos riscos climáticos por meio de estudos da probabilidade de ocorrência dos índices críticos para as regiões produtoras de cada cultura no Brasil.

O zoneamento de riscos climáticos diferencia-se dos zoneamentos anteriores (os quais utilizaram conceitos de potencialidade e aptidão) por utilizar funções matemáticas e estatísticas (análise de frequência e ajustes probabilísticos) com o objetivo de quantificar o risco de perda das lavouras com base no histórico de ocorrência de eventos climáticos adversos, entre os quais podem-se citar perdas pela ocorrência de geadas tardias e ocorrência de estiagens.

Após análise das séries históricas dos dados meteorológicos é possível identificar para cada município a melhor época de semeadura para culturas anuais nos diferentes tipos de solo e ciclos das cultivares, dentro de níveis de risco de perda preestabelecidos pelo usuário da informação. Essa metodologia também pode ser utilizada para as culturas perenes, evitando que eventos importantes para o desenvolvimento da cultura coincidam com fatores externos limitantes.

Essa metodologia científica, aparentemente complexa, tem sido de fácil entendimento e adoção pelos produtores rurais, extensionistas, seguradoras e agentes financeiros. A Epagri/Ciram sempre se empenhou para que essa metodologia fosse bem compreendida por parte dos usuários e pelo poder público de forma a dar garantias aos agricultores que seguem as recomendações técnico-científicas para as atividades agrícolas.

O uso de dados climatológicos e a sua organização em bancos de dados meteorológicos são imprescindíveis. As variáveis mais utilizadas para esse tipo de metodologia são: temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação pluviométrica. Outras variáveis também são importantes para enriquecer os modelos utilizados no zoneamento, entre as quais vale destacar o vento, a radiação solar e a umidade relativa do ar. A qualidade das informações utilizadas, bem como a utilização de séries históricas representativas do clima local, são a garantia de estudos bem definidos e riscos bem delimitados. Muitos trabalhos em climatologia e agrometeorologia foram desenvolvidos como forma de dar suporte às análises de risco das variáveis meteorológicas.

Os diversos resultados desse trabalho, realizado anualmente, estão

publicados no portal do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. A veiculação oficial das informações é feita no Diário Oficial da União, em portarias. As informações podem ser publicadas em: <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola> (MAPA, 2014).

● **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina (1999):** Os trabalhos iniciaram com a criação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (Empasc) e o 1º Zoneamento Agrícola, realizado em 1978, contemplou as culturas de arroz irrigado e sequeiro, batata-semente e consumo, cebola, alho, maçã, mandioca, milho, pêssego, soja, trigo, cevada, videiras americana e europeia. Posteriormente, em 1980, foi concretizado o 2º Zoneamento Agrícola, onde foram zoneadas as culturas de aveia, centeio, banana, citros, ervilha, lúpulo, pera, sorgo sacarino e tulipa. Foram também executados trabalhos de forma isolada contemplando as culturas da oliveira, cana-de-açúcar e canola (colza) (THOMÉ et al. 1999).

A base da economia do estado de Santa Catarina é o setor primário que, por meio do processo produtivo, gera a maior parte da sua renda e regula a oferta e a demanda de empregos. O desenvolvimento do Estado depende de uma agricultura moderna, ecologicamente equilibrada e rentável. São necessárias políticas que contemplem e valorizem as atividades e as espécies agrícolas que estiverem integradas às características regionais, buscando a garantia de rentabilidade competitiva e estável.

A Epagri, ciente das mudanças vividas pela sociedade, iniciou a redefinição de sua missão institucional e seus objetivos fins como instituição pública a partir do ano de 1995. Além das etapas previstas no planejamento estratégico, o processo também incorporou a necessidade de caracterizar e espacializar os diversos ambientes do estado de Santa Catarina em função da diversidade dos recursos naturais e agrossocioeconômicos, possibilitando a orientação de ações e investimentos do setor público agrícola. As decisões sobre as ações de pesquisa e desenvolvimento rural para uma determinada região são tomadas de forma mais consciente quando há o conhecimento da oferta ambiental (diagnóstico), complementado por prognósticos do meio rural. Para isso foram necessários a produção e o cruzamento de dados básicos ambientais, técnicos e socioeconômicos, que possibilitarão a caracterização espacial das zonas rurais.

O objetivo principal desse trabalho foi proporcionar um instrumento de orientação para a execução de políticas públicas para fixar o homem ao campo, de forma econômica e ecologicamente viável, buscando o desenvolvimento harmônico sustentável para o meio rural. Além de estabelecer zonas agroecológicas mais homogêneas com relação a clima, vegetação primária predominante, vegetação atual, classes de aptidão de uso das terras, geologia, geomorfologia e informações socioeconômicas, o objetivo disponibilizar os subsídios necessários para a adoção de tecnologias adaptadas e geradas por órgãos de pesquisa e afins.

O cotejamento das cartas climáticas básicas e dos resultados do balanço

hídrico com as exigências bioclimáticas das culturas a zonear permitiu traçar os mapas de aptidão climática.

Após todos esses procedimentos, uma região pode ser caracterizada para o cultivo de um vegetal, em uma das categorias abaixo: APTA (preferencial): quando as condições do macroclima se apresentam normalmente favoráveis à exploração em base comercial; MARGINAL (tolerada): quando as condições climáticas apresentam restrições que prejudicam com certa frequência determinadas fases da cultura. Pode haver certa limitação não muito severa quanto ao fator térmico ou hídrico; INAPTA (cultivo não recomendado): quando as características do clima não se apresentam adequadas à sua exploração comercial. Neste caso, ocorrem limitações graves quanto aos fatores térmico ou hídrico.

Este trabalho de pesquisa procurou analisar os componentes naturais (físico-bióticos) e os sociais (econômicos, culturais e políticos) de forma globalizante e integrativa. Utilizando as Regiões (Zonas) Agroecológicas, definiu a aptidão edafoclimática de 177 espécies por zonas agroecológicas.

5.2 Climatologia e agrometeorologia

Do ponto de vista agrícola, a aptidão climática tem grande importância e diversas aplicações em pesquisa e manejo das culturas.

A aptidão climática destina-se a caracterizar os parâmetros meteorológicos que mais atuam no comportamento do vegetal; aqueles que em suas condições extremas venham a prejudicar sensivelmente o crescimento e o desenvolvimento da planta. Para a determinação dos requerimentos climáticos de um vegetal, há a necessidade de estudos agrometeorológicos feitos juntamente com os estudos fenológicos. Estes últimos relacionam o fenômeno periódico da vida da planta com uma série de estimativas quantitativas dos elementos ambientais.

A agrometeorologia é encarregada deste contexto, pois trata do estudo quantitativo e qualitativo da ação dos elementos ambientais sobre o desenvolvimento vegetal. Em estudos de agrometeorologia, há termos comumente empregados que se destacam, tais como: Estádio, usualmente utilizado para indicar um ponto particular no desenvolvimento biológico (floração, maturação fisiológica); Fase – indica o período entre um estágio específico e outro (entre a floração e a maturação fisiológica).

As condições ambientais que exercem influência decisiva no desenvolvimento e/ou crescimento de um vegetal são: temperatura (ar e solo), fotoperiodismo, radiação solar, precipitação pluviométrica (água disponível no solo) e componentes do balanço hídrico (déficit, excesso, índice de satisfação de necessidades hídricas).

