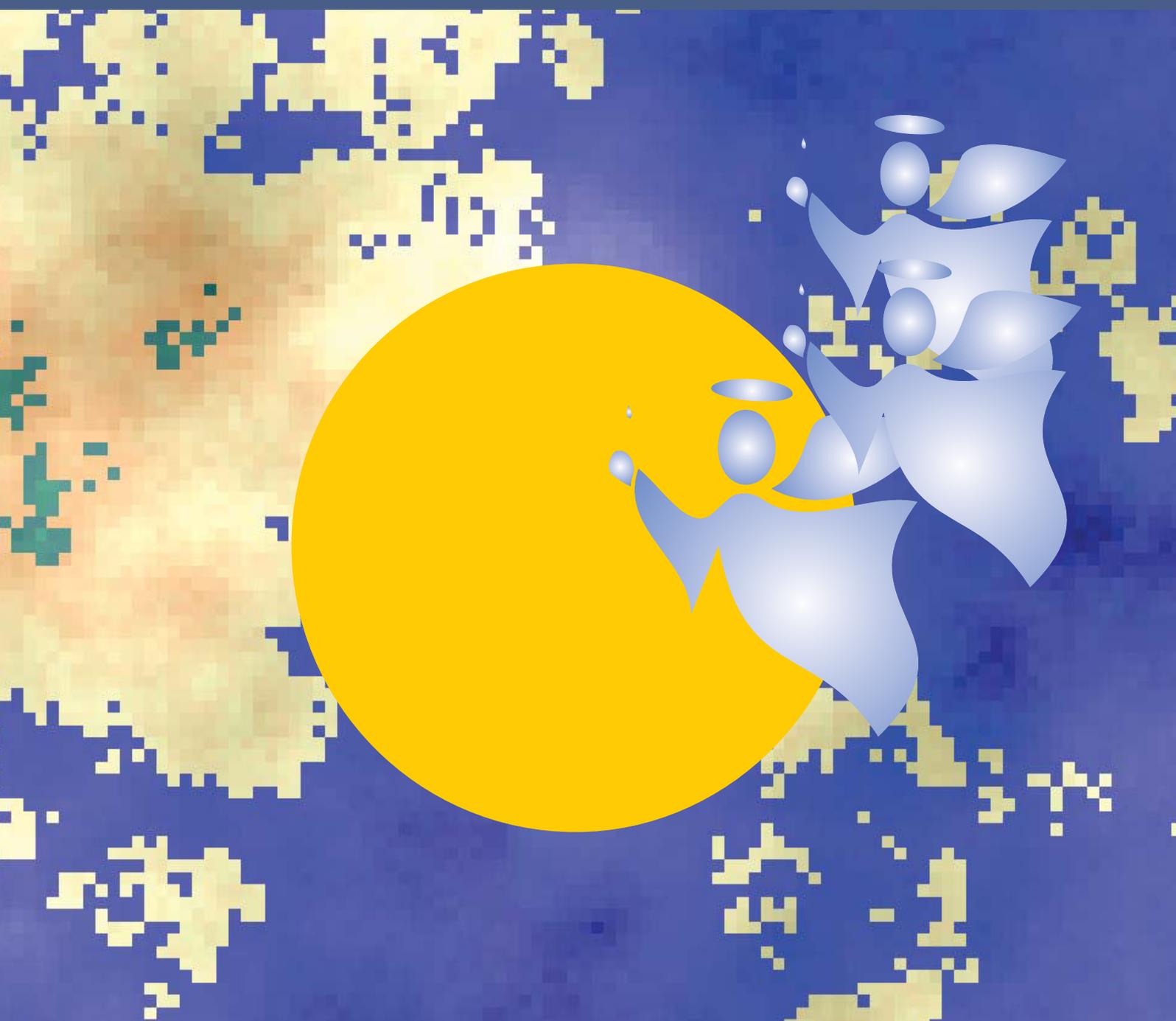


Gilberto R. Cunha

# METEOROLOGIA

Fatos & Mitos



# ***METEOROLOGIA***

***Fatos & Mitos***

*Para:*

*Leila, Vicente e Maria Paula.*

**Embrapa**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

***METEOROLOGIA  
Fatos & Mitos***

*Gilberto R. Cunha*

*Passo Fundo, RS  
1997*

*Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:*

*Embrapa Trigo  
Rodovia BR 285, km 174  
Telefone: (054) 311-3444  
Fax: (054) 311-3617  
Caixa Postal 569  
99001-970 Passo Fundo, RS*

*Tiragem: 3000 exemplares*

***Comitê de Publicações***

*João Carlos Soares Moreira - **Presidente**  
Agostinho Dirceu Didonet  
Henrique Pereira dos Santos  
Márcio Só e Silva  
Rainoldo Alberto Kochhann  
Walesca Iruzun Linhares*

*Digitação: Cleusa Dal Cortivo e Gessi Rosset  
Tratamento Editorial: Fátima Maria De Marchi  
Capa: Liciane Duda Bonatto  
Ficha Catalográfica: Maria Regina Martins*

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

*Meteorologia; Climatologia;  
Agrometeorologia; Agroclimatologia.*

*CDD 551.5*

*© Embrapa Trigo - 1997*

## **O FATO**

*"To the often-heard question, 'Why can't we make better weather forecasts?' I have been tempted to reply, 'Well, why should we be able to make any forecasts at all?'"*

*Edward N. Lorenz, MIT, USA, in **The Essence of Chaos**.*

*Fonte: <http://www.usatoday.com/weather>*

\* \* \*

## **O MITO**

*"A terra é uma bailarina espacial, de movimentos que muito pouca gente conhece."*

*Juan Rewes Febles*

*"El brujo", Observatório Antares, Montevideu, Uruguai.*

*Fonte: **Zero Hora**, 22/03/85*

\* \* \*

## **APRESENTAÇÃO**

*No início de minha carreira profissional, não faz muito tempo, 1971, tive a oportunidade de conhecer um “meteorologista caboclo”, seu Barbosa. Morava nas barrancas do Rio Passo Fundo, no município de São Valentim, e sempre que perguntávamos sobre eventos climáticos ele dizia enfaticamente: - “Se queres mentir, fale do ‘tempo’.”*

*Este e muitos outros caracterizam-se como fatos e mitos da meteorologia, assunto que temos a honra de oferecer nesta publicação, que trata de informações importantes para as pessoas que querem saber mais a respeito da meteorologia.*

*Este livro reúne em um só compêndio uma série de matérias, reportagens e crônicas jornalísticas produzidas pelo dr. Gilberto R. Cunha e publicadas em diversos jornais do Brasil.*

*Este material, por seu conteúdo, é oportuno, principalmente num momento em que a sociedade, o governo e as instituições passam a usar as informações meteorológicas como ferramenta de planejamento estratégico e de políticas de fomento e controle, dentre outras formas de aplicação.*

*A Embrapa Trigo sente-se orgulhosa de poder entregar ao seu público mais uma publicação que, não obstante seu conteúdo pouco convencional, preenche importante lacuna na informação relativa a uma área de conhecimento fundamental ao planejamento da qualidade de vida da sociedade brasileira como um todo.*

*Benami Bacaltchuk  
Chefe-Geral da Embrapa Trigo*

## SUMÁRIO

<i>Prefácio</i>	17
<i>Os Primeiros "Meteorologistas"</i>	19
<i>Os Prognósticos Meteorológicos por Computador</i>	24
<i>As Previsões Meteorológicas de Longo Prazo</i>	28
<i>Os Satélites Meteorológicos</i>	33
<i>O Fenômeno Enso e Suas Anomalias Climáticas</i>	37
<i>Aquecimento Global: Hipótese ou Fato?</i>	41
<i>Mudanças Climáticas: Mídia X Ciência</i>	45
<i>Anomalias na Camada de Ozônio</i>	48
<i>"Frost Busters": Os Caça-Geadas</i>	52
<i>As Bactérias e as Geadas</i>	56
<i>Meteorologia e Comunicação</i>	60
<i>As Frentes Meteorológicas</i>	63
<i>Sensação Térmica</i>	66
<i>Inversão Térmica</i>	68
<i>Uma Forma de Calor Que Não Se Sente</i>	71
<i>Frio ou Falta de Calor, Eis a Questão</i>	74
<i>O Nome dos Furacões</i>	77
<i>Twisters</i>	80
<i>Velocidade do Vento</i>	84
<i>As Horas</i>	86
<i>Meteorologia no Cinema</i>	89
<i>A Meteorologia e os Desastres Naturais</i>	92

<b><i>Saúde Pública e os Serviços Meteorológicos</i></b>	
<b><i>Nacionais</i></b> _____	<b>95</b>
<b><i>Cuidados com a Exposição ao Sol</i></b> _____	<b>99</b>
<b><i>A Meteorologia e o Esporte</i></b> _____	<b>102</b>
<b><i>Dia Mundial da Meteorologia - 1994:</i></b>	
<b><i>A Observação do Tempo e do Clima</i></b> _____	<b>105</b>
<b><i>Dia Mundial da Meteorologia - 1995:</i></b>	
<b><i>Serviços Meteorológicos para o Público</i></b> _____	<b>108</b>
<b><i>Dia Mundial da Meteorologia - 1996:</i></b>	
<b><i>A Meteorologia e o Esporte</i></b> _____	<b>112</b>
<b><i>Dia Mundial da Meteorologia - 1997:</i></b>	
<b><i>As Condições Meteorológicas e Hidrológicas nas</i></b>	
<b><i>Cidades</i></b> _____	<b>114</b>
<b><i>Alguns Mitos em Meteorologia</i></b> _____	<b>117</b>
<b><i>O Mito da Lua em Meteorologia</i></b> _____	<b>121</b>
<b><i>A Arte de Benzer o Tempo</i></b> _____	<b>125</b>
<b><i>Os Tempo-Sensitivos: Você é um Deles?</i></b> _____	<b>130</b>
<b><i>Um Instrumento Que Não Falha</i></b> _____	<b>133</b>
<b><i>A Influência da Meteorologia na Linguagem</i></b> _____	<b>136</b>
<b><i>Histórias da Meteorologia</i></b> _____	<b>139</b>
<b><i>Fatos Importantes na História da Meteorologia</i></b> _____	<b>145</b>
<b><i>Fahrenheit e o Termômetro</i></b> _____	<b>149</b>
<b><i>Torricelli e o Barômetro</i></b> _____	<b>154</b>
<b><i>A Contribuição dos Jesuítas à Meteorologia</i></b> _____	<b>157</b>
<b><i>A Meteorologia no Brasil</i></b> _____	<b>161</b>
<b><i>Meteorologia no Rio Grande do Sul: Ladislau</i></b>	
<b><i>Coussirat Araújo</i></b> _____	<b>166</b>
<b><i>Agrometeorologia no Rio Grande do Sul:</i></b>	
<b><i>Seção de Ecologia Agrícola</i></b> _____	<b>170</b>

<i>Toricelli Meteorologistas Ltda.</i>	177
<i>O Clima do Rio Grande do Sul</i>	181
<i>Chuvas no Sul do Brasil: Principais Aspectos do Conhecimento</i>	185
<i>Os Ventos Sul-Rio-Grandenses</i>	188
<i>Meteorologia Aplicada à Agricultura</i>	190
<i>Clima e Agricultura: "The Weather Market"</i>	196
<i>El Niño - Oscilação do Sul:</i>	
<i>Um Fenômeno Que Influencia o Clima e a Agricultura de Diferentes Partes do Mundo</i>	199
<i>O Desafio da Agricultura de Precisão</i>	210
<i>Agricultura Sustentável: O Que é Isso?</i>	213
<i>A Redução de Riscos Climáticos e o Contexto de Sustentabilidade em Agricultura</i>	217
<i>Adversidades Climáticas para a Cultura de Trigo no Rio Grande do Sul</i>	224
<i>Os Zoneamentos de Riscos Climáticos</i>	227
<i>Zoneamento de Riscos Climáticos para a Cultura de Trigo</i>	231
<i>Meteorologia em Passo Fundo:</i>	
<i>O Trabalho de Oscar Kneipp</i>	234
<i>Meteorologia em Passo Fundo:</i>	
<i>A Estação Agrometeorológica</i>	238
<i>Clima de Passo Fundo: Normais Climatológicas</i>	241
<i>Clima de Passo Fundo: Características do Vento</i>	244
<i>Clima de Passo Fundo: Radiação Solar</i>	246
<i>Clima de Passo Fundo: Fotoperíodo</i>	248
<i>Clima de Passo Fundo: Evapotranspiração Potencial</i>	251
<i>Clima de Passo Fundo: Neve</i>	253

<i>Clima de Passo Fundo: Caracterização de pH de Águas de Chuva</i>	<u>260</u>
<i>Clima de Passo Fundo: Horas-de-Frio</i>	<u>262</u>
<i>Referências Bibliográficas</i>	<u>264</u>

## **PREFÁCIO**

### **Sobre o autor**

*É muito bom e gratificante participar do lançamento de mais este trabalho do Gilberto, fruto do seu enorme talento e de sua notável bagagem intelectual e cultural. Desnecessário falar de suas qualidades; o leitor as descobrirá ao longo dos capítulos desta obra.*