Devido ao grande número de fatores e à complexidade das interações em qualquer estudo planta-clima, a maioria dos estudos fenológicos tem sido conduzida pela comparação do desenvolvimento do vegetal com um simples elemento ambiental e, na maioria das vezes, usando-se a temperatura do ar. A condição

energética mínima do meio capaz de satisfazer às exigências fisiológicas da planta denomina-se temperatura basal inferior (T_b) e a energia máxima existente no meio capaz de afetar fisiologicamente a planta é denominada temperatura basal máxima (TB). Essas duas temperaturas basais (TB e T_b) condicionam o intervalo energético do meio ambiente mais propício ao crescimento e ao desenvolvimento vegetal. No intervalo entre dois limites existe a energia do meio ambiente, considerada ideal para a planta, isto é, o nível energético no qual a planta encontra condições para que todo seu complexo fisiológico obtenha o desempenho que se espera e resulte em alta produtividade. Essa energia ideal é chamada de temperatura ideal (T_i). As três temperaturas (T_b , TB e T_i) são utilizadas como referenciais no zoneamento de regiões de adaptabilidade da cultura ao meio.

Outro elemento muito importante para o desenvolvimento vegetal é o fotoperiodismo. As culturas sensíveis a esse elemento (por exemplo, o alho) têm seu cultivo limitado a áreas onde suas exigências fotoperiódicas sejam satisfeitas. O próprio ciclo de desenvolvimento da cultura pode ser afetado se um determinado requerimento fotoperiódico mínimo não for satisfeito.

O estudo das inter-relações clima-planta não se baseia somente na determinação das exigências ou fotoperiódicas da cultura. A demanda da água deve também ser considerada para que as plantas apresentem um bom desenvolvimento e tenham uma produção econômica. As necessidades de água de uma cultura são determinadas em função da demanda imposta pelas condições ambientais, da água disponível no solo para a cultura e também por fatores inerentes à própria planta, como área foliar e distribuição do sistema radicular.

A metodologia utilizada para a caracterização agroclimática de uma região pode ser assim definida:

- Levantamento dos dados meteorológicos e confecção das cartas climáticas. Tal procedimento permite o conhecimento adequado das potencialidades climáticas da região de interesse, através do traço das isolinhas em mapas ou cartas de elementos do clima, como temperatura do ar, radiação e insolação solares, umidade relativa, entre outras.

- Cálculo do balanço hídrico (THORNTHWAITE e MATTER, 1955), com definição da evapotranspiração real, do excesso e da deficiência hídrica, relativos à região ou aos locais de interesse.

- Levantamento das exigências climáticas das culturas a zonear, através de revisão bibliográfica ou determinadas pela pesquisa regional através dos critérios e das metodologias adotadas pela bioclimatologia. Dessa forma, devem ser analisadas as regiões de origem das culturas, bem como os locais onde elas estejam produzindo economicamente.

Com o passar dos anos, um grande volume de dados meteorológicos coletados nas estações convencionais foi armazenado em banco de dados após passar por um processo de consistência.

Muitas vezes, quando observados individualmente, os dados não conseguem expressar uma característica ou uma variável de maneira a evidenciar os

padrões climáticos de uma região. Portanto, passam a ser analisados em conjunto, formando as séries históricas que, submetidas a análises estatísticas das mais simples às mais complexas, evidenciam fenômenos muito importantes para aplicações na agricultura.

5.3 Softwares desenvolvidos com aplicações na agricultura

- **Zonexpert:** procurando maximizar a produtividade do Estado e aproveitando da melhor maneira possível as condições oferecidas para as atividades agrícolas integradas às características regionais, utiliza-se o zoneamento agrícola como metodologia que, baseado em exigências climáticas, edáficas e/ou socioeconômicas, visa designar locais e épocas preferenciais ao plantio/semeadura de culturas nas diversas regiões do Estado. Juntamente com as questões agrícolas, buscou-se gerar um sistema de informação gerencial aliado à inteligência artificial na área de sistemas especialistas que possa utilizar uma base de informações e cruzá-las com regras de produção modeladas a partir do conhecimento humano na área agrônômica para cada cultura de maneira eficiente. Neste contexto, o sistema é capaz de fornecer um nível básico de tomada de decisão para o usuário, de forma que ele tenha mais tempo para planejar melhor as ações, aprimorar o sistema e agregar diferentes conhecimentos e valores (PANDOLFO, et al. 1999).

- **Sisagro:** É um sistema de agrometeorologia para computador que visa desenvolver e implementar funções agrometeorológicas, formando um sistema informatizado e integrado de informações. O objetivo é dar suporte ao processo de tomada de decisão, dentro dos preceitos de zoneamento e monitoramento agrometeorológico. Constitui-se numa ferramenta para geração de dados cuja finalidade é orientar as atividades agrícolas, possibilitando selecionar as compatíveis com o ambiente em Santa Catarina. Especificamente, objetiva desenvolver um sistema informatizado e integrado de informações agrometeorológicas e geoambientais. Os módulos que constituem são Banco de Dados, Estatístico e Agroambiental. O Banco de Dados é caracterizado pela coleta dos dados diários nas diversas estações meteorológicas. A consistência, geração de falhas e os cálculos estatísticos dos dados se encontram no módulo estatístico. E, finalmente, no módulo agroambiental, após os procedimentos anteriores e a base estar livre de falhas, são efetuados os diversos cálculos voltados para a área de agrometeorologia (PEREIRA, et al., 2004).

5.4 Coletâneas de cartas e mapas climatológicos

Um Atlas Climatológico reúne extensa coleção de mapas sobre as mais diversas variáveis meteorológicas que atuam na superfície da Terra e influenciam as atividades em diversas dimensões, entre as quais se destacam a humana e a agrícola. Entre tais atividades, a agricultura praticada no estado de Santa Catarina é um setor

estratégico na produção de alimentos que sofre os riscos diretos das adversidades climáticas, em especial aquelas ligadas à temperatura e às chuvas.

O conhecimento da distribuição espacial das principais variáveis climáticas é de considerável relevância para os mais variados fins, tais como o planejamento das atividades relacionadas à agricultura, silvicultura e pecuária, bem como no auxílio à preservação do ambiente, que permite a avaliação das disponibilidades climáticas da região estudada (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007). A ocorrência da fauna e da flora de uma região está, direta ou indiretamente, ligada ao tipo de clima e de solo, os quais contribuem na delimitação física dos biomas (WREGÉ et al., 2011).

● **Atlas do Zoneamento Agroclimático Estado de Santa Catarina (1978)**

A Empasc, a partir de 1978, elaborou zoneamento agroclimático para 26 culturas de maior interesse para o estado de Santa Catarina. Juntamente com essa publicação, foram traçados e publicados 11 mapas básicos climáticos, sendo: precipitação total e anual média; dias de chuva totais, anuais e médios; temperatura média anual; média de temperaturas mínimas e máximas anuais; evapotranspiração potencial total anual (Penmann); evapotranspiração real, total e anual; excedente e deficiência hídrica total e anual; e tensão de vapor d'água, média anual.