*Tivemos o privilégio de interagir com o Gilberto ao longo de sua formação acadêmica e profissional, tanto no Ipagro da então Secretaria da Agricultura do RS, quando era estagiário e técnico rural, como na Faculdade de Agronomia da UFRGS, quando era aluno de graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado). Somos testemunhas do potencial e do caráter deste jovem pesquisador. Estamos orgulhosos em vê-lo ocupando o espaço que lhe é devido no ambiente profissional e social. Também ficamos satisfeitos em ver que a Embrapa corresponde e retribui ao seu desempenho.*

### **Sobre o tema**

*A meteorologia é uma ciência que encontra aplicações em praticamente todos os ramos da atividade humana.*

*Os recentes avanços no conhecimento dos mecanismos atmosféricos que produzem o tempo e o clima de uma região, graças especialmente ao auxílio de satélites e computadores, não darão ao homem o poder de controle climático. Mas, certamente, representam um passo gigante no sentido de minimizar os impactos econômicos e sociais das adversidades*

*climáticas.*

*Na agricultura, uma das mais nobres aplicações desta ciência, a melhoria da qualidade das informações meteorológicas e a possibilidade, para futuro não muito distante, de se dispor de previsões de mais longo prazo - as previsões climáticas - contribuirão de forma decisiva para o aumento da produção de alimentos no mundo.*

### **Sobre a obra**

*"Meteorologia: Fatos & Mitos" é um livro de leitura fácil e agradável, acessível ao grande público, o que não poderia deixar de ser, já que se trata de uma coletânea de artigos divulgados em jornais. A linguagem simples (muitas vezes coloquial), aliada à precisão e a clareza de expressão, permite que assuntos complexos possam ser perfeitamente compreensíveis ao cidadão comum. Nota-se que o autor busca aproximar-se do leitor. Entretanto, pelo enfoque e pela relevância de muitos dos aspectos que são tratados, torna-se leitura de grande interesse a estudantes e profissionais de uma ampla faixa do conhecimento científico e técnico.*

*A forma de expressão e a maneira como os assuntos da meteorologia são aqui expostos mostram como a ciência em si é tão bela quanto complexa, tão pitoresca quanto profunda e tão clara quanto apaixonante. É dever da comunidade científica torná-la "vulgar", no bom sentido. Só assim ela poderá ser vista como algo acessível e a serviço da sociedade como um todo.*

*Moacir A. Berlato e Homero Bergamaschi  
Professores da UFRGS - Faculdade de Agronomia*

## **OS PRIMEIROS "METEOROLOGISTAS"**

**C**onta a lenda que, há milhares de anos, ao amanhecer de um dia qualquer, um desajeitado homem das cavernas saiu de sua gruta. Ergueu uma mão peluda sobre os olhos e fitou vagorosamente umas nuvens negras sobre o horizonte. Atentamente observou um bando de estranhos pássaros no céu. Abaixou-se e juntou um punhado de terra para jogar para o alto e ver de que lado soprava o vento. Ficou algum tempo imóvel, fez uma previsão, emitiu um som ininteligível e agitando os braços retornou à sua gruta.

Para aquele homem primitivo esse ato não foi um mero passatempo. Pelo contrário, foi um assunto de máxima importância. Ele tinha de saber tudo o que pudesse sobre o tempo, pois isso lhe indicaria qual a direção a seguir, quando fosse caçar. Se tomasse a direção certa, poderia caçar o tigre de dentes-de-sabre ou o mamute. Do contrário, passaria mais um dia com fome na sua caverna. Dessa forma simples, idealizada, o homem das cavernas tornou-se o primeiro "meteorologista".

*O homem das cavernas desapareceu, ficaram seus ossos e utensílios. Porém não deixou nenhum vestígio que pudesse indicar algum conhecimento mais concreto sobre a atmosfera que o rodeava.*

*Mesmo nas civilizações mais adiantadas da antiguidade conhecia-se pouco sobre meteorologia. Os egípcios, por exemplo, pouco ou nada sabiam. Atribuiu-se isso ao fato de que no Egito o clima quase não varia durante o ano. A preocupação daquela civilização era com o rio Nilo. Este sim está presente em todas as suas manifestações culturais. Para eles, as cheias do Nilo, enriquecendo os solos inundados, eram tão importantes como a previsão do tempo é para nós.*

*Paralelamente, destaca-se que na antiguidade fazer perguntas a respeito das chuvas, dos ventos e das tempestades era considerado um sacrilégio e contra a vontade dos deuses. O controle do tempo estava, exclusivamente, nas mãos dos deuses.*

*No Velho Testamento, alguns personagens prevêm corretamente o tempo através da palavra de Deus. Nunca um meteorologista fez uma afirmação tão precisa em relação ao tempo como Elias, quando disse a Jó: "do sul vem o tufão e do norte virá o frio". Noé previu 40 dias de chuva e estava tão convicto que construiu uma arca para salvar do dilúvio pessoas e animais. José, herói bíblico, foi além. A partir de um sonho, fez uma surpreendente previsão: "vai haver sete anos de abundância no Egito e os sete anos seguintes serão de fome". E assim aconteceu.*

*Ainda na antiguidade, os babilônios, cerca de seis mil anos atrás, deixaram vestígios sobre estudos atmosféricos.*

*Porém foram os gregos, alguns séculos mais tarde, os primeiros a estudar a atmosfera cientificamente.*

*De todos os sábios gregos, quem mais se distinguiu em meteorologia foi Aristóteles. Ele nasceu no ano de 384 a.C. e foi um dos mais brilhantes pensadores de todos os tempos.*

*Aristóteles estudou os ventos e as condições de tempo relacionadas. Também estudou as nuvens, a chuva, o raio, o trovão e o orvalho. Por fim, escreveu um livro chamado "Meteorologia", que em grego significa coisas acima da Terra.*

*Em seu livro, Aristóteles cometeu alguns erros e muitos acertos. Os erros eram esperados, pois não contava com termômetro, barômetro ou qualquer outro instrumento de medição. A sua afirmação de que tudo o que existia no mundo era uma combinação de quatro elementos - terra, água, fogo e ar - foi um dos erros mais evidentes. Também errou quando disse que os tremores de terra eram causados por ventos que nela se infiltravam, e que os ventos que varriam o Mar Mediterrâneo sopravam do norte para o sul. Mas tinha razão em muitas afirmações feitas, pasmem, há mais de dois mil anos e sem instrumentos, tais como: o ar quente tende a subir para as altas camadas atmosféricas e a evaporação é causada pelo calor do sol, indo além, que esse vapor de água, sofrendo um abaixamento de temperatura, ao subir, cai sob a forma de chuva. Esta é uma explicação concisa e precisa sobre a causa das chuvas. Explicou que uma nuvem é apenas condensação de vapor de água. E, na realidade, é isso mesmo.*

*O livro "Meteorologia", de sua autoria, foi uma obra extraordinária, mas não correspondeu à expectativa popular.*

*Quem compreendeu isso foi outro grego, Teofrasto, que, tirando partido da leitura do livro de Aristóteles e dos ensinamentos dos babilônios, escreveu um livro ao gosto popular da época, chamado "O Livro dos Sinais".*

*No "Livro dos Sinais", Teofrasto mencionava oito maneiras de prever chuva, 24 para tempo bom, 45 para ventos, 50 para tempestades e 7 para prever o tempo com um ano de antecedência, entre mais de duas centenas de provérbios sobre previsão de tempo.*

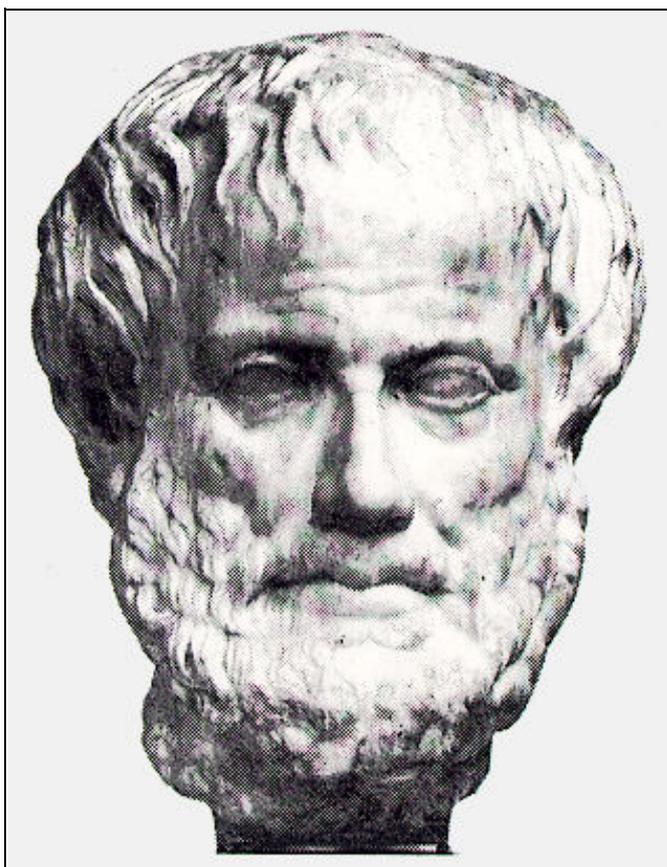
*Algumas regras de Teofrasto fazem sentido, outras são absurdas. Demonstra bons conhecimentos de meteorologia quando afirma que após um nevoeiro há pouca chance de chuva e comete disparates ao afirmar que haverá tempestade quando um burro abana as orelhas.*

*O livro de Teofrasto foi um êxito entre os gregos e, mais tarde, entre os romanos. Tudo o que tinham a fazer para saber sobre o tempo era abrir o livro na página certa, a partir de observações rudimentares.*

*Os romanos conquistaram a Grécia e após a queda de Roma sobreveio a idade média - idade das trevas -, e a meteorologia voltou a marcar passo.*

*Até o renascimento, a última palavra em meteorologia era o que havia sido dito na obra de Aristóteles.*

*Por isso, não há dúvida, Aristóteles foi o pai da meteorologia.*



*Aristóteles, "Pai da Meteorologia".*

\*\*\*

## **OS PROGNÓSTICOS METEOROLÓGICOS POR COMPUTADOR**

**A**s previsões meteorológicas constituem objeto de interesse da humanidade desde os tempos mais remotos. Os primeiros registros conhecidos datam de quatro mil anos antes de Cristo, na região da Babilônia, onde, em uma placa de barro, que se encontra sob a guarda do Museu de Londres, lê-se: "Quando um anel circunda o Sol, chuva cairá".

Passados quase seis mil anos das primeiras tentativas conhecidas de estabelecimento de relações empíricas com fins nítidos de prognóstico, a meteorologia de hoje configura-se como uma ciência que atua nas fronteiras do conhecimento. Particularmente na área das chamadas "Previsões Numéricas de Tempo".

Historicamente, foi no começo do século XX que o meteorologista norueguês Vilhelm Bjerknes estabeleceu que as condições meteorológicas futuras poderiam ser previstas por meio das equações matemáticas que descrevem os movimentos e o comportamento da atmosfera. Para isso, seria neces-

*sário um conjunto de dados referentes às condições iniciais da atmosfera e a solução do sistema de equações ao longo do tempo (sentido cronológico), para gerar os mapas meteorológicos mostrando as condições previstas.*

*Do ponto de vista matemático, a idéia de Bjerknes parece bastante simples: A previsão meteorológica é o resultado da solução de um sistema de equações matemáticas. Ou seja, a partir de um instante inicial bastava obter os novos valores para 24 h, 36 h, 48 h, 72 h, 96 h e 120 h. Portanto, matematicamente, o problema teórico da previsão de tempo estava resolvido. Teoricamente, sim; na prática, ainda não.*

*Na época de Bjerknes não existiam computadores para viabilizar a solução, em tempo hábil, das complexas equações matemáticas da atmosfera. Por isso, se diz que a concepção de Bjerknes permaneceu a esperar pelos computadores.*

*Foi durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) que o excêntrico matemático britânico Lewis Fry Richardson, enquanto prestava serviço como membro de um corpo médico que socorria feridos na França, escreveu um manuscrito descrevendo um esquema para uso das observações meteorológicas de superfície e de ar superior, visando à solução das equações básicas, chamadas equações primitivas, dos movimentos atmosféricos. Esse processo foi denominado previsão numérica ("Numerical Forecasting").*

*O manuscrito de Richardson foi perdido durante a guerra. Posteriormente, foi recuperado e acabou sendo publicado em um livro histórico de 1922: "Weather Prediction by Numerical Process", que em tradução livre para o*

português seria "Previsão de Tempo por Processos Numéricos". Nesse livro, o método era exposto e aplicado a um exemplo concreto, que foi publicado apesar de o prognóstico ter saído errado.

Em seu trabalho, Richardson determinou que com o uso de calculadoras mecânicas manuais seria necessário seis mil pessoas trabalhando simultaneamente em um serviço meteorológico para a geração de um conjunto de mapas de previsão referente a apenas um dia. Não se deve esquecer que, em 1922, os computadores não eram ainda um conceito viável. Desse modo, a idéia de Richardson também foi temporariamente abandonada.

Assim, foi somente em 1948 que o matemático húngaro John von Neumann, trabalhando na Universidade de Princeton, nos Estados Unidos, utilizou um dos primeiros computadores (ENIAC IV) para gerar satisfatoriamente uma previsão de tempo por computador. Considera-se que nasceu ali o primeiro modelo de previsão meteorológica por computador.