● **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina (2002)**

O Atlas Climatológico digital do Estado de Santa Catarina foi publicado em 2002 em forma de CD-Rom e apresenta mapas em formato PDF ou em *shapefile*. Em 2007 saiu a segunda versão. Os objetivos dessa publicação foram de complementar e atualizar a primeira edição das Cartas Climáticas do Estado de Santa Catarina (Empasc, 1978) e reunir informações de algumas das principais variáveis meteorológicas para permitir a avaliação das disponibilidades climáticas ao nível decenal, mensal e anual. Foram trabalhadas as seguintes variáveis climáticas: temperatura do ar, evapotranspiração de referências, geadas, precipitação média e provável, probabilidade de atendimento hídrico, precipitação máxima em 24 horas, média de dias com chuva, umidade relativa do ar, insolação (PANDOLFO et al., 2002).

● **Atlas Climatológico da Região Sul do Brasil (2011)**

O Atlas Climatológico da Região Sul do Brasil é um trabalho inédito e que preenche uma lacuna existente, com a caracterização dos três estados pertencentes à região. O documento abrange Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em um só plano de informação, feito em sistemas de informações geográficas com planos digitais, e conta com 566 estações pluviométricas georreferenciadas e 125 estações meteorológicas completas. O objetivo desse estudo foi representar espacialmente as medidas médias e normais das diversas variáveis climáticas nas escalas temporais compatíveis com as atividades agrícolas (mensais, estacionais e anuais), através dos

cálculos dos dados climáticos disponíveis nos bancos de dados da Embrapa Clima Temperado e Embrapa Trigo; das organizações estaduais de pesquisa da Região Sul do Brasil, entre as quais o Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Contou, ainda, com órgãos federais, como o 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e a Agência Nacional de Águas (ANA). Foram utilizados, também, dados climáticos do Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) do Uruguai (INIA, 2007) disponíveis na Internet para a interpolação na zona de fronteira Brasil-Uruguai (WREGG, et al., 2011).

6 Considerações finais

É inegável a contribuição científica e tecnológica produzida pelos profissionais dedicados à Agrometeorologia de Santa Catarina a partir da década de 1970, assim como é inquestionável a relevância da produção voltada para o desenvolvimento da agropecuária e do conhecimento aprofundado da climatologia, da meteorologia e da hidrologia do nosso território. Além do esforço da Epagri para a formação de profissionais dessa área, o estabelecimento da rede observacional de superfície, do banco de dados, assim como o processamento e a geração de informações, foram passos estratégicos altamente compensatórios para a socioeconomia e o desenvolvimento científico e tecnológico de Santa Catarina.

Assim, esforços concentrados foram direcionados, também, para o desenvolvimento e a implantação de plataformas de coleta de dados (meteorológicos, hidrológicos, oceânicos e ambientais), a partir do ano 2000. Isso facilitou o conhecimento de múltiplos locais e agroecossistemas, bem como o monitoramento de suas variáveis, úteis para a automatização dos modelos de previsão do tempo e dos recursos hídricos e ambientais.

Com o advento da eletrônica e dos meios de comunicação de massa (via telefonia, satélites ou redes de rádio de grande alcance) e com o avanço da telefonia móvel celular, proliferaram as redes de torres de transmissão de dados, facilitando o envio de dados das estações localizadas em regiões mais diversas e remotas no mundo. Com isso, vislumbrou-se a possibilidade de substituição das estações meteorológicas convencionais por automáticas, telemétricas, com leituras programáveis desde segundos a diversas horas por dia, meses e anos.

Dessa forma, a carreira de observador meteorológico ou hidrológico convencional começou a ficar em segundo plano, na certeza de que a tecnologia substituiria a mão de obra cara e muitas vezes de difícil operacionalização (leituras programadas por diversos horários diários, sinóticos, em fusos horários específicos pelo mundo todo, em qualquer dia e condição de tempo e clima). No entanto, ao longo dos últimos anos, ficou clara a impossibilidade teórica de se eliminar totalmente essa mão de obra, aparentemente descartável pela tecnologia eletrônica contemporânea, pelo simples fato da existência de fadiga eletrônica que ocorre ao passar do tempo de uso, perda de sinais eletrônicos de transmissão de dados (telemetria), manutenções periódicas, entre outros.

Por outro lado, as estações climatológicas e agrometeorológicas (observação física e biológica) convencional podem assim ser ponderadas: instrumentos e sensores convencionais mais robustos e confiáveis, com pouca ou nenhuma necessidade de calibração e com vida útil de longa duração (anos, décadas); sensores não sofrem a interferência de campos eletromagnéticos diversos (descargas elétricas, variações eletroeletrônicas provocadas por alterações magnéticas terrestres ou por campos artificiais); facilmente substituíveis e de custo relativamente baixo; menor risco de perda de séries históricas; séries históricas mais confiáveis, dependendo

da qualificação e do empenho dos observadores meteorológicos. As principais desvantagens, por sua vez, podem ser inumadas da seguinte forma: necessidade de observador meteorológico com mediana formação acadêmica, com alternância dos profissionais por turnos de operação; maior demora no processamento e disponibilização dos dados para tomada de decisão e monitoramento climático; dificuldade de manter redes mais densas de estações pela necessidade de observadores e custos de mão de obra envolvida.

Finalmente, pode-se afirmar, com base na orientação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) – agência especializada das Nações Unidas que baliza a meteorologia mundial – que uma rede territorial deve ser suficientemente densa para observar os diversos fenômenos meteorológicos existentes, de modo adequado aos processos de tomada de decisão em prol da manutenção dos setores produtivos e da vida no planeta.

Isso somente será possível se combinarmos informações obtidas automaticamente (telemétricas) e por sensores convencionais, estes em menor número, mas que assegurem que os dados e as informações das séries históricas de áreas territoriais mais abrangentes (macroclimáticas) sejam confiáveis. **As estações climatológicas e agrometeorológicas convencionais** devem cumprir seu papel de **observatórios do tempo, do clima e de suas relações com a biologia (animal/vegetal)** de longa duração, necessárias também para relatar as possíveis mudanças atmosféricas advindas dos processos de aquecimento global em curso. Devemos destacar ainda que, embora sejam importantes para uma melhor cobertura do território, as estações meteorológicas automáticas são incapazes de substituir plenamente um bom observador meteorológico.

7 Literatura citada

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BARROS, A.H.C.; BASTOS, E.A. et al. **Atlas climatológico do Estado do Piauí**. Embrapa Meio-Norte, 2007. 1 CD-ROM.

BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L.H.P.; ANTUNES, E.N. **Estações hidrometeorológicas automáticas**: recomendações técnicas para instalação. Florianópolis, SC: Epagri, 2012. 43 p. (Epagri. Documentos, 240).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: Fao, 1977. 143p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).

DOORENBOS, J.; KASSAN, AH. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 33).

EMPASC. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: Pallotti, 1978. 150p.

EMPASC. **Atlas do Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre. Ed. Pallotti, 1978. 27 map.(Convênio: M.A./SUPLAN - S.A.A./CEPA/Empasc).

EMPASC. **Programa operacional do setor de agrometeorologia - DTC**. Florianópolis: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de Santa Catarina, 1983 – 1985. (Documento Interno).

EMPASC. **Programa Estadual de Agrometeorologia**. Florianópolis: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de Santa Catarina, 1986. (Documento Interno).

EMPASC. **I Curso de iniciação à pesquisa - Empasc, Cetrevi/ Videira - SC**. Florianópolis: Departamento de Agrometeorologia (DAG); Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado de Santa Catarina, 1986b. (Documento Interno).

EPAGRI/CIRAM. **Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM)**. Florianópolis. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/>>. Acesso em: 27 out 2014.

GRIMM, A.M. **Meteorologia básica** - Notas de Aula. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Física. Disponível em: <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/>>. Acesso em: 30 out 2014.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland: WMO;

UNEP. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/index.htm>>. Acesso em: 22 out. 2014.

MAPA. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>. Acesso em: 22 out. de 2014.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 440p.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **Anuário Interativo do Observatório Nacional**. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://euler.on.br/ephemeris/index.php>>. Acesso em 31: out 2014.

PANDOLFO, C.; PEREIRA, E.S.; MORAES, A. et al. Sistema computacional para elaborar o Zoneamento Agrícola de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., e REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2, 1999, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Epagri; SBM, 1999.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JR, V.P. da. et al. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.

PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proc. Roy. Soc.** London, A193, p.120-146, 1948.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: Fealq, 1997.183p.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R; SENTELHAS, P.C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Esalq, 2007. 192p. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce5702/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf>. Acesso em: 30 out 2014.

PEREIRA, E.S.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P. da. **Sistema agrometeorológico para Computador - Sisagro II**. In: COBRAC, 2004, Florianópolis, 2004.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H.J. et al. Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., e REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Epagri; SBM, 1999.

THORNTONWAITE, C.W.; HOLZMAN, B. **Measurement of evaporation from land and water surface**. Washington: USDA, 1942. (USDA. Technical Bulletin, 817).

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Laboratory of Climatology, 1955.

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

WREGE, M.; STEINMETZ, S.; GARRASTAZU, M.C. et al. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. v.1. p.332.

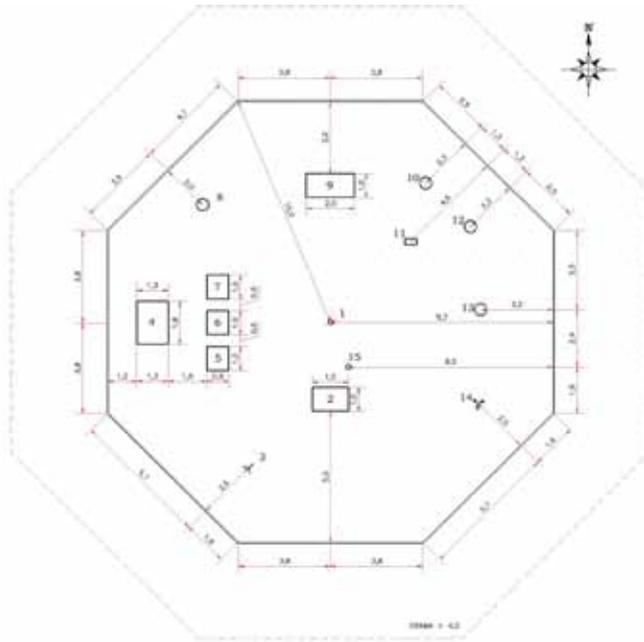
WMO. **Report on the measurement of leaf wetness**. Geneva: WMO, 1992. 10p. (WMO/TD-Nº478).

WMO. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. Geneva: WMO, 2012. p.715. (WMO-No. 8).

WMO. **Guide to the Global Observing System**. Geneva: WMO, 2013a. p.715.(WMO. No. 488).

WMO. **Manual on the Global Observing System - Volume I - Global Aspects**. Geneva: WMO, 2013b. p.60. (WMO-No. 544). Observação de fenômenos diversos

ANEXO I – Plantas



- 01 Poste de luz;
- 02 Abrigo;
- 03 Cata-vento (10 m);
- 04 - 07 Evapotranspirômetro;
- 08 Heliógrafo e pinanógrafo;
- 09 Geotermômetros (5, 10, 20, 30 e 50 cm);
- 10 Pluviógrafo;
- 11 Orvalhógrafo;
- 12 Pluviômetro;
- 13 Tanque de evaporação classe A;
- 14 Anemômetro totalizador (2m);
- 15 Termômetros de relva (5cm).

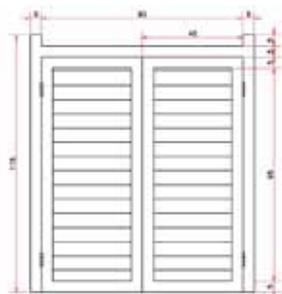
Fonte: Adaptado de Empasc (1986b).

Figura 25. Planta da estação octogonal.

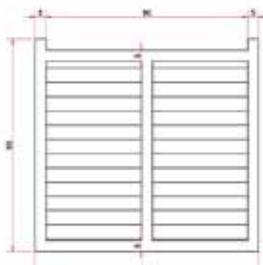


Fonte: Adaptado de Empasc (1986b).
 Figura 26. Planta do escritório anexo à
 estação meteorológica.

ANEXO II - Detalhes do abrigo meteorológico



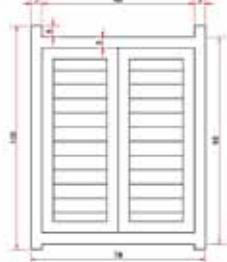
veneziana frontal externa



veneziana fundo externa



veneziana lateral externa



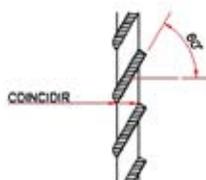
veneziana frontal interna



veneziana fundo interna



veneziana lateral interna



Detalhe do encaixe das venezianas

Fonte: Adaptado de Empasc (1986b).

Figura 27. Detalhes das venezianas do abrigo meteorológico.

ANEXO III - Publicações

Relação dos principais trabalhos e produção científica obtida em Santa Catarina pela Agrometeorologia a partir dos anos 1970, principalmente pelo corpo de profissionais e pesquisadores da Epagri.

ALTHOFF, D.A.; BACK, A.J. Estimativa da insolação através da nebulosidade. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, n.4, p.04-05, 1991.

ALTHOFF, D.A.; POLA, A.C.; SÔNEGO, M. Chuvas ácidas em Urussanga, Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, SC, v.20, n.2, p.7-7, 2007.

ALTHOFF, D.A.; BRAGA, H.J.; VIEIRA, H.J. **Determinação das melhores épocas de plantio do milho precoce e tardio para a Região Oeste de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Empasc, 1987. 37p. (Empasc. Documentos, 88).

ALTHOFF, D.A.; SÔNEGO, M.; POLA, A.C. **Parâmetros para a agricultura irrigada de Santa Catarina: evapotranspiração potencial**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 32p. (Epagri. Documentos, 172).

ARAUJO, C.E.S. de; MASSIGNAM, A.M.; BORGES, R.C. Previsão de geada em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.25, p.87-90, 2012.

ARAUJO, G.; CAMPOS, C.G.C.; BRAGA, H.J. et al. Levantamento de hora de frio nas diferentes regiões de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.22, p.44-47, 2009.

BACK A, J.; DELLA BRUNA, E. Demanda hídrica e necessidade de irrigação da videira para Urussanga, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.22, n.1, p.76-81, mar. 2009.

BACK, A.J. Ajuste do método da radiação para estimativa da evapotranspiração de referência na região de Urussanga, SC. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.13, p.1-7, 2007.

BACK, A.J. Alterações no regime pluviométrico de Santa Catarina. In: MESSIAS, A.S.; FEITOSA, M.C.A. **A influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos**. Recife, PE: FASA, 2011. p.884-904.