De lá para cá, vários modelos numéricos de previsão meteorológica por computador foram gerados. Trata-se de uma área bastante complexa da meteorologia, que exerce grande fascínio e apresenta, ainda hoje, muitos desafios a serem vencidos.

De modo geral, a previsão numérica de tempo através de modelos rodados em computador engloba quatro grandes passos: Análise, Inicialização, Previsão e Pós-processamento.

Para a maioria dos usuários de previsões meteoroló-

*gicas, a fase de pós-processamento, que consiste na geração dos mapas de prognósticos propriamente ditos, a partir das saídas dos modelos numéricos, é a mais transparente.*

*A previsão numérica de tempo é um grande avanço na busca de conferir objetividade aos prognósticos meteorológicos. No Brasil de hoje, estão bastante conhecidos os modelos numéricos dos NCEPs (National Centers for Environmental Prediction) e do CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), principalmente para chuvas, no intervalo de um a cinco dias. Esses produtos são livremente acessados via Internet, sistema BBS, acesso Renpac etc.*

\* \* \*

## **AS PREVISÕES METEOROLÓGICAS DE LONGO PRAZO**

**O**s prognósticos são, sem dúvida, a parte da meteorologia que desperta maior interesse popular. Também ocupam sistematicamente espaço diário em televisão, em rádio e em jornal. Apesar disso - interesse do público e divulgação -, ainda persistem muitas dúvidas sobre os limites de prazo das previsões. Isto é, com quantos dias de antecedência se pode efetivamente prever as condições meteorológicas em um local.

*Hoje, o limite das chamadas previsões de tempo, ou seja, aquelas que especificam as variações instantâneas da atmosfera, em local, dia e hora determinados, é de cinco dias.*

*Pode parecer inacreditável, mas mesmo com a utilização de supercomputadores de última geração, de modelos matemáticos complexos da física da atmosfera, de sistemas de observações em escala global, envolvendo satélites meteorológicos, radares, plataformas de coleta de dados, e de observações de superfície e em altitude, ainda não é possível*

*ampliar o limite de cinco dias para as previsões de tempo. Um aspecto muito importante, no uso de modelos matemáticos da atmosfera, está relacionado ao fato de que pequenas diferenças na inicialização do modelo podem levar a grandes diferenças no resultado da integração do complexo sistema de equações matemáticas, embora com a abrangência para apenas alguns dias. E essas diferenças na inicialização dos modelos podem ser muito pequenas para uma adequada detecção. Desse fato resulta a convicção de alguns cientistas de que a previsão do tempo, dia a dia, para além de duas semanas, nunca será possível.*

*As previsões meteorológicas, cujo horizonte de previsibilidade, hoje, é superior a cinco dias, são denominadas "previsões de longo prazo". E em essência diferem substancialmente das previsões de tempo que estamos acostumados a ver, ler ou ouvir todos os dias nos veículos de comunicação.*

*As previsões meteorológicas de longo prazo também são chamadas previsões climáticas. Elas definem o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre, para uma dada época do ano. Em geral, seus resultados são apresentados em termos relativos ao clima normal da região: abaixo do valor normal, em torno do valor normal e acima do valor normal. O termo clima normal significa a média de longo prazo, em geral 30 anos, para as variáveis meteorológicas em consideração.*

*Portanto, as previsões meteorológicas para mais de cinco dias não são detalhadas, não especificam se vai chover ou fazer tempo bom em um dia particular do período considerado. Indicam somente o comportamento climático médio*

*esperado para todo o período.*

*Em relação às previsões de longo prazo de temperatura e de precipitação, há consenso, hoje, de que são factíveis apenas para algumas regiões do mundo. Também, são mais confiáveis para as estações do ano climaticamente definidas, apresentando maior incerteza nos períodos de transição entre os regimes de verão e de inverno e vice-versa.*

*As previsões meteorológicas de longo prazo são particularmente úteis para o planejamento de atividades vinculadas a safras e operações de mercado, bem como para subsidiar a formulação de políticas agrícolas e de abastecimento interno, entre outras aplicações.*

*Em nível operacional, já existem hoje no mundo vários produtos que podem ser enquadrados na categoria de previsões meteorológicas de longo prazo. Para os Estados Unidos, o Serviço Nacional de Meteorologia (NWS) - National Weather Service - desse país divulga, todas as segundas, quartas e sextas-feiras, um prognóstico para o período do sexto ao décimo dia, contados a partir das datas de liberação. Assim, os americanos possuem, à primeira vista, uma previsão para até dez dias de antecedência. Na verdade, o que eles possuem é uma previsão, com especificação das condições de tempo dia-a-dia, para os primeiros cinco dias, seguida de um indicativo do comportamento médio do clima (abaixo, próximo ou acima do normal) para os próximos cinco dias (sexto ao décimo dia). Também para os Estados Unidos, em torno da metade de cada mês, o NWS divulga a previsão para o próximo mês e em nível estacional, isto é, com a abrangência de três meses para até um ano, nos mesmos moldes de indicação*

*do comportamento climático: mais seco, mais úmido, mais quente, mais frio ou ao redor dos valores climáticos normais.*

*Para o Brasil, o CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), cuja sede fica em Cachoeira Paulista, em São Paulo, divulga previsões climáticas em escala estacional (três meses), cujos resultados, ainda em caráter experimental, podem ser encontrados no boletim INFOCLIMA, disponibilizado via Internet (<http://yabae.cptec.inpe.br>). Um extrato do INFOCLIMA, ano 2, número 11, de 14 de novembro de 1996, referente às previsões climáticas para dezembro, janeiro e fevereiro, é transcrito a seguir: "O Modelo de Previsão Numérica de Clima do CPTEC, ainda em CARÁTER EXPERIMENTAL, indica para os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro chuvas ligeiramente acima da média para o centro-norte do estado de Minas Gerais, todo o estado de Goiás, sul do Tocantins e sul e sudoeste da Bahia. Anomalias positivas de precipitação, ou seja, chuvas acima da média, são apontadas pelo modelo também no Mato Grosso do Sul, oeste de São Paulo, Paraná e noroeste de Santa Catarina. O Modelo aponta para valores abaixo da média climatológica no norte do Nordeste, sul de Minas Gerais, todo o estado do Rio de Janeiro e norte do Rio Grande do Sul. Para as demais regiões do país, a previsão do Modelo indica que as chuvas deverão ficar dentro da média climatológica. Em termos de temperatura, o Modelo aponta para valores próximos à média climatológica, com exceção do oeste da Região Sul que deverá ficar com temperaturas ligeiramente acima da média climatológica."*

*Apesar de toda a evolução científica conquistada*

*pela meteorologia nos últimos tempos, ao questionamento, bastante freqüente, "Por que não podemos fazer previsões meteorológicas melhores?" não encontrei uma resposta mais adequada para reflexão do que esta: "E por que deveríamos ser capazes de fazer qualquer previsão sobre tudo o que há no mundo?" É evidente que essa resposta inteligente não é minha. Ela foi adaptada da obra "The Essence of Chaos", do cientista do MIT Edward N. Lorenz.*

\* \* \*

## **OS SATÉLITES METEOROLÓGICOS**

**O** lançamento, em 1º de abril de 1960, do satélite TIROS-1 (*Television and Infra-Red Observation Satellite*) marcou o início da utilização de plataformas espaciais em meteorologia.

*Desde então, várias gerações de satélites se sucederam, chegando-se aos dias atuais, onde o monitoramento meteorológico via satélite, pela possibilidade de obtenção de imagens seqüenciais da mesma área do globo, permite a detecção de tempestades severas e o acompanhamento da movimentação de nuvens e de sistemas frontais em tempo real. Além disso, nas regiões polares, nos desertos, nas grandes florestas e nas superfícies oceânicas, muitas vezes, constituem-se a única informação meteorológica disponível.*

*Os satélites meteorológicos operacionais têm seus serviços garantidos por satélite reserva em órbita e por satélite reserva em solo, pronto para lançamento. Também são planejados para operarem por períodos longos de tempo (ao redor de sete anos), durante os quais suas características e a*

*estação terrestre de recepção de sinais são mantidas constantes.*

*Em relação à sua posição em torno da Terra, há dois tipos de satélite meteorológico: os satélites de órbita quase polar (heliossíncronos) e os satélites geoestacionários de órbita equatorial (geossíncronos).*

*Os satélites meteorológicos de órbita quase polar estão posicionados ao redor de 850 km de altura e coletam dados atmosféricos globais, especialmente sobre as regiões polares. Esses satélites são chamados de heliossíncronos por manterem constante a sua posição angular em relação ao sol. A órbita que seguem é circular, passando aproximadamente sobre os pólos da Terra, e o seu deslocamento angular é de 1 grau por dia, fazendo com que, durante o ano, cruze o equador terrestre sempre à mesma hora local.*

*A observação da Terra, a partir de satélites de órbita quase polar, é feita sobre uma mesma região, em passagens que se repetem a cada seis horas alternadamente por dois satélites operacionais do sistema.*

*Os satélites geoestacionais possuem suas órbitas coincidentes com o plano do equador terrestre, estando localizados a uma altura aproximada de 36.000 km. O período orbital desses satélites é igual ao período de rotação da terra (geossíncrono). Esse fato faz com que estejam praticamente parados em relação a ela, vindo daí a denominação de geoestacionários.*

*Atualmente, os satélites geoestacionários são os mais utilizados em meteorologia. Eles captam imagens de uma mesma região na faixa do espectro visível e do infravermelho,*

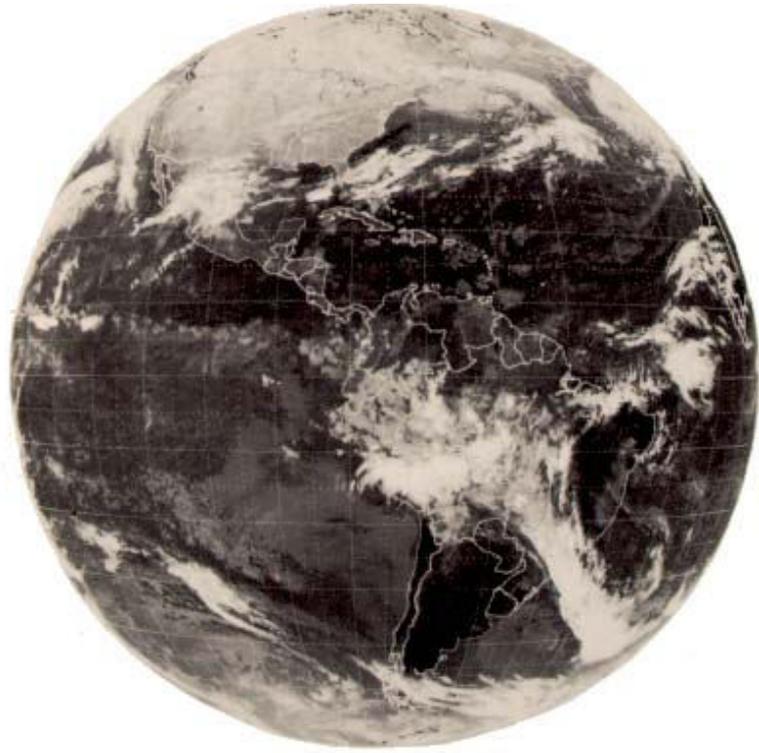
*portanto indistintamente para o período diurno e para o período noturno, em intervalos de 30 minutos. Além da cobertura de nuvens, fornecem outras informações: temperatura, radiação solar, vento, chuva etc.*

*Comparativamente aos satélites heliosíncronos, os satélites geossíncronos perdem em resolução em função da grande altura que estão posicionados. Em compensação cobrem uma grande área.*

*O sistema mundial de satélites, para fins de observações meteorológicas, é composto de cinco satélites geostacionários e de dois outros de órbitas quase polar.*

*O Brasil recebe informações dos satélites meteorológicos TIROS-N, GOES (75°W) e METEOSAT (0°).*

*Os interessados em imagens de satélites meteorológicos podem obtê-las, no Brasil, prontas para manipulação em ambiente de computadores pessoais (PC), no BBS do 8° DISME-INMET: (051) 338 4111; ou via Internet em área pública do CPTEC-INPE: <http://yabae.cptec.inpe.br>.*



*Imagem transmitida pelo satélite GOES (26/12/78 às 9h47min)  
e recebida pelo Departamento de Meteorologia do INPE.*

\* \* \*

## **O FENÔMENO ENSO E SUAS ANOMALIAS CLIMÁTICAS**

**A** identificação de fenômenos que influenciam o clima de regiões distantes de seu local de origem tem sido a base de estudos de previsões de longo prazo e de explicação para anomalias climáticas persistentes.

Nesse contexto está inserido um fenômeno de acoplagem oceano-atmosfera, comumente designado por ENSO (El Niño-Southern Oscillation), cujo comportamento influencia o clima e a agricultura de diferentes partes do mundo e, em particular, do sul do Brasil.

O fenômeno ENSO tem como local de origem a região do Oceano Pacífico Tropical, junto à costa oeste da América do Sul, e caracteriza-se por dois eventos de natureza distinta, El Niño e La Niña, que causam anomalias climáticas opostas em nível global.