BACK, A.J. Análise dos dados de vento. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.5, n.2, p.7-17, 1999.

BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências

climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.717-726, 2001.

BACK, A.J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina (com programa Hidrochu - SC para cálculos)**. Florianópolis, SC: Epagri, 2013. 197p.

BACK, A.J. Coeficiente da equação de Makkink para estimativa da evapotranspiração de referência na região de Urussanga, SC. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.13, p.1-7, 2007.

BACK, A.J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **Irriga**, Botucatu, SP, v.13, n.4, p.449-466, 2008.

BACK, A.J. Determinação dos coeficientes da equação de Angström-Prescott para a estimativa da radiação solar global para Urussanga, SC. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v.13, n.3, p.430-435, set./dez. 2005.

BACK, A.J. Equação de chuvas intensas para a região de Urussanga. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.3, n.2, p.31-36, 1997.

BACK, A. J. Frequência de chuvas em Santa Catarina. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.7, n.2, p.63-72, 2001.

BACK, A.J. Necessidade de irrigação da cultura do feijão no sul do Estado de Santa Catarina. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.7, n.1, p.211-222, 2001.

BACK, A.J. Necessidades de irrigação para a cultura do milho no Litoral Sul Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.11, n.4, p.56-59, dez./fev. 1998.

BACK, A.J. Relação Intensidade-Duração-Frequência de chuvas intensas de Florianópolis, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ, v.5, n.3, p.126-132, 2000.

BACK, A.J. Relações entre precipitações intensas de diferentes durações ocorridas no município de Urussanga, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p.170-175, 2009.

BACK, A.J. Seleção de distribuição de probabilidades para chuvas diárias extremas do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, RJ, v.16, n.2, p.211-222, 2001.

BACK, A.J. Time distribution of heavy rainfall events in Urussanga Santa Catarina State, Brazil. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, PR, v.33, n.4, p.583-588, 2011.

BACK, A.J. Variação da evapotranspiração de referência calculada em diferentes intervalos de tempo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.27, n.1 , p.139-147, 2007.

BACK, A.J.; BRUNA, E.D. Soma térmica nas fases fenológicas da videira 'Niágara Rosada' cultivada em Urussanga, Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.3, p.85-89, 2012.

BACK, A.J.; BRUNA, E.D.; BO, M.A.D. Mudanças climáticas e a produção de uva no Vale do Rio do Peixe, SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v.35, n.1, p.159-169, 2013.

BACK, A.J.; BRUNA, E.D.; FELIPPETO, J. Tendências nos índices climáticos e agroclimáticos aplicados à Videira no Planalto Serrano de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v.13, p.137-148, 2013.

BACK, A.J.; BRUNA, E.D.; VIEIRA, H.J. Tendências climáticas e produção de uva na região dos Vales da Uva Goethe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.47, n.4, p.497-504, 2012.

BACK, A.J.; DUFLOTH, J.H. Demanda hídrica e necessidade de irrigação de pastagens na região de Tubarão, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, SC, v.26, n.3, p.68-73, 2013.

BACK, A.J.; HENN, A.; OLIVEIRA, J.L.R. Heavy rainfall equations for Santa Catarina, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.35, n.6, p.2127-2134, 2011.

BACK, A.J.; ROSSO, J.C. Avaliação do desempenho de métodos empíricos baseados na radiação solar para a estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v.12, n.1, p.73-101, 2006.

BACK, A.J.; UGGIONI, E.; VIEIRA, H.J. Modeling precipitation of short duration by means of the modified bartlett-lewis rectangular pulse model. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.26, n.3, p.461-471, 2011.

BACK, A.J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.5, p.717-726, maio 2001.

BACK, A.J. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2002. 65p.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; LIBARDI, P.L. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relações com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do tanque Classe A. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, v.24, n.4, p.387-392, abr. 1989.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; OMETTO, J.C. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro. IV Alterações micrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.7, p.769-777, jul. 1989.

BRAGA, H.J. Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico na região de Laguna, Litoral Sul de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1983, Campinas, SP. **Anais...Campinas**, SP: IAC, 1983. v.I. p.283 - 309

BRAGA, H.J. **Caracterização da seca agrônômica no litoral de Santa Catarina**. Florianópolis, SC : EMPASC, 1986. p.34.

BRAGA, H.J., BIASI, J. Determinação das temperaturas-base e Graus-dia de três cultivares de alho de ciclo precoce, médio e tardio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., 1987, Belém, PA. **O clima e o desenvolvimento rural brasileiro**: coletânea de trabalhos apresentados... Belém: Embrapa-CPATU, 1987. p.91-93

BRAGA, H.J.; SILVA, L.M. Sisagro - Sistema agrometeorológico para crocomputador. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., 1987, Belém, PA. **O clima e o desenvolvimento rural brasileiro**: coletânea de trabalhos apresentados... Belém: Embrapa-CPATU, 1987. p.405-406.

BRAGA, H. J.; THOMÉ, V.M.R. **Regionalização de épocas de semeadura de trigo no Estado de Santa Catarina - Ciclo Precoce**. In: REUNIÃO ANUAL DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE TRIGO, 19.,, CNPT/EMBRAPA, 1987. v.1. p.37 - 42

BRAGA, H.J. **Previsão agrícola: uma nova abordagem - uso de scanner aerotransportável e redes neurais**. 1995. 197f. Tese (Doutorado)(- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1995.

BRAGA, H.J. **Determinações de regiões do Brasil mais adequadas climaticamente à produção da batata (*Solanum tuberosum* L.)**: projeto batata pré-frita congelada. Florianópolis: Empasc, 1987. 72p.

BRAGA, H.J.; LEITE, G.B.; SILVA, L.M. **Determinação preliminar dos parâmetros A e B da equação de Angström para seis localidades de Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Empasc, 1987. 24p. (Empasc. Documentos, 89).

BRAGA, H.J.; SILVA, L.M., KICHEL, N. **Normais de temperaturas máximas, médias e mínimas estimadas em função das latitudes, longitudes e altitudes para 199 municípios de Santa Catarina**. Florianópolis: Empasc, 1987. 44p. (Empasc. Documentos, 86).

BRAGA, H.J.; LANZER, E.A. Previsão agrícola da cultura da maçã: uso de redes neurais e programação linear. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande: SBA, 1995. p.374 – 379.

BRAGA, H.J., ZAMPIERI, S.L. **Taller Regional sobre aplicaciones de la metodología de zonas agroecológicas y sistemas de información de recursos de tierra en America Latina y el Caribe.** Santiago de Chile: FAO, 1996. p.20.

BRAGA, H.J., STECHERT, R. **Estimativa de horas de frio abaixo de 7,2°C e 13°C para 10 localidades do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, SC: Empasc, 1987. 42p. (Empasc. Documentos, 90).

BRAGA, H.J.; LEITE, G.B.; SILVA, L.M. da. **Determinação preliminar dos parâmetros a e b da equação de Angstrom para seis localidades de Santa Catarina.** Florianópolis, SC: Empasc, 1987. 24 p. (Empasc. Documentos, 89).

BRAGA, H.J., GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11. e REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis, SC. **Programa e resumos...** Florianópolis: SBA, 1999. CD ROM.

BRAGA, H.J., STEINMETZ, S. Zoneamento de épocas de semeadura do arroz irrigado nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia** , v.9, p.48 - 53, 2001.