**EL NIÑO** - Caracteriza-se pela presença de águas anormalmente quentes, em uma região de águas frias no Oceano Pacífico, junto à costa do Equador e do Peru. A deno-

*minação El Niño, palavra de origem espanhola que significa "O Menino", é uma alusão ao menino Jesus, em função de essas águas quentes surgirem em época próxima do Natal.*

*Esse fato, associado a mudanças nos campos de pressão atmosférica à superfície nos extremos leste e oeste do Oceano Pacífico Tropical, altera o padrão de circulação geral da atmosfera e, conseqüentemente, influi nas características climáticas de diferentes regiões do mundo.*

*No Brasil, o El Niño atua por meio de bloqueios atmosféricos à passagem das frentes frias, em função de intensificação da corrente de jato subtropical (ventos ao redor de dez mil metros de altura que atravessam a América do Sul, de noroeste para sudeste), estando associado a excessos de chuva na Região Sul e a secas no leste da Amazônia e no norte da Região Nordeste.*

*O mais característico episódio de El Niño, considerado o mais forte do século, foi o de 1982/83, com severas inundações no sul do Brasil.*

**LA NIÑA** - *Caracteriza-se pela presença de águas anormalmente frias, em uma região de águas já normalmente frias, no Oceano Pacífico Tropical, junto à costa oeste da América do Sul. O resfriamento das águas além do normal está relacionado com o aumento da ressurgência de águas frias do fundo do Oceano Pacífico pela intensificação dos campos de vento de leste junto à superfície.*

*Em uma forma análoga ao fenômeno El Niño, também há alterações nos campos de pressão atmosférica junto à superfície do Oceano Pacífico, porém de modo oposto e conseqüentemente, também influenciando de forma oposta nos*

*padrões de circulação geral da atmosfera.*

*No Brasil, o evento La Niña está associado a seca no sul do Brasil e a aumento de chuvas em parte da Região Sudeste. Esse fato decorre principalmente da redução de bloqueios atmosféricos à passagem de frentes frias, que cruzam rapidamente o sul do Brasil, indo de encontro à Zona de Convergência do Atlântico Sul (faixa de nebulosidade que se estende da Amazônia ao Oceano Atlântico, passando sobre a Região Sudeste), intensificando as chuvas em áreas da Região Sudeste. Paralelamente, o sul do Brasil, durante La Niña, caracteriza-se como uma região sobre a qual há movimento descendente de ar seco, dificultando a ocorrência de chuvas.*

*O episódio anterior característico de La Niña, em 1988/89, foi responsável pela forte estiagem que assolou o Rio Grande do Sul na safra de verão, em 1990/91.*

**LA NIÑA-95** - *O ENSO Diagnostic Advisory 95/6, do Climate Prediction Center, dos Estados Unidos, liberado em 15 de novembro de 95, destaca que desde metade dos anos 80, com os episódios de La Niña de 1984/85 e de 1988/89, os indicadores de campos oceânicos e atmosféricos não apontavam tão claramente para o início de um episódio frio de evento La Niña.*

*Tal indicação está baseada nos índices de anomalia de temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico Tropical ( $1^{\circ}$  C abaixo da normal), atividade convectiva mais fraca do que a normal (anomalias positivas nas emissões de radiação de ondas longas para o espaço), Índice de Oscilação do Sul positivo (0,1) e intensificação de ventos de leste junto*

*à superfície. O conjunto desses indicadores configura claramente o primeiro estágio de um episódio frio de evento La Niña, porém considerado fraco pelos especialistas.*

*A evolução dos padrões oceânicos e atmosféricos e os resultados de modelos numéricos e estatísticos de previsão do fenômeno ENSO indicam a possibilidade de permanência do evento La Niña no decorrer do primeiro semestre de 1996.*

**PERSPECTIVAS CLIMATOLÓGICAS** - *Em face da ocorrência do evento La Niña, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE) tem destacado em seu Boletim de Monitoramento do Clima a perspectiva de chuvas abaixo da média, com períodos de estiagem para a Região Sul do Brasil, até fevereiro de 1996.*

*Todavia, há que se considerar que tratam-se de produtos de previsão climática experimental, ou seja, ainda não implementados operacionalmente no Brasil e, portanto, com muitas incertezas do ponto de vista científico.*

*A cada episódio do fenômeno ENSO, o conhecimento científico se complementa, vislumbrando, para o futuro, previsões climáticas em escalas sazonal a interanual.*

\* \* \*

## **AQUECIMENTO GLOBAL: HIPÓTESE OU FATO?**

**N**os últimos tempos, a questão do aquecimento global tem sido o tema central de reuniões científicas e diplomáticas, em todo o mundo. Dentre tantas, podem-se citar a Conferência Mundial do Clima, Genebra-1990; a ECO-92, Rio de Janeiro-1992; o Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Porto Alegre-1993; e, recentemente, a Conferência da ONU sobre Mudanças Climáticas, Berlim-1995.

*Todavia, apesar do amplo espaço dedicado ao tema nos veículos de comunicação, a questão do aquecimento global nem sempre é claramente colocada de forma isenta de paixões, livre de visões catastróficas e onde as hipóteses científicas de hoje não sejam consideradas fatos consumados.*

*O efeito estufa, geralmente apontado como o vilão da história, nada mais é do que uma propriedade da atmosfera que permite a passagem da radiação solar e aprisiona parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra. Em função dessa propriedade física, a temperatura média global*

*do ar próximo à superfície é de 15 °C; na sua ausência, seria de 18 °C abaixo de zero. Portanto, o efeito estufa é benéfico à vida no Planeta Terra como hoje esta é conhecida.*

*Desse modo, a questão preocupante é a intensificação do efeito estufa em relação aos níveis atuais. A hipótese do efeito estufa intensificado é fisicamente muito simples: quanto maior for a concentração dos gases de estufa na atmosfera, maior será o aprisionamento de radiação infravermelha (calor) e, conseqüentemente, mais alta será a temperatura do Globo.*

*O efeito estufa é ocasionado por alguns gases presentes na atmosfera, denominados gases de estufa, tais como o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o ozônio (O<sub>3</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e os compostos de clorofluorcarbono (CFCs).*

*O vapor d'água é o principal gás de estufa, porém a sua concentração é extremamente variável no espaço e no tempo. O gás carbônico é o segundo gás em importância e o que mais tem causado polêmica quanto à necessidade de controle de emissões, em função da sua taxa de crescimento de 0,5 % ao ano e do seu tempo de vida na atmosfera de até 200 anos.*

*A hipótese de aquecimento global tem sido sustentada com base na série de observações de temperatura média global do ar nos últimos 150 anos, no aumento observado na concentração de CO<sub>2</sub> e em simulações com modelos de circulação geral da atmosfera (modelos GCM = General Circulation Models).*

*São fatos incontestáveis no último século e meio: o*

*aumento da concentração de gás carbônico em 25 % e um aumento da temperatura média global na faixa de 0,3 a 0,6 °C. Porém as simulações com modelos GCM, na condição de duplicação da concentração de CO<sub>2</sub> em relação ao nível atual, têm apontado para incrementos na temperatura média do globo entre 1,5 e 4,5 °C. Estes últimos resultados têm sido a base das previsões catastróficas de expansão volumétrica das águas dos oceanos, de degelo de calotas polares e de aumento nos níveis dos mares de até 1,5 m, implicando a realocação de 60 % da humanidade que vive em regiões costeiras.*

*Na comunidade científica, existe consenso sobre as limitações das previsões de modelos GCM, que não simulam adequadamente dois mecanismos fundamentais de atenuação do impacto da hipótese de aquecimento global: a cobertura e tipos de nuvens e os componentes do ciclo hidrológico. Todavia, esse fato não tem sido colocado ao público leigo.*

*Tampouco têm sido considerados os aspectos inerentes à variabilidade natural do sistema climático que se confundem com o aquecimento global até hoje verificado, sejam eles internos ou externos ao planeta, tais como: circulação oceânica, inércia térmica dos oceanos, albedo planetário, mudanças de parâmetros orbitais da Terra, atividade solar (ciclos de 11 anos das manchas solares) e erupções vulcânicas, como a do Pinatubo, nas Filipinas, em junho de 1991, que, pela grande quantidade de aerossóis lançadas na atmosfera, reduziu o balanço de radiação planetário na faixa 40 °N a 40 °S de latitude, levando a um resfriamento planetário momentâneo, manifestado no inverno rigoroso, em 1994,*

*na América do Norte.*

*As questões levantadas nos parágrafos anteriores têm sido a tônica das conferências do renomado cientista brasileiro L.C.B. Molion, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sobre o aquecimento global, deixando claro que a intensificação do efeito estufa ainda é uma hipótese científica e não um fato consumado, como muitos propalam.*

*A necessidade de estabelecimento de protocolos de controle de emissões de gases de estufa é incontestável, pois testar a hipótese do efeito estufa intensificado em um experimento com o próprio Globo seria bastante arriscado.*

*Hoje, à indagação do que ocorrerá com o aquecimento global, caso não haja controle nas emissões dos gases de estufa, não tem como escapar do lugar comum: quem viver, verá!*

\* \* \*

## **MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MÍDIA X CIÊNCIA**

**U**m editorial do "The Wall Street Journal", publicado em 12 de junho de 1996, chamou a atenção para um fato nem sempre percebido pelo público alheio à comunidade científica e, até mesmo, para alguns de seus membros não totalmente conscientes da responsabilidade social dos cientistas: a adequação do fórum para o debate de questões cujo conhecimento científico incompleto dá margem a controvérsias.

O referido editorial, denominado "A Major Deception on Global Warming" - Uma Grande Decepção sobre o Aquecimento Global -, foi assinado pelo cientista Frederick Seitz. Em seu conteúdo, é tecida uma crítica aberta ao relatório, na ocasião recém-liberado, do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sobre o discutido tema da mudança do clima global, sob o título de "Climate Change 1995 - The Science of Climate Change" que sintetiza o conhecimento científico mundial sobre a matéria até 1995.

Frederick Seitz é um cientista reconhecido, muito

*embora não seja especialista da área das ciências atmosféricas. Nos Estados Unidos, já foi presidente da Academia Nacional de Ciências e da Sociedade Americana de Física, respectivamente "National Academy of Sciences" e "American Physical Society". Na época, era presidente emérito da "Rockefeller University" e diretor do "George C. Marshall Institute". Daí a sua opinião ter alcançado repercussão e, de pronto, desencadeado a reação da comunidade científica ligada ao IPCC, trazendo ao episódio subsídios para a reflexão sobre quais aspectos da ciência são pertinentes à discussão nos espaços dos veículos de comunicação e quais são exclusivos dos encontros das sociedades científicas.*

*O IPCC é um órgão das Nações Unidas que congrega cientistas de renome nas ciências atmosféricas do mundo todo. O seu criticado relatório foi a primeira novidade sobre o tema nos últimos cinco anos e foi elaborado sobre um processo de revisão do conhecimento publicado sobre a matéria em que o documento produzido é lido, modificado e aprovado pelo grupo de especialistas que o integram.*

*A parte chave do relatório do IPCC, e objeto da crítica de Frederick Seitz, foi a sua conclusão: "... nossa capacidade para quantificar a influência humana sobre o clima global é atualmente limitada, contudo o balanço de evidências sugere que há uma clara influência humana sobre o clima global". O dr. Seitz ultrapassou os limites da discordância científica e atacou a honestidade do relator do capítulo oito do referido relatório, dr. Benjamin D. Santer, do Lawrence Livermore National Laboratory, acusando-o de ter forjado a conclusão, a despeito da opinião dos demais especialistas do IPCC que haviam se reunido em novembro de 1995, em Madrid. Alegava ele, com base em um rascunho do relatório*

*da reunião de Madrid, que a conclusão certa era de que não se podia detectar nenhuma influência da atividade humana sobre as mudanças do clima global. E essa conclusão tem muitos interesses econômicos por trás, particularmente no que se relaciona com a necessidade de políticas de controle das emissões dos chamados gases de estufa.*

*Da discussão toda é necessário separar dois aspectos. O primeiro deles é a questão científica de como e por que o clima da terra muda. O segundo é, sendo o homem o causador de parte dessa mudança, como a sociedade deve agir para evitar a catástrofe. O primeiro é de natureza eminentemente científica, portanto adequado para os fóruns científicos de discussão. O segundo é um processo público e político, desse modo muito adequado para discussão nos veículos de comunicação.*

*A reação da comunidade científica ao editorial de Frederick Seitz foi publicada no próprio "The Wall Street Journal", em 25 de junho de 1996, porém com alguns cortes de edição e sem os nomes dos cientistas que assinavam o protesto, rebatendo como infundadas as críticas do dr. Seitz ao relatório do IPCC.*

*Do episódio do editorial do "The Wall Street Journal" ficou o exemplo de por que conduzir um debate científico nos veículos de comunicação pode ser inapropriado, particularmente quando há interesses econômicos em desacreditar resultados científicos como os em questão, cuja síntese leva à conclusão de que há uma real possibilidade de que a atividade humana esteja modificando o clima da Terra em uma escala global.*

\* \* \*

## **ANOMALIAS NA CAMADA DE OZÔNIO**

**A** preocupação com o ozônio da atmosfera tem sido manifestada freqüentemente nos veículos de comunicação. Em sua maioria associada a manchetes catastróficas do tipo: "destruição da camada de ozônio ameaça a vida na Terra" e "buraco de ozônio determinará explosão de câncer de pele", entre outras.