BRAGA, H.J., THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. Et al. **Zoneamento Agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina.** Florianópolis, SC. : Epagri, 1997. p.33. (Epagri. Documentos, 186).

BRAGA, H.J.; THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. et al. Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** p.324-326.

BRAGA, H.J.; ZAMPIERI, S.L.; LOCH, C. Proposta de Zoneamento Agroecológico para a Microbacia Hidrográfica do Arroio do Tigre, Concórdia, Santa Catarina In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 20.; IX CONGRESSO NACIONAL DE ENG. AGRIMENSURA, 8 e VIII CONFERÊNCIA IBERO-AMERICANA DE SIG, 8., 2001, Porto Alegre, RS.

BRAGA, H.J.; BENEZ, M.C.; MACIEL, C.A.T. et al. **Sistema de Informação do Recurso Terra - SIRT: Projeto-piloto aplicado à microbacia hidrográfica Arroio do Tigre, Concórdia, SC, BR.** Florianópolis, SC : Epagri, 2002. v.01. p.34.

BRAGA, H.J.; SILVA JUNIOR, C.P. da; PANDOLFO, C. et al. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da maçã no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de**

Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, p.439-445, 2001.

BRAGA, H. J.; SIMOM, Á.; MACIEL, C.A.T. et al. **Desenvolvimento de um sistema de informação do recurso terra**: projeto piloto da microbacia hidrográfica do Arroio do Tigre, Concórdia, Estado de Santa Catarina.. Florianópolis, SC: Epagri, 2000. v.50. p.1800.

BRAGA, H.J.; PANDOLFO, C.; ZAMPIERI, S.L. et al. Análise hidroclimática da estiagem 2004/2005 sobre as culturas do milho e feijão, na bacia do Rio do Peixe. In: **Anais do XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2005**, Campinas, SP.

BRAGA, H. J., Claudia Camargo, Ludmila Machado, PANDOLFO, Cristina. **Estudo de Tendências Climáticas da Temperatura do Ar no Estado de Santa Catarina** In: XVI CBA - CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2009, BELO HORIZONTE, MG.

XVI - CBA Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Campinas, São Paulo: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2009. v.1. p.95 - 99.

CAMPOS, C. G. C.; BRAGA, H. J.; ALVES, R. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 31-35, nov. 2006.

CAMPOS, C.G.C., BRAGA, H. J., ALVES, R. C. **ANALISE CLIMATICA DA VARIABILIDADE DA PRECIPITACAO E DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DE SANTA CATARINA**. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia - **CBMET**, 2006, Florianópolis, SC.

CAMPOS, C. G. C.; VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L. Fluxos de radiação solar global em vinhedos de altitude de São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 3, p. 722-729, 2013.

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; BHERING, S. B.; PEREIRA, L. C.; PEREIRA, N. R.; MARTORANO, L. G.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura da soja no Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 19 p. (Embrapa. Documentos, 11).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; BHERING, S. B.; PEREIRA, L. C.; PEREIRA, N. R.; MARTORANO, L. G.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; LAUS NETO, J. A.; PUNDEK, M.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático**

para a cultura do trigo no Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 22 p. (Embrapa. Documentos, 12).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; BHERING, S. B.; PEREIRA, L. C.; PEREIRA, N. R.; MARTORANO, L. G.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S. **Zoneamento Pedoclimático para *Pinus elliotti* no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 20 p. (Embrapa Solos. Documentos, 9).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; BHERING, S. B.; PEREIRA, L. C.; PEREIRA, N. R.; MARTORANO, L. G.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S. **Zoneamento Pedoclimático para *Pinus taeda* no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 21 p. (Embrapa Solos. Documentos, 10).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do arroz irrigado no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 23 p. (Embrapa Solos. Documentos, 2).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura da batata no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 24 p. (Embrapa Solos. Documentos, 3).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura da maçã no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 19 p. (Embrapa Solos. Documentos, 7).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S.

B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do milho no Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 23 p. (Embrapa.Documentos, 8).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S. **Zoneamento pedoclimático para Eucalyptus dunnii no Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 21 p. (Embrapa Solos. Documentos, 4).

CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; GOMES, J. B. V.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para Eucalyptus grandis no Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 20 p. (Embrapa Solos. Documentos, 5). ISSN, 1517-2627.

CRUZ, G de S, RODRIGUES, M. L., BRAGA, H. J. A Meteorologia em Santa Catarina. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**. , p.34 - 41, 2008.

CRUZ, G.; CAMARGO, C.; MONTEIRO, M.; BRAGA, H. J.; PINTO, E. Levantamento de horas de frio nas diferentes regiões de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 44-47, mar. 2009.

CUNHA, G., HAAS, João Carlos, MALUF, Jaime Ricardo Tavares, CARAMORI, Paulo Henrique, ASSAD, Eduardo Delgado, BRAGA, Hugo José, ZULLO JR, Jurandir, LAZARROTO, Cláudio, GONZAGA, Sérigio Luiz, WREGGE, Marcos, PINTO, Hilton Siveira, BRUNINI, Orivaldo, PASINATO, Aldemir, PIMENTEL, Márica Barrocas Moreira, PANDOLFO, C., SILVA JÚNIOR, Vamilson Prudêncio da. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. , v.9, p.400 - 414, 2001.

DIAS, M. A. F. S. (Ed.); ANGELIS, C. F.; NOBRE, C.; CREPANI, E.; CAMARA, G.; OBREGN, G.; MARENGO, J.; VIANEI, J.; MACHADO, L. A.; SELUCHI, M.; KAMPEL, M.; NOBRE, P.; FLORENZANO, T. G.; PARADELLA, W.; MOURA, A. D.; CALVANCANTI, L.; RODRIGUES, M. L. G.; LIMA, M.; FLORES, M.; ZAMPIERI, S. L.; MINUZZI, R. **As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina um estudo de caso visando melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos**. INPE/CPTec: Cachoeira

Paulista, 2009. 67 p.

DUFLOTH, J. H.; BACK, A. J. Déficit hídrico em pastagens na região de Sombrio, SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC, v. 18, n. 1, p. 44-55, 2012.

EBERT, D. A., BRAGA, H. J., PETRI, J., BENDER, R. J. First experiences with child-unid models in southern Brazil. In: International Symposium Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management., 1985, Stuttgart - Germany. **Abstracts of International Symposium Computer Modelling in Fruit Research and Orchard Management.** , 1985. v.1. p.79 - 83

ECHEVERRIA, L. C. R., BRAGA, H. J., SILVA, M. C., LANZER, E. A., PIETA FILHO, C., UBERTI, A. A. A. **Competição de cultivares de trigo - uma alternativa de extrapolação de resultados experimentais entre regiões.** Florianópolis, SC. : **EMPASC**, 1986, v.1000. p.87.

FLESCH, R.D., MASSIGNAM, A. M. Épocas de semeadura do milho para as regiões de Chapecó e Campos Novos. **Agropecuária Catarinense**, v.13, p.43 - 47, 2000.