*Evidentemente, o ozônio acima referido é aquele que integra a chamada camada de ozônio, cuja maior concentração situa-se entre quinze e trinta quilômetros de altura, em uma região da atmosfera denominada estratosfera. O ozônio que se encontra na camada do ar em contato com o solo, portanto, na região da atmosfera chamada troposfera, é considerado um poluente indesejado. Isso pelo seu alto poder oxidante, capaz de causar grandes danos à vegetação e à saúde animal.*

*Embora, em termos quantitativos, o ozônio não ocupe posição de destaque entre os constituintes atmosféricos, ele desempenha um papel relevante para a vida na Terra. Esse fato decorre da absorção da radiação solar, cujos*

*comprimentos de onda se encontram na faixa do espectro denominada ultravioleta. A radiação ultravioleta pode causar a morte de organismos unicelulares (algas, bactérias e protozoários) e de células superficiais de plantas e de animais. Além disso, também pode danificar o material genético (DNA) das células, afetar o sistema imunológico, causar danos aos olhos e aumentar a incidência de câncer da pele.*

*Outro papel desempenhado pelo ozônio é no aquecimento da alta atmosfera. Esse aquecimento seria a principal fonte para os movimentos da atmosfera superior.*

*A teoria fotoquímica de Chapman, formulada em 1930, explica a formação e a destruição do ozônio, envolvendo a absorção de radiação ultravioleta. Por essa teoria, o número de moléculas de ozônio formadas é igual ao número de moléculas de ozônio destruídas, estando a camada de ozônio atmosférico em um estado de equilíbrio fotoquímico.*

*A questão principal do debate sobre o ozônio no mundo está centrada na constatação de que o perfil vertical de ozônio na atmosfera está mudando. Enquanto declina a concentração desse gás nos altos níveis da atmosfera (estratosfera), aumenta a sua concentração nos baixos níveis (troposfera), em função de atividades industriais e da queima de combustíveis fósseis. Contudo, como a maior parte do ozônio está na alta atmosfera, o saldo é um declínio no total de ozônio e a diminuição na proteção da Terra contra a radiação ultravioleta. Também destaca-se, associado a isso, o resfriamento da estratosfera, que pode ter efeitos, ainda não compreendidos, sobre a circulação geral da atmosfera, influenciando, por conseguinte, no clima global.*

*Em relação a tudo isso, a hipótese, dogmaticamente aceita pela maioria, é a de que os compostos de clorofluor-carbono (CFCs), usados nos equipamentos de refrigeração e liberados pelo homem na baixa troposfera, são os causadores da redução da camada de ozônio, na estratosfera terrestre, e da formação do "buraco de ozônio", na Antártica. A generalização decorreu da constatação, feita pela NASA, na estratosfera da Antártica, do elemento químico cloro, que, através de reações, algumas feitas em laboratórios e outras teóricas, supõe-se destrua ou impeça a formação de moléculas de ozônio.*

*Contrária à hipótese de que as atividades humanas (CFCs) estariam destruindo a camada de ozônio, há uma corrente científica, liderada, no Brasil, pelo cientista Luiz Carlos B. Molion, que considera essas anomalias na camada de ozônio como um fenômeno natural, causadas, entre outras coisas, por erupções vulcânicas.*

*Essa corrente alternativa baseia-se no trabalho pioneiro do cientista britânico Sir Gordon Dobson, que, em observação realizada durante o Ano Geofísico Internacional, em 1957-58, descreveu a anomalia na camada de ozônio sobre a Antártica como natural. A expressão "buraco" só ficou famosa após 1985, quando J.B. Farman e seus colegas do "British Antarctic Survey" publicaram um trabalho sobre as anomalias do ozônio na primavera austral. A pergunta colocada por Luiz Carlos B. Molion é: se o buraco é causado pelo cloro contido nos CFCs, como é que ele volta a se fechar se o homem ainda não reduziu a emissão de CFCs para a atmosfera e o efeito desses gases é dito permanecer por mais de um*

*século? Seriam naturais as prováveis causas do buraco?*

*Segundo ele próprio, o "buraco de ozônio" é causado pelas condições climáticas especiais da Antártica, fato esse já conhecido por Dobson em 1958, e pela presença, na estratosfera antártica, de aerossóis vulcânicos que contêm cloro, flúor e bromo. Adicionalmente, destaca um fato pouco conhecido: a Antártica possui doze vulcões ativos, dentre estes o Erebus, com cerca de quatro mil metros de altitude, portanto, quase na base da estratosfera antártica, que está a apenas cinco mil metros de altura, no inverno.*

\* \* \*

## **"FROST BUSTERS": OS CAÇA-GEADAS**

**N**o primeiro final de semana do mês de abril de 1997, nas madrugadas de sábado e de domingo, participei de uma verdadeira operação de caça, acompanhando a jornalista Lúcia Porto e o fotógrafo Miro de Souza, da Casa Zero Hora/Passo Fundo, na busca da primeira geada de 1997 na região do Planalto Médio.

*Ainda em Passo Fundo, no sábado, era possível perceber que "ela" havia chegado. Embora um pouco tímida, presente apenas nas baixadas. Seguindo pela rodovia BR 285, um pouco adiante da sede do município de Mato Castelhano, a presença do fenômeno era marcante. Os campos cobertos por uma fina camada de gelo, com aparência esbranquiçada, em uma típica paisagem de inverno, apesar de nos encontrarmos em pleno outono.*

*O outono é assim. Uma estação de transição entre o regime climático de verão e o de inverno. Nessa época do ano, podemos ter temperaturas altas e, em seguida, temperaturas*

*extremamente baixas. A estação meteorológica da Embrapa Trigo registrou em Passo Fundo, na quinta-feira (03/04/97), uma temperatura máxima do ar de 28,2 graus Celsius. Ao amanhecer de sábado (05/04/97), a temperatura mínima do ar foi de 3,5 graus Celsius, enquanto, na relva, ou seja, junto da superfície do solo gramado, o termômetro indicava 0,0 grau Celsius como temperatura mínima. Assim, oficialmente, ficou registrada a primeira geada de 1997, no dia 5 de abril.*

*Apesar de raras, geadas em Passo Fundo, no começo de abril, já ocorreram antes. Nesse particular não há novidade. A partir dessa época, a entrada de massas de ar frio, originadas na região do pólo sul, como verificado na sexta-feira (04/04/97), é cada vez mais freqüente, quanto maior a proximidade do inverno.*

*Tecnicamente, quanto à sua origem, definem-se dois tipos de geada: geada de advecção e geada de radiação. A primeira delas é ocasionada pela movimentação horizontal de massas de ar extremamente frias, e a segunda, pelo resfriamento noturno da superfície terrestre em decorrência da perda de radiação de ondas longas para o espaço, em noites sem vento e desprovidas de nebulosidade. Na natureza, quase nunca ocorrem em suas formas puras e sim combinadas. As duas causas associam-se, para a intensificação do fenômeno. Pela sua maior densidade, há o escoamento do ar frio para as partes baixas dos terrenos. É por isso que as geadas são mais intensas nas baixadas.*

*Geadas acontecem todos os anos no sul do Brasil. Todos conhecem esse fenômeno. Fisicamente, ocorre quando a temperatura do ponto de orvalho é inferior a zero grau*

*Celsius (temperatura em que a quantidade de vapor de água no ar atinge níveis de saturação). Nessa situação, dá-se a passagem direta do vapor de água para o estado sólido (gelo), sem passar pela fase líquida. Portanto, geada não é o orvalho congelado, como muitos pensam e até mesmo está escrito em alguns manuais antigos de meteorologia. Esse aspecto aprendi na prática, passando uma noite inteira no meio do campo em Vacaria, no final de maio de 1988, fazendo medições da temperatura do ar a cada 30 minutos, em um experimento sobre previsão de geadas coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Não deu para esquecer mais, em noite de geada não se forma orvalho, pelo menos nas geadas intensas.*

*Um outro equívoco está contido em expressões do tipo: "caiu uma baita geada no sábado". Geada não cai, não é uma das formas de precipitação aquosa. A geada se forma sobre a superfície dos objetos expostos, seja solo descoberto, sobre as plantações, em cima de árvores e de telhados de casas, entre outros tantos.*

*Aprendi com o Miro que, pela óptica da câmara de um fotógrafo, geada é uma bela paisagem. Para os agricultores, dependendo da cultura e do momento no seu ciclo de desenvolvimento, é um flagelo. E para os que vivem à margem da sociedade, sem abrigo, dormindo nas ruas, até mesmo, a sua "causa mortis". Eis algumas das diferentes faces desse fisicamente tão simples fenômeno meteorológico.*

*Foto: G.R. Cunha*



*Geadas em Vacaria, RS, maio de 1988*

\*\*\*

## **AS BACTÉRIAS E AS GEADAS**

**T**odos os que vivem no sul do Brasil conhecem as geadas. Elas ocorrem anualmente. Às vezes bastante cedo, como em 1997, ainda no outono. Em outras ocasiões, muito tarde, em plena primavera. Porém, é no inverno, nos meses de junho, julho e agosto, que acontecem com maior frequência. Para a agricultura, dependendo do tipo de planta e da sua fase de desenvolvimento, os efeitos são desastrosos. E isso também todos sabem. O que, talvez, nem todos tenham conhecimento, é que os danos causados pelas geadas às plantas são determinados pelas bactérias que vivem sobre e no interior de tecidos e de órgãos vegetais.

Fisicamente, a geada é um fenômeno muito simples: "a água congelada". Para isso, basta que a temperatura atinja o ponto de congelamento da água - zero grau Celsius - para que ocorra. Algumas plantas são extremamente sensíveis às geadas. Não toleram o gelo em seus tecidos. Assim, para essas plantas, os métodos de proteção contra as geadas têm sido baseados na manutenção da temperatura mais alta do que

*a temperatura de formação de gelo. Nos vegetais, devido à presença de sais dissolvidos e de outros componentes solúveis, essa temperatura é um pouco inferior a 0,0 grau Celsius. Esta é da ordem de menos 0,4 grau Celsius.*

*Uma das propriedades físicas da água, pouco conhecida, é a sua capacidade de super-resfriamento. Isto é, o poder de manter-se no estado líquido, mesmo em temperaturas muito inferiores a zero grau Celsius. Pequenas quantidades de água pura podem atingir temperaturas tão baixas quanto menos 40 graus Celsius e, mesmo assim, manter-se no estado líquido, embora grandes quantidades de água pura se super-resfriem a temperaturas da ordem de menos 10 graus Celsius. Assim mesmo, muito abaixo do ponto de congelamento (zero grau Celsius). Assim, cabem as indagações: "No nosso meio as temperaturas não são tão baixas e há formação de gelo (geadas)?" e "Como isso ocorre?".*

*Há muito tempo é conhecido que a água nos tecidos das plantas também pode se super-resfriar. E isso foi acreditado como de pequena importância prática. Particularmente, porque pouco se conhecia sobre os fatores que influenciam a capacidade de super-resfriamento da água nos tecidos das plantas.*

*A mudança de estado físico da água - de líquido para sólido - é acelerada pela presença dos chamados núcleos de congelamento. E, no caso das plantas, esses núcleos de congelamento são principalmente bactérias que possuem a capacidade de nucleação de gelo. Em inglês, conhecidas como "ice nucleation active bacteria". Ou seja, bactérias que são ativas em relação à nucleação de gelo.*

Há três espécies principais de bactérias, encontradas sobre as superfícies das plantas, que são catalizadores ativos na formação de gelo. De modo geral, são cosmopolitas. Isto é, encontram-se em todos os lugares do mundo. São elas: ***Pseudomonas syringae*** van Hall, ***Erwinia herbicola*** (Lonis) Dye e ***Pseudomonas fluorescens*** (Migula). ***Pseudomonas syringae*** e ***Erwinia herbicola*** estão entre os mais eficientes núcleos de congelamento já descobertos, catalizando a formação de gelo em temperaturas da ordem de menos 1,0 grau Celsius. No nosso meio, destaca-se a atividade nucleadora de gelo de ***Xanthomonas campestris*** pv. ***undulosa***, agente causador da estria bacteriana em trigo, como um dos responsáveis pela intensificação dos danos por geada nessa cultura. As partículas de poeira, por exemplo, atuam como núcleos de congelamento apenas em temperaturas menores do que menos 10,0 graus Celsius. Portanto, estas últimas não são importantes na limitação do super-resfriamento das plantas. Efetivamente, em mais de 95 % dos casos, os núcleos ativos de congelamento nas plantas, por ocasião das geadas, são de origem bacteriana. As plantas, na natureza, são colonizadas por grandes populações desse tipo de bactéria. Temperaturas baixas não danificam as plantas, desde que não haja formação de gelo. Por isso, a origem dos danos por geada está nas bactérias nucleadoras de gelo.

Essa descoberta já motivou muitos estudos na busca de métodos alternativos de combate às geadas, passando pelo teste de bactericidas e de antibióticos e pelo controle biológico utilizando organismos antagonistas geneticamente modificados.

*O uso de organismos geneticamente modificados, visando a substituir a população de bactérias que são ativas quanto à nucleação de gelo, explorando um método de controle biológico conhecido por antagonismo, sofreu grande pressão dos chamados "grupos ambientalistas". A liberação desses organismos na natureza foi questionada judicialmente. E, embora essa etapa já tenha sido superada, esses estudos, que são feitos desde os anos 70, ainda não saíram das páginas das revistas científicas para se transformarem em tecnologias efetivas, na mão dos produtores, no combate às geadas. Pelo menos, que eu tenha conhecimento.*

\* \* \*

## **METEOROLOGIA E COMUNICAÇÃO**

**O**s espaços de meteorologia em jornal, em rádio e em televisão são, diariamente, lidos, ouvidos e assistidos por milhares de pessoas em todo o mundo. Para alguns, simples curiosidade. Outros, no entanto, buscam subsidiar tomadas de decisões que podem representar o sucesso ou o fracasso econômico de seus empreendimentos. Há também aqueles que vivem em regiões vulneráveis aos desastres naturais de origem meteorológica - nevascas, tornados, furacões, tufões, ciclones e tempestades de modo geral -, cuja atenção nos informativos meteorológicos é, nada menos, uma questão de sobrevivência.

Assim, um dos pontos mais importantes na área da meteorologia que trata dos prognósticos de tempo diz respeito à forma e ao conteúdo das previsões meteorológicas que são difundidas ao público. Clareza e precisão, evitando o uso de expressões vagas do tipo "chance de ...", "probabilidade de ...", entre outras do gênero, e a delimitação espacial e temporal dos prognósticos, sem sobreposições, são questões

*chaves nesse processo de comunicação. Questões essas nem sempre percebidas ou consideradas, que podem dar margem a grandes erros de interpretação pelo público usuário e, conseqüentemente, levar a tomadas de decisões equivocadas.*

*Os prognósticos meteorológicos tratam do futuro e, em tratando de futuro, são caracterizados por incertezas. Filosoficamente, a incerteza é o que diferencia o futuro do passado ou, até mesmo, do presente. Desse modo, mesmo diante de toda a evolução apresentada pela ciência da meteorologia nos últimos tempos, passando pelo uso de satélites meteorológicos, radares meteorológicos, plataformas de coletas de dados, supercomputadores e uso de modelos matemáticos de última geração sobre o comportamento da atmosfera, parece que, seja pela complexidade do tema, pelo conhecimento científico, ainda e talvez sempre incompleto, ou pela sua natureza filosófica - tratar do futuro -, as previsões meteorológicas são e serão caracterizadas por incertezas. Reduzir cientificamente as incertezas a um nível mínimo e deixá-las inequivocadamente claras nos prognósticos são os desafios.*

*Em países como os Estados Unidos, onde, conscientes da sua influência e importância, há uma verdadeira "loucura" do público em relação às informações meteorológicas - vide espaços editoriais de jornais como o USA Today e a programação de TV do Weather Channel, 24 horas dedicadas à meteorologia -, a questão da comunicação em meteorologia tem merecido especial atenção, tanto nos currículos universitários (Broadcast Meteorology Program) como em estudos específicos realizados por departamentos de meteorologia e de comunicação.*

*E mesmo nos Estados Unidos, apesar de toda a preocupação com o tema, estudos recentes mostraram que há grandes problemas de interpretação com os textos das previsões liberadas pelo Serviço Meteorológico Nacional (National Weather Service) desse país. Particularmente quando o texto se refere às precipitações, diagnosticadas como a parte de maior interesse pelo público. Muito embora o serviço meteorológico americano tenha adotado, desde 1965, o programa de probabilidade de precipitação, visando indicar a probabilidade de ocorrência (expressa em porcentagem) de um evento de precipitação na área objeto da previsão, os problemas ocorrem freqüentemente.*

*Meteorologia e comunicação, eis uma questão intrigante a desafiar os responsáveis pelos espaços editoriais de meteorologia nos veículos de comunicação.*

\* \* \*

## **AS FRENTES METEOROLÓGICAS**

**D**ariamente, nos espaços de previsão de tempo em jornal, em rádio e em televisão, são encontradas expressões próprias do vocabulário técnico da meteorologia. Dentre essas, as relacionadas com as frentes meteorológicas: "passagem de uma frente fria deverá ocasionar chuvas em todo o estado".

*De modo geral, há uma tendência intuitiva de as pessoas associarem frentes com alterações nas condições de tempo bom. Porém, a compreensão plena dos conceitos, subjacentes à teoria das frentes meteorológicas, embora pareça de domínio público, nem sempre é verdadeira.*

*O que é uma frente? Por definição, é zona de transição, com alguns poucos quilômetros de largura, entre duas massas de ar que possuem propriedades físicas distintas. Ou, simplesmente, o limite entre duas massas de ar diferentes que se tenham encontrado.*

*Quando do início da Primeira Guerra Mundial, em 1914, nada se conhecia sobre frentes. As necessidades da*

*guerra impulsionaram os estudos meteorológicos, e ao término do conflito despontou a clássica "escola norueguesa de meteorologia". Da dita escola surgiu, entre outras coisas, a teoria das frentes meteorológicas.*

*A premissa básica da teoria das frentes meteorológicas é de que o ar atmosférico não é único, ou seja, está dividido em grandes massas que possuem características físicas distintas. Esse fato é visível quando há alteração repentina de altas para baixas temperaturas, ou vice-versa, sem que ocorra uma variação gradual. Mudança dessa natureza, em poucas horas, somente é explicável quando se admite que o ar envolvente é outro completamente diferente do anterior.*

*As massas de ar originam-se em determinados pontos da superfície da terra, onde permanecem "paradas" durante certo tempo, na forma de grandes anticiclones (altas pressões), adquirindo as características da região: quente, se for uma região quente, úmida, se for sobre os oceanos, e assim por diante.*

*Quando deixam as regiões de origem, as massas de ar levam consigo as características adquiridas. Por ocasião do encontro entre massas de ar diferentes, é normal que não se misturem. A fronteira que delimita as duas massas de ar é uma frente. O contraste entre as duas massas de ar resulta em liberação de energia, que se manifesta em forma de ventos, de chuvas, de tormentas etc.*

*Uma frente é dita ativa quando uma das massas de ar tende a deslocar a outra. Há resistência e surge a "luta". O "campo de batalha" é a área de baixa pressão, e a "frente de batalha", onde os "inimigos" se encontram, é a frente de*

*chuva, conforme o caso. Precisamente, seus descobridores, sugestionados pelo significado militar da primeira guerra mundial, recém-findada na ocasião, chamaram frente a essa teoria.*

*A mais conhecida das frentes é a frente polar, que separa a massa de ar tropical (quente) e a massa de ar polar (fria), definindo os estados do tempo nas latitudes temperadas e, em particular, sobre o Rio Grande do Sul.*

*O ar frio é mais denso do que o ar quente e, em não se misturando, há a formação de uma parede frontal inclinada, com o ar frio ficando em forma de cunha embaixo do ar quente.*

*Em seu aspecto dinâmico, a fronteira que separa o ar quente do ar frio que se retira é dita uma frente quente. Por sua vez, a separação entre a vanguarda do ar frio da retaguarda do ar quente é dita uma frente fria.*

*Em geral, as frentes frias andam mais depressa do que as quentes, chegando muitas vezes a alcançá-las, resultando nas chamadas frentes oclusas, que se comportam como o que realmente são: uma mistura de frente quente e de frente fria.*

*Com o exposto, esperamos ter contribuído, no mínimo, para a melhor compreensão dos informes meteorológicos difundidos nos veículos de comunicação.*

\* \* \*

## **SENSAÇÃO TÉRMICA**

**O** sul do Brasil, pela sua posição geográfica, é um ponto de passagem das massas de ar frio de origem polar que se deslocam rumo ao norte, durante o inverno. Portanto, nessa época do ano, é comum verificar-se em Passo Fundo, RS, temperaturas próximas, ou mesmo inferiores a 0 °C.

Nas estações meteorológicas, a temperatura do ar é medida através de termômetros instalados no interior de abrigos, refletindo a temperatura do ar calmo, ou seja, na ausência de vento. Desse modo, para o homem, esse valor nem sempre é um indicador confiável de quão frio está na rua. A perda de calor a partir da superfície do corpo, além da temperatura do ar, é fortemente afetada pela ação do vento, por meio do fenômeno conhecido como sensação térmica.

A sensação térmica atua como se o vento "roubasse" calor do corpo das pessoas, aumentando a sensação de frio. As primeiras pesquisas sobre a sensação térmica foram realizadas nas expedições à Antártica no final dos anos 30, onde os pesquisadores fizeram experiências sobre as com-

*binações de tempo de congelamento da água, com a temperatura do ar e com a velocidade do vento. O fato de que, até hoje, a maioria das fórmulas que medem a influência do vento sobre a temperatura percebida pelas pessoas baseia-se em experiências sobre o congelamento da água faz com que alguns especialistas coloquem em dúvida o caráter científico da sensação térmica. Todavia, a tal de sensação térmica não passa de uma obviedade que todo o gaúcho conhece desde pequeno: quanto maior a velocidade do vento no inverno, maior a sensação de frio.*

*Em países com invernos rigorosos, a temperatura da sensação térmica - wind chill, em inglês - faz parte da rotina dos informativos meteorológicos, servindo como indicativo às pessoas quanto ao tipo de roupa a usar e, até mesmo, à quantidade de tempo possível de se expor à intempérie, pois, conforme a temperatura, as partes do corpo expostas ao vento podem congelar-se rapidamente. No Brasil, além de curiosidade, talvez seja uma informação útil para alguns dias de inverno na Região Sul.*

*Por tudo isso, o inverno no sul do Brasil constitui-se no período da pneumonia e de outras complicações respiratórias. Nesse período do ano, hoje mais do que nunca, em geral, a regra é a falta de vagas nos hospitais públicos, a falta de agasalhos, a falta de abrigo, a falta de comida etc. para uma legião de miseráveis que se avoluma nas ruas das cidades, fazendo com que também se morra de frio. Para esses, mais fria do que a sensação térmica É A MINHA e, talvez, a tua indiferença.*

\* \* \*

## **INVERSÃO TÉRMICA**

**O** fenômeno da inversão térmica é objeto freqüente de notícias nos veículos de comunicação. Quase sempre associado a manchetes do tipo: "Inversão térmica ocasionou forte nevoeiro ao amanhecer", "Forte inversão térmica determina má qualidade do ar", "Inversão térmica impede a dispersão de poluentes", entre outras.

Desse modo, embora aparente uma compreensão plena do fenômeno, para o público em geral isso nem sempre é verdadeiro.

A compreensão do fenômeno físico da inversão térmica passa pelo conhecimento do perfil vertical da temperatura na atmosfera. Particularmente na sua camada mais próxima da superfície terrestre, denominada camada limite planetária.

A camada limite planetária corresponde à região da atmosfera que se estende da superfície do solo até uma altura que varia entre 500 e 1.000 metros. É a região da atmosfera que mais fortemente sofre a influência das características da

*superfície, atuando como uma zona fechada, onde calor, momentum, massa e poluentes são acumulados. Há um instante em que essa camada se rompe, e o seu conteúdo é redistribuído para as alturas superiores da atmosfera. Todavia, para que isso ocorra, há necessidade de que, em termos de estado de equilíbrio do ar, predomine a situação de instabilidade, ou seja, movimentos ascendentes de ar.*

*Uma das características básicas da física da camada de ar junto do solo é o chamado aquecimento por baixo. Isto é, o ar se aquece a partir do balanço de radiação da superfície do solo. Assim, o ar próximo do solo é, em geral, mais quente do que o ar que está acima. Na situação de inversão térmica, e daí origina-se essa denominação, ocorre o inverso. O ar próximo do solo é mais frio do que o ar superior, fazendo com que a temperatura aumente conforme a elevação da altura na atmosfera.*

*Durante esse fenômeno, o processo de convecção é fortemente inibido, e há uma redução acentuada na mistura entre os níveis atmosféricos. Como resultado, os poluentes acumulam-se no ar próximo do solo, em vez de se dispersarem para os níveis mais elevados. O ar quente acima forma uma espécie de barreira à ascensão do ar carregado de poluentes para os níveis mais altos. Para que isso ocorra, há necessidade do rompimento da camada de inversão.*

*Um outro ponto destacado é a questão de nevoeiros associados às inversões térmicas. O fenômeno ocorre porque a capacidade de retenção de água na forma de vapor é diretamente proporcional à temperatura do ar. Em situações de inversão térmica, a temperatura do ar sendo menor nas*

*camadas mais baixas, há condensação de vapor d'água e a formação de nevoeiros, que assemelham-se fisicamente às nuvens, só que estão junto do solo.*

*Em uma forma bastante simples, dá-se o nome de inversão térmica ao fenômeno meteorológico de aumento de temperatura com a altura em uma região da atmosfera onde o normal é o inverso.*

\* \* \*

## **UMA FORMA DE CALOR QUE NÃO SE SENTE**

**I**ndicar, com um simples toque da ponta dos dedos, se um objeto é quente ou frio é uma das mais antigas capacidades dos seres humanos. Isso é possível porque a quantidade de energia que está associada ao movimento das moléculas constituintes de um corpo qualquer se manifesta através de sua temperatura. E esse tipo de energia, cuja variação implica variação de temperatura, é denominado calor sensível, em uma clara alusão à forma como é percebido. Todavia, há uma outra forma de calor que, apesar de presente no dia-a-dia das pessoas, não é tão facilmente percebida, particularmente por não estar associada a variações de temperatura. Essa modalidade de energia é denominada calor latente.