GOMES, J. B. V.; CHAGAS, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; PEREIRA, L. C.; BHERING, S. B.; MARTORANO, L. G.; PEREIRA, N. R.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PUNDEK, M.; LAUS NETO, J. A.; BACIC, I. L. Z.; BENEZ, M. C.; CHANIN, Y. M. A.; TASSINARI, G.; MOLINARI, A. J.; CARRIAO, S. L.; SILVA JÚNIOR, V. P.; PANDOLFO, C.; POTTER, R. O.; FLORES, C. A.; ZAÚ, A. S.; LEMOS, R. C. **Zoneamento pedoclimático para a cultura do feijão no Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 40 p. (Embrapa Solos. Documentos, 6).

IDE, B.Y.; UBERTI, A.A.A. ; ALTHOFF, D.A. ; THOMÉ, V.M.R. ; WITIUK, N. Potencialidade do estado de Santa Catarina para o cultivo de algumas especies vegetais. I.**Climatica**. Florianopolis: EMPASC, 1979. 12p. (EMPASC. Boletim Técnico. Serie Estudos, 3).

MASSIGNAM, A. M., ANGELOCCI, L. R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de Tres Cultivares de Girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.71-79, 1993.

MASSIGNAM, A. M., ANGELOCCI, L. R. Relação entre temperatura do ar, disponibilidade hídrica no solo, fotoperíodo e duração de subperíodos fenológicos do girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.61 - 69, 1993.

MASSIGNAM, A. M., DITTICH, R. C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas para o Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. , v.6, p.213 - 220, 1998.

MASSIGNAM, A. M., FLESCH, R.D., VIEIRA, H.J., VICTORIA, F.b., HEMP, S. Ecofisiologia do feijoeiro. V - Relação entre o rendimento de grãos e a deficiência

hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.63 - 68, 1998.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2006. 24p. (Epagri. Documentos, 225)

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C., HAMMES, L. A., PEREIRA, Emanuela Salum. Probabilidade de ocorrência do total anual de horas de frio (HF < 7,8°C) em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, p.301 - 308, 2006.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C., HAMMES, L. A., PEREIRA, Emanuela Salum. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas decendiais do ar no Estado de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, p.109 - 119, 2005.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C., HAMMES, L. A., PINTO, E. S. P. Espacialização das probabilidades do total anual de horas de frio em Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v.20, p.58 - 61, 2007.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C., HECK, T. C., VIANNA, L. F. N., ZAMPIERI, Sérgio, JUSTEN, J. G. K. ZONEAMENTO CLIMÁTICO DA PUPUNHA (*Bactris gasipaes*) para o estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.27, p.86 - 90, 2014.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, Cristina. **Estimativa das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas do ar decendiais e anuais do Estado de Santa Catarina**. (Florianópolis: Epagri, 2006. 26p. (Epagri. Documentos, 224).

MASSIGNAM, A. M., VIEIRA, H.J., FLESCHE, R.D., HEMP, S. Ecofisiologia do feijoeiro. III - Influência de variáveis bioclimáticas na duração de subperíodos fenológicos e determinação de temperatura-base e graus-dia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.47 - 54, 1998.

MASSIGNAM, A. M., VIEIRA, H.J., HEMP, S., DITTRICH, R. C., FLESCHE, R.D., VICTÓRIA, F.B. Ecofisiologia do feijoeiro. I - Determinação do período mais crítico a deficiência hídrica do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.35 - 39, 1998.

MASSIGNAM, A. M., VIEIRA, H.J., HEMP, S., FLESCHE, R.D. Ecofisiologia do feijoeiro. II - Redução do rendimento pela ocorrência de altas temperaturas no florescimento. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.41 - 45, 1998.

MASSIGNAM, A. M., VIEIRA, H.J., HEMP, S., FLESCHE, R.D. Ecofisiologia do feijoeiro. VI - Zoneamento Agroclimático para o Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.69 - 73, 1998.

MASSIGNAM, A. M., VIEIRA, H.J., HEMP, S., FLESCHE, R.D. Ecofisiologia do feijoeiro. IV - Rendimento de grãos sob diferentes épocas de semeadura no Estado de Santa

Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, p.55 - 61, 1998.

MASSIGNAM, A. M.; PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; PINTO, E. S. P. Espacialização das probabilidades do total anual de horas de frio em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 58-61, jul. 2007.

MILANÊS, José Maria, PANDOLFO, C., HAMMES, L. A., PARRA, José Roberto Postali. Zoneamento Ecológico de *Dilobopterus costalimai* Young, *Oncometopiafacialis* Signoret e *Acrogonia citrina* Marucci & Cavichioli (*Hemiptera: Cicadellidae*) para Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v.34, p.297 - 2005, 2005.

MIRANDA JÚNIOR, G. X., **BRAGA, H. J.**, BUDAG, P. R., PINTO, A., SILVA, C. A. **Sistema de disponibilidade hídrica do Estado de Santa Catarina (SISDHAGRI)**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba, SP.. (Anais v.1, p. 339 -341).

PANDOLFO, C. (Coord.); MASSIGNAM, A. M.; BRAGA, H. J.; SILVA JUNIOR, V. P. da; VIEIRA, V. F.; THOMÉ, V. M. R. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 1 CD-ROM.

PANDOLFO, C., HAMMES, L. A., CAMARGO, C. C., MASSIGNAM, A. M., PINTO, E. S. P., LIMA, Marilene de, MILANÊS, José Maria. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas no zoneamento da cultura do feijão no Estado de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, Santa Catarina, p.39 - 42, 2007.

PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; CAMARGO, C.; MASSIGNAM, A. M.; PINTO, E. S. P.; LIMA, M. de; MILANEZ, J. M. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas no zoneamento da cultura do feijão no estado de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n.3, p. 39-42, nov. 2007.

PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; CAMARGO, C.; MASSIGNAM, A. M.; PINTO, E. S. P.; LIMA, M. de. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas nos zoneamentos da cultura da banana e da maçã no Estado de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 36-40, jul. 2007.

PEREIRA, Emanuela Salum, **BRAGA, H. J.**, SILVA JUNIOR, V. P. **Sistema Agrometeorológico para Computador - Sisagro II** In: **COBRAC** - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2004, Florianópolis, SC.

PIANA, Z., BRAGA, H. J., GANDIN, C. L., PANDOLFO, Cristina, SILVA JÚNIOR, V. P., THOMAZELLI, L. F., PEREIRA, Emanuela Salum, THOMÉ, V. M. R. Zoneamento agrícola para a produção de sementes de cebola em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.14, p.21 - 24, 2001.

PIANA, Z.; VIEIRA, H. J.; PILATI, G. Variação da temperatura do solo sob abrigo plástico no planalto norte catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 16, n.1, p. 25-28, mar. 2003.

SCHAFFRATH, E., coord.; VIEIRA, H. J. ; BACIC, I.L.Z. ; ESPIRITO SANTO, F.R.C. do ; MIGNONI, C.L. **Levantamento edafoclimático e aptidão agrícola das terras nas áreas de assentamento.** Chapecó: Empasc, 1987. Não paginado.

SÔNEGO, M.; LICHTEMBERG, L. A. Os danos pelo frio em bananais do sul do Brasil. **Jornal da Fruta**, Lages, SC, v. 25, n. 219, p. 2-2, 2009.

STECKERT, V., ALTHOFF, D.A. Distribuição de geadas por decêndio em Campos Novos e Chapecó, Santa Catarina. Florianópolis, Empasc, SAA, 1983. 30p. (Empasc, Documento Nº 22, ISSN 0100-8986).