Na meteorologia, o calor latente exerce papel preponderante na definição dos estados do tempo e no comportamento dos diferentes tipos climáticos do globo. Apesar disso, e de estar presente em todos os locais ao redor de nós,

*a sua descoberta pode ser considerada como relativamente recente. Ela foi feita por um modesto cientista escocês do século dezoito, chamado Joseph Black.*

*O físico-químico americano Richard Williams, em artigo para a revista Weatherwise de agosto/setembro de 1996, comparou a lógica utilizada por Joseph Black na descoberta do calor latente com a empregada por Sherlock Holmes para desvendar o mistério do cachorro que, apesar de estando na cena do crime, não havia latido. Ou seja, por que algo que se espera acontecer não ocorre.*

*Na época em que vivia Joseph Black, a opinião prevalecente era de que, se o gelo fosse aquecido até o ponto de congelamento da água, qualquer quantidade adicional de calor determinaria de pronto o derretimento de todo o gelo. Na prática, isso não ocorre. Se assim fosse, seria catastrófico: derretimento de grandes blocos de neve e de gelo, elevando o nível de mares e de rios, ocasionando terríveis desastres naturais. Isso não acontece porque o calor latente descoberto por Black exerce um efeito de tamponamento no processo, uma vez que a quantidade de energia envolvida na mudança do estado físico da água é muito grande.*

*Quando o gelo derrete, por exemplo, há a absorção de grande quantidade de calor. No entanto, não há qualquer incremento de temperatura. Da mesma forma, na evaporação da água não há aumento de temperatura, apesar de a absorção de calor ser ainda maior do que no caso do derretimento do gelo. Assim se comporta o calor latente, mudando o estado físico da substância sem variar a sua temperatura.*

*O calor latente tanto desaparece como reaparece*

*"misteriosamente" no ambiente. Por exemplo, para derreter o gelo e evaporar a água, ocorre a retirada de calor do ambiente. Porém, quando a água congela ou o vapor de água condensa, quantidades de calor equivalentes às que foram retiradas nos processos inversos de mudança do estado físico são novamente liberadas no ambiente. Assim, esse comportamento do calor latente é um dos principais mecanismos de redistribuição de energia no planeta Terra, contribuindo para atenuar os contrastes térmicos entre as diferentes regiões.*

*De modo geral, a energia solar que é absorvida pela superfície da Terra é utilizada em três grandes fluxos de energia: em calor latente de evaporação, em calor sensível na atmosfera e em calor sensível no solo. O primeiro deles mudando o estado físico da água de líquido para vapor, e os seguintes determinando as variações de temperatura no ar e no solo, respectivamente. Quanto ao calor latente, ele desaparece na conversão da água de líquido para vapor e reaparece quando este último condensa para formar nuvens e chuvas. Quase sempre em locais distantes da sua região de origem, levado pela circulação da atmosfera.*

\* \* \*

## **FRIO OU FALTA DE CALOR, EIS A QUESTÃO**

**H**á pessoas que, em pleno inverno, sob a proteção de grossas roupas de lã, afirmam insistentemente: "não existe frio, o que sentimos é falta de calor". Esses perfeccionistas não estão de todo errados. O frio é produzido pela retirada de calor. Basta passar próximo de um sistema de refrigeração para sentir o ar quente expelido pelo escapamento. Ele é o resultado do calor retirado do interior do ambiente que está sendo refrigerado. Também, quando se toca a parte traseira de uma câmara frigorífica, percebe-se o quão quente normalmente é.

O ar é uma mistura de gases. Entre eles está o vapor de água. E é esse gás que confere um comportamento térmico peculiar à atmosfera.

Para a mudança de estado físico da água, passando de líquido para vapor, há necessidade de energia (calor). Essa energia fica armazenada nas moléculas de vapor de água em uma forma tecnicamente denominada de "calor latente de evaporação". O calor latente de evaporação é o responsável

*por manter as moléculas de água suficientemente afastadas para que essa substância permaneça no estado gasoso.*

*Assim, quando a água passa de líquido para vapor, há retirada de calor do ambiente. Na natureza, a fonte primeira de energia para esse processo é a radiação solar. De modo inverso, quando o vapor de água condensa, ou seja, a água passa do estado gasoso para o líquido, ocorre liberação de energia (calor) no ambiente. Sob condições naturais, a quantidade de energia envolvida nesse processo é da ordem de 590 calorias por grama de água.*

*Em termos climáticos, o calor latente de evaporação é o principal mecanismo de redistribuição de energia na Terra, via circulação da atmosfera. De modo geral, nas regiões tropicais, que recebem maiores quantidades de energia solar, há evaporação de grandes porções de água. Esse vapor de água entra na circulação da atmosfera e se dirige para as regiões afastadas do equador terrestre. Nessa situação, há condensação e conseqüentemente liberação do calor armazenado na forma latente em locais bastante distantes da sua região de origem. E é esse mecanismo que atenua os contrastes térmicos entre os distintos locais da Terra.*

*O ar úmido, isto é, aquele que, entre os seus componentes gasosos, contém o vapor de água, possui uma temperatura real indicada pelo termômetro e uma temperatura virtual mais alta. Essa temperatura virtual depende da quantidade de vapor de água, sendo mais alta, quanto maior a quantidade desse gás. A temperatura virtual corresponde àquela que o ar apresentaria caso ocorresse a condensação do seu conteúdo de vapor de água, liberando todo o calor que*

*estava armazenado como calor latente de evaporação.*

*No caso das câmaras frigoríficas, o compressor do sistema, conforme o nome indica, comprime as moléculas de vapor de água, fazendo com que a força de atração entre elas volte a uní-las, retornando a água à fase líquida. Nessa situação, o calor latente se desprende espontaneamente, aquecendo o compressor. E é por isso que as saídas de ventilação das câmaras frigoríficas junto às calçadas das grandes cidades são bastantes disputadas por aqueles que, desprovidos de um teto, dormem pelas ruas. Esse fato ilustra a questão posta no início deste texto (frio ou falta de calor?). Para a realidade social, sentida pelo elemento humano, é frio. Para a realidade física, evidentemente no interior da câmara fria, é falta de calor.*

\* \* \*

## O NOME DOS FURACÕES

**D**entre os desastres naturais, os ciclones tropicais destacam-se pelo alto poder de destruição. Nomes como Andrew, Hugo, Camile, Agnes, Hazel e Gilbert, para as populações atingidas, evocam a própria imagem do desastre.

Os ciclones tropicais possuem nomes diversos, dependendo do local onde ocorrem. São conhecidos no Atlântico Norte e Caribe como furacões; nos mares da China e no Pacífico Norte como tufões; nas Filipinas como Baguío; no Oceano Índico e na Baía de Bengala como ciclones; no oeste do México como "El Cordonazo de San Francisco"; e na Austrália como Willi-Willi. Como o nome diz, trata-se de uma tormenta tropical formada por um sistema meteorológico de baixa pressão, cujo núcleo central está mais quente do que a atmosfera em volta e a velocidade do vento é maior do que 113 km/h.

Muito tempo antes do início, em 1950, das previsões oficiais dos ciclones tropicais, as populações das regiões atingidas já davam nomes próprios a esses fenômenos.

*Nas áreas de língua hispânica, as tormentas eram denominadas pelo nome do santo do dia em que eram observadas. Por isso, Porto Rico teve dois furacões San Felipe, o primeiro de 13 de setembro de 1876, e o segundo de 13 de setembro de 1928.*

*Em 1941, George R. Stewart lançou um livro chamado "Storm", cujo personagem principal era um meteorologista que dava nomes de mulheres às tempestades que previa. A idéia popularizou-se, e durante a II Guerra Mundial os previsores militares passaram informalmente a dar nomes de mulheres às tempestades.*

*No pós-guerra, os previsores continuaram descrevendo os furacões pelo nome do local de ocorrência. Porém, em 1950, houve três furacões simultaneamente, e os boletins às vezes eram confusos. Assim o alfabeto fonético internacional - Able, Baker, Charlie etc. - foi usado para denominar as tempestades de 1950 a 1952.*

*De 1953 a 1978, foram usados somente nomes de mulheres. Dizem que por pressão dos movimentos feministas americanos, de 1979 em diante, passou-se a alternar nomes masculinos e femininos na lista dos furacões.*

*A definição da lista de nomes de furacões é feita pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), a partir de sugestões dos países afetados. Para ciclo de 6 anos, todos os furacões que ocorrerem estão previamente batizados. Alguns apenas passam, outros, pelo rastro de destruição, tornam-se inesquecíveis, tais como: David (1979), Allen (1980), Alicia (1983), Elena (1985), Glória (1985), Gilbert (1988), Joan (1988), Hugo (1989), Bob (1991), Andrew (1992), Gordon*

(1994) e Luis (1995).

*Na relação a seguir, veja a lista das "personas non gratas" que você teve a sorte de não ter encontrado ou poderá ter o desprazer de encontrar em algum dos paraísos tropicais do Atlântico Norte, no mar do Caribe e na região do golfo do México:*

- 1995: Allison, Barry, Chantal, Dean, Erim, Felix, Gabrielle, Humberto, Iris, Jerry, Karen, Luis, Marilyn, Noel, Opal, Pablo, Roxanne, Sebastien, Tanya, Van e Wendy.
- 1996: Arthur, Bertha, Cesar, Diana, Edouard, Fran, Gustav, Hortense, Isidore, Josephine, Klaus, Lili, Marco, Nana, Omar, Paloma, Rene, Sally, Teddy, Vicky e Wilfred.
- 1997: Ana, Claudette, Danny, Erika, Fabian, Grace, Henri, Isabel, Juan, Kata, Larry, Mindy, Nicholas, Odette, Peter, Rose, Sam, Teresa, Victor e Wanda.
- 1998: Alex, Bonnie, Charley, Danielle, Earl, Frances, Georges, Hermine, Ivan, Jeanne, Karl, Lisa, Mitch, Nicole, Otto, Paula, Richard, Shary, Tomas, Virginie e Walter.
- 1999: Arlene, Bret, Cindy, Dennis, Emily, Floyd, Gert, Harvey, Irene, José, Katrina, Lenny, Maria, Nate, Ophelia, Philippe, Rita, Stan, Tammy, Vince e Wilma.
- 2000: Alberto, Beryl, Chris, Debby, Ernesto, Florence, Gordon, Helene, Isaac, Joyce, Keith, Leslie, Michael, Nadine, Oscar, Patty, Rafael, Sandy, Tony, Valerie e Willi.

\* \* \*

## **TWISTERS**

**O** filme "Twister", que estreou no Brasil em junho de 1996, representando a união de esforços de duas grandes empresas norte-americanas, Warner e Universal, para a realização de uma superprodução cheia de efeitos especiais, despertou a curiosidade sobre um dos mais terríveis desastres naturais: os tornados.

Em 1994, foi iniciado nos Estados Unidos o experimento VORTEX (Verification of the Origins of Rotation in Tornadoes Experiment), que desencadeou uma verdadeira caçada às tempestades na região das Grandes Planícies (Great Plains), visando descobrir como a atmosfera funciona no caso da formação de tornados e assim aperfeiçoar as previsões. Provavelmente, esse fato tenha inspirado o roteiro escrito por Michael Crichton; muito embora no cinema o tema não seja novo: vide o clássico "O Mágico de Oz" (1939) e uma aventura das sessões da tarde da televisão nos anos 70, denominada Tornado.

Dentre os fenômenos meteorológicos conhecidos, os

*tornados são os mais violentos. Isso decorre da alta concentração de energia em uma área relativamente pequena (cerca de 300 m de largura por 40 km de extensão).*

*Em seu aspecto visual, o tornado assemelha-se a um funil, onde a sua extremidade de menor diâmetro (ponta) está na superfície e a sua extremidade mais larga (boca do funil) encontra-se ligada à base de uma nuvem convectiva associada a uma forte tempestade na vizinhança.*

*Um tornado surge rapidamente, causando em poucos minutos grandes estragos. O "funil" visível consiste em gotas de água, girando em fortes vórtices, em geral ciclônicos, com velocidade entre 300-400 km/h, que próximo da superfície do solo erguem grande quantidade de poeira, folhas e outros objetos.*

*Há muitas teorias sobre a formação de tornados. Porém há um padrão consistente relacionado com forte instabilidade termodinâmica (movimentos ascendentes de ar), presença de alta umidade e ventos fortes na alta troposfera (10-12 km de altura). Nessas ocasiões, também a pressão atmosférica sofre quedas acentuadas, aumentando o poder destrutivo, em função do forte gradiente de pressão.*

*De modo geral, os tornados são tempestades em que a pressão no seu centro é tão baixa que ele "explode" tudo em sua passagem, por meio de uma sucção que impele o ar para cima com velocidades de 300-400 km/h. A destruição é total, porém sua passagem é rápida, podendo em 30 segundos já ter ido embora.*

*Os tornados podem ocorrer em qualquer lugar. Todavia, são bastante freqüentes e destruidores nos estados*

*de Oklahoma, Texas, Kansas e Alabama, nos Estados Unidos. Também ocorrem na Austrália, na Europa e na África do Sul. Eles também ocorrem na América do Sul, porém são menos freqüentes e pouco destrutivos.*

*Para quem vive em regiões sujeitas à ocorrência de tornados, o recomendável é que tenha um aparelho especial de rádio do tipo "NOAA weather radio", comumente vendido nos Estados Unidos em lojas de eletrodomésticos por 15-20 dólares. Esses rádios emitem um sinal de alerta automaticamente, a partir da difusão pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos de previsão de tornados em uma dada região.*

*Embora somente dois por cento dos tornados sejam altamente destrutivos e entre 50 % e 70 % dos alertas sobre tornados nos Estados Unidos envolvam alarmes falsos, por razões de segurança e da rapidez com que surgem as tempestades, o normal é a população se precaver e buscar abrigo, em geral no subsolo dos prédios, não ficando nunca dentro de carros ou próximo às janelas. No Brasil, já ocorreram alguns episódios classificados como tornados. Um desses ficou conhecido como "O Tornado de Chavantes", tendo ocorrido em 14 de setembro de 1923 na região de Chavantes e Ourinho, em São Paulo e deixado como saldo 10 mortos, mais de cem feridos e várias fazendas destruídas.*

*Entre os casos de tornados constatados no Brasil, e em particular no Rio Grande do Sul, citam-se: o ocorrido em Lageado em 1967, que deixou 6 mortos, 40 feridos e muita destruição; o que destruiu o terminal de uma empresa de ônibus e várias casas em Alvorada, no ano de 1976; e o que*

*ocorreu em Guaíba em 1978, arrancando árvores e postes e destruindo casas e pavilhões industriais.*



\*\*\*

## **VELOCIDADE DO VENTO**

**Q**uantas vezes você se deparou com um boletim meteorológico, divulgado em um veículo de comunicação qualquer, que, além de outras informações, continha: "... ventos do quadrante Norte de fracos a moderados...".

Sinceramente, você parou para pensar e conseguiu decodificar a expressão acima em uma escala numérica de velocidade de vento?

Em caso afirmativo, parabéns. Poucos conseguem, mesmo entre profissionais da área, visto que as respostas envolvendo expressões dessa natureza não são uniformes.

A direção do vento é definida como a direção de onde o vento sopra.

Em termos de velocidade do vento, as expressões descritivas estão, em geral, associadas à "Escala Anemométrica Beaufort".

Uma adaptação da "Escala Anemométrica Beaufort", aplicável ao referencial de medição de velocidade de vento no Brasil, encontra-se na tabela a seguir.

**ESCALA ANEMOMÉTRICA BEAUFORT**

<i>Nº Beaufort</i>	<i>Velocidade equivalente a 10 m acima do solo</i>	<i>Descrição</i>
	----- (m/s) -----	
0	0,0 - 0,2	
1	0,3 - 1,5	<i>Leve</i>
2	1,6 - 3,3	
3	3,4 - 5,4	<i>Fraço</i>
4	5,5 - 7,9	<i>Moderado</i>
5	8,0 - 10,7	<i>Fresco</i>
6	10,8 - 13,8	
7	13,9 - 17,1	<i>Forte</i>
8	17,2 - 20,7	
9	20,8 - 24,4	<i>Ventania</i>
10	24,5 - 28,4	
11	28,5 - 32,6	<i>Tempestade</i>
12	> 32,7	<i>Furacão</i>

\*\*\*

## AS HORAS

**A**lém do, para nós, conhecido "horário de verão", várias outras expressões são utilizadas para designar o tempo em seu sentido cronológico. São elas: hora local, hora GMT, hora UTC, hora Zulu e hora legal.

A sistematização do tempo no mundo - horas e datas - deu-se através do estabelecimento dos fusos horários. Esse sistema consiste na divisão do globo terrestre em 24 fusos, cada um com 15 graus de largura (360 graus divididos por 24 = 15 graus). Isso baseado no fato de que o dia solar médio, visto como a unidade fundamental de tempo, pode ser dividido em 24 partes iguais, que são chamadas de horas. Assim, cada fuso horário corresponde a uma hora do mesmo dia.

Por convenção internacional, o primeiro fuso, designado pela letra Z, tem por eixo o meridiano (linha de longitude) que passa por Greenwich, na Inglaterra. As horas dos fusos seguintes diferem sucessivamente em 60 minutos, aumentando para leste (E) e diminuindo para oeste (W), com relação

a Greenwich. Assim, quando no fuso de Greenwich são 12 horas, no fuso imediatamente a leste (E) são 13 horas e imediatamente a oeste (W) são 11 horas. Dentro de cada fuso horário, os relógios se ajustam à hora local do meridiano central do fuso.

**HORA LOCAL** - em relação ao sol, cada linha de longitude (meridiano) possui uma hora, chamada hora local, que é comum para todos os locais sobre o mesmo meridiano, porém diferente para todos os demais. Pela multiplicidade de horários que requer, esse sistema não é utilizado.

**HORA GMT** - baseada na expressão inglesa "Greenwich Mean Time", corresponde à hora do fuso que contém o meridiano que passa por Greenwich. Também é utilizada como hora TMG, referindo-se ao tempo médio de Greenwich. Arelada ao sistema dos fusos horários, há necessidade de correção, adicionando-se ou subtraindo-se horas, conforme o fuso em que está localizado o local cujo horário legal correspondente se quer saber.

**HORA UTC** - refere-se à expressão "Universal Time Coordinated", sendo equivalente à hora GMT. Também baseada no sistema dos fusos horários, indica que todos os locais na Terra possuem a mesma hora universal.

**HORA ZULU** - muito utilizada em meteorologia, onde os horários são designados por quatro dígitos seguidos da letra Z. Emprega-se a expressão inglesa "Zulu Time". Evidentemente que o Z é relativo ao fuso horário Z, no qual está

*contido o meridiano que passa por Greenwich. Assim, hora Zulu é o mesmo que hora GMT e hora UTC.*

**HORA LEGAL** - *no sistema dos fusos horários, é a hora que corresponde a todos os locais que estão dentro do mesmo fuso. A hora legal sempre vai diferir da hora local em menos de 30 minutos.*

*O horário legal brasileiro segue o do meridiano de Greenwich. Nesse aspecto, o território brasileiro abrange quatro fusos distintos: no primeiro a hora legal é diminuída de duas horas (Fernando de Noronha e Ilha Trindade), no segundo de três horas, no terceiro de quatro e no quarto de cinco horas (Acre), em relação à hora de Greenwich, respectivamente. Em Passo Fundo, estamos no fuso de menos três horas.*

**HORA DE VERÃO** - *estabelecidas pelos governos de cada país, consiste em adiantar a hora legal em uma hora, durante certos períodos do ano, visando, basicamente, à economia de energia. No Brasil, vigorou entre os dias seis de outubro de 1996 e 15 de fevereiro de 1997.*

**MUDANÇA DE DATA** - *a cada hora nasce um novo dia para determinadas regiões. Porém, um dia novo no planeta Terra nasce no meridiano oposto ao de Greenwich, isto é, na longitude de 180 graus - conhecida como linha de mudança de data - exatamente quando é meio-dia em Greenwich. Essa região fica no meio do Oceano Pacífico e abrange apenas algumas ilhas, que estão no fuso chamado MY, onde se tem a mesma hora, porém com duas datas distintas e consecutivas.*

\* \* \*

## **METEOROLOGIA NO CINEMA**

**A** maioria das cenas que envolve fenômenos meteorológicos nos filmes não é real. Na verdade, não passam de criações dos chamados magos dos efeitos especiais. E tem sido assim faz muito tempo. Desde o tornado do clássico "O Mágico de Oz", nos anos 30, que chegou a passar por autêntico até mesmo para alguns meteorologistas da época.

*Acontece que, na prática, os fenômenos meteorológicos não são fotogênicos. Além do que, os diretores não podem se dar ao luxo de esperar para que ocorram, ao acaso, as condições meteorológicas descritas nos roteiros. Assim, a solução tem sido criá-los artificialmente.*

*O primeiro Oscar para efeitos especiais foi dado, em 1939, para o filme "The Rains Came". Esse filme tratava das monções - período de chuvas intensas - na Índia. Para filmá-lo, uma grande quantidade de água era jogada sobre os atores, a partir de tanques enormes. As chuvas intensas são difíceis de fotografar ou filmar. Por isso, para simulá-las, usam-se*

*aspersores, além de recorrer-se à mistura de leite na água para produzir uma "chuva mais visual".*

*A neve é outro fenômeno meteorológico que tem sido criado artificialmente no cinema. Nos primeiros filmes, usavam-se penas de galinha para simular neve caindo. O inconveniente era que, muitas vezes, colavam nos narizes dos atores. Com o passar do tempo, as penas foram sendo substituídas por outros materiais: pedaços de madeira pintados, produtos plásticos, flocos de milho, pó de extintor de incêndio, creme de barbear etc. Uma das características das neves de filmes, quase sempre despercebida, é que elas nunca derretem.*

*As neblinas verdadeiras também não são práticas para a filmagem. São produzidas com gelo seco ou com os chamados "fog juice", um produto derivado de petróleo.*

*O vento é outra variável meteorológica que tem sido criada no cinema com ventiladores grandes ou com hélices de helicóptero. Assim foi gerado o vento do filme de John Ford, vencedor do Oscar de 1937, chamado "The Hurricane" (O Furacão).*

*As nuvens estão entre os mais difíceis fenômenos meteorológicos para se criar artificialmente e que pareçam reais. Há os chamados tanques de nuvens. Não passam de grandes aquários transparentes, onde misturas de águas doce e salgada, com corantes, sob agitação e jogos de luzes, produzem imagens bastante próximas da realidade.*

*Hoje, o grande trunfo para a produção de imagens de fenômenos meteorológicos, que convençam o público pelo realismo, são os efeitos especiais criados pelos computadores.*

*O filme "Twister", lançado no ano passado, é uma obra-prima do gênero. Além da imagem, o som dos fenômenos é fundamental para o realismo das cenas.*

*Meteorologia no cinema, eis um mercado não convencional para os profissionais das ciências atmosféricas atuarem. Especificamente como consultores de criação de efeitos especiais para fenômenos meteorológicos.*

*Para quem quiser saber mais sobre esse tema, recomenda-se o artigo escrito por Randy Cervený - "Making Weather in the Movies" - publicado pela revista Weatherwise de dezembro 1996/janeiro 1997.*

\* \* \*

## **A METEOROLOGIA E OS DESASTRES NATURAIS**

**F**enômenos meteorológicos adversos são constantemente objeto de notícia nos veículos de comunicação, quase sempre associados a grandes prejuízos em termos materiais e, até mesmo, em vidas humanas.

Esse fato foi o motivador para que a Organização Meteorológica Mundial (OMM), órgão da ONU ao qual o Brasil é signatário, instituisse os anos 90 como a “Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais”.

A pressão populacional sobre os recursos naturais tem feito com que, a cada instante, mais pessoas vivam e trabalhem em zonas de alta vulnerabilidade aos desastres naturais.

Dentre os desastres naturais, os de origem meteorológica destacam-se como os de grande potencialidade de terem seus impactos atenuados através de sistemas de previsões/alertas e de ações de defesa civil efetivas. Nesse caso, as previsões meteorológicas, por melhores que sejam, não

*possuem, por si mesmas, nenhum valor. A questão central é a atitude e as ações que se tomam diante dessas circunstâncias adversas.*

*Não faltam exemplos de êxito no uso de sistemas de previsões/alertas e de ações de defesa na atenuação do impacto de desastres meteorológicos.*

*Em Bangladesh, em maio de 1994, durante a passagem de um ciclone, morreram ao redor de 200 pessoas. Porém, em 1991, durante a passagem de um ciclone de proporções semelhantes, sem a utilização de qualquer sistema de previsão/alerta e de ação de defesa, mais de 130.000 pessoas pereceram.*

*Em outro exemplo, o caso do furacão Andrew, que assolou os Estados Unidos da América em agosto de 1992, apesar dos prejuízos materiais de 25 bilhões de dólares, somente 23 pessoas perderam a vida. Por outro lado, no Haiti, ilha do Caribe sem sistema de alerta de furacões, a passagem do furacão Gordon, em novembro de 1994, resultou na morte de 1.100 pessoas e deixou outras 87.000 desabrigadas.*

*No contexto de desenvolvimento sustentável, as medidas necessárias à redução dos danos ocasionados pelos desastres meteorológicos passam por mudanças de longo prazo, antropogenicamente dirigidas, e envolvem:*

- *Desenvolvimento de sistemas de alertas meteorológicos confiáveis.*
- *Mudança na ênfase das atividades de defesa civil para ações pré-desastre, em relação às operações pós-desastre.*
- *Redirecionamento do uso da terra, tanto rural como urbano, em função de sua vulnerabilidade de risco.*

- *Mapeamento refinado das áreas de risco.*
- *Aumento de eficiência nas operações de emergência.*

*No Brasil, não obstante já ter passado a primeira metade da chamada “Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais”, ainda não se dispõe de um sistema efetivo de previsão/alerta e de ação ante os desastres meteorológicos. Recentes episódios, como inundações no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina e deslizamento de terras no Rio de Janeiro, entre outros, atestam esse fato