STEINMETZ, S.,BRAGA, H. J., **Zoneamento de Arroz Irrigado por Épocas de Semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Agrometeorologia. Passo Fundo - RS, v.9, p.429 - 438, 2001.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J. ; ALTHOFF, D. A.; PANDOLFO, C. ; MIRANDA JUNIOR, G. X. de. **Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 1997. 37 p. (Epagri. Documentos, 189).

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J. ; MASSIGNAM, A. M. ; ALTHOFF, D. A. ; PANDOLFO, C. ; MIRANDA JUNIOR, G. X. **Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 1997. 33 p. il. (Epagri. Documentos, 186).THOMÉ, V. M. R., BRAGA, H. J., ZAMPIERI, Sérgio Luiz, MASSIGNAN, A. M., ALTHOFF, D. A., PANDOLFO, Cristina, MIRANDA JÚNIOR, G. X. Zoneamento agrícola para a cultura da soja em Santa Catarina In: Congresso Brasileiro da Agrometeorologia, 10,1997, Piracicaba, SP.(Anais v.1. p.330 - 332).

THOMÉ, V.M.R.; WESTPHALEN, S.L. Efeito de época de sementeira, espaçamento entre fileiras e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos em feijoeiro. **Agrografia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 3-29, 1988.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. ; BRAGA, H.J. ; ALTHOFF, D.A. ; PANDOLFO, C. ; MIRANDA JR., G.X. de. **Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 1997. 37p. (Epagri. Documentos, 189).

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. ; BRAGA, H.J. ; MASSIGNAM, A.M. ; ALTHOFF, D.A. ; PANDOLFO, C. ; MIRANDA JUNIOR, G.X. de. **Zoneamento agrícola para a cultura do milho em Santa Catarina.** Florianópolis, SC: Epagri, 1997. 33p. (Epagri. Documentos, 190).

THOMÉ, V. M. R., **BRAGA, H. J.**, ZAMPIERI, Sérgio Luiz, MASSIGNAN, A. M., ALTHOFF, D. A., PANDOLFO, Cristina, MIRANDA JÚNIOR, G. X. **Zoneamento agrícola para a cultura da soja em Santa Catarina.** Florianópolis, SC: Epagri, 1997, v.1000. p.37.

THOMÉ, V. M. R., **BRAGA, H. J.**, ZAMPIERI, Sérgio Luiz, MASSIGNAN, A. M., ALTHOFF, D. A., PANDOLFO, Cristina, MIRANDA JÚNIOR, G. X.

Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico (ZAE-SC) para o Estado de Santa Catarina: Aspectos Metodológicos. In: Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10, 1997, Piracicaba, SP.. (v.1. p.336 - 338)

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L. ; BRAGA, H.J. **Zoneamento agrícola para a cultura do trigo em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1996. 24p. (Epagri. Documentos, 171).

THOMÉ, Vera Magali Radtke, ZAMPIERI, Sérgio, BRAGA, Hugo José, PANDOLFO, C., SILVA JÚNIOR, Vamilson Prudêncio da, BACIC, Ivan, LAUS NETO, José, SOLDATELI, Daltro, GEBLER, e, ORE, J Dalle, ECHEVERRIA, L, MATTOS, M., SUSKI, Pedro Paulo. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico**. Florianópolis: Epagri, 1999, v.1000. CD-ROM.

VANZ, A.;BORGES, R. C.;ALVES, M. P. A.;LOPES, F. Z.;CORREA, C. R. L. **Estudo preliminar de características oceanográficas e meteorológicas presentes na pesca da tainha no sul do Brasil**. Geosul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, v. 27, n. 54, p. 55-76, 2012.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; LOPES, F.; MORAIS, H. Estimativa das temperaturas médias diárias, diurnas e noturnas a partir das temperaturas horárias. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 27, n. 3, p. 329-336, 2012.

VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L.; PINTO, E. S. P. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-SC, Brasil e pech Rouge, França. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 33, n. 4, p. 1055-1065, 2011.

VIEIRA, H. J.; MASSIGNAM, A. M. Bioclimatologia da cultura do feijão. In: FLESCHE, R. D. (Coord.). **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 1992. p. 75-81.

VIEIRA, H.J.; BERGAMASCHI, H.; ANGELOCCI, L.R.; LIBARDI, P.L. Comportamento de duas variedades de feijoeiro sob dois regimes de disponibilidade hídrica no solo. II. Resistência estomática à difusão de vapor. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 9, p. 1045-1053, set. 1989.

VIEIRA, H.J.; SÔNEGO, M. Um pioneiro sistema de informações meteorológicas. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.1, n.4, p.15-16, dez., 1988.

VIEIRA, H.J.; THOMÉ, V.M.R.; SÔNEGO, M. O frio em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.2, n.1, p.14-16, mar., 1989.

WITIUK, N. Agrometeorologia em Santa Catarina - 1975. Florianópolis, Empasc, 1978, pg.32. (Empasc-Embrapa. Boletim Técnico, Série Agrometeorologia Nº 2).

WITIUK, N. Meteorologia em Santa Catarina - 1977. Florianópolis, Empasc, 1981,

pg.31. (Empasc, DOCUMENTOS 6).

WREGGE, Marcos, Rosana Clara Victoria Higa, Marilice Cordeiro Garrastazu, Ricardo Miranda Brites, CARAMORI, Paulo Henrique, Bernardete Radin, BRAGA, H. J. Climate change and conservation of Araucaria angustifolia in Brazil. Unasylya (English ed. Print). Roma, Italy (FAO), p.30 - 33, 2009.

WREGGE, M.; STEINMETZ, S.; GARRASTAZU, M. C.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R.; HERTER, F. G.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; MATZENAUER, R.; BRAGA, H. J.; PRESTES, S. D.; CUNHA, G. R.; MALUF, J. R. T.; PANDOLFO, C. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil**. Pelotas, SC: Embrapa, 2011. 332 p.

WREGGE, Marcos, HERTER, F. G., Pereira, A. S., CARAMORI, Paulo Henrique, GONCALVES, S. L., BRAGA, Hugo José, PANDOLFO, C., MATZENAUER, R., CAMARGO, M. B. P., BRUNINI, Orivaldo, STEINMETZ, S., REISSER JR, C., FERREIRA, J. A., SANS, LUIZ MARCELO. **Caracterização climática das regiões produtoras de batata no Brasil**. (Documentos, n. 133 Pelotas: Embrapa, 2004).

ZAMPIERI, Sérgio Luiz, BRAGA, H. J., THOMÉ, V. M. R. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico para olerícolas objetivando introduzir alternativas com potencial para Santa Catarina** In: Anais do Congresso Brasileiro de Olericultura, 37, 1997, Manaus, AM.

ZAMPIERI, Sérgio Luiz, BRAGA, H. J. O Zoneamento Agroecológico Potencial para a Produção de Plantas com Características Agronômicas Consideradas Medicinais para a Microbacia de Arroio do Tigre In: **XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007**.

ZAMPIERI, S. L., BRAGA, H. J., LOCH, Carlos. O Cadastro Multifinalitário e o zoneamento agroecológico em microbacias hidrográficas In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2002**, Florianópolis, SC.

ZAMPIERI, S. L., BRAGA, H. J. Análise de agrupamento na avaliação do fenômeno ENOS (El Niño e La Niña) em relação a intensidade e frequência de ocorrência conforme diferentes autores. In: **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2005**, Campinas, SP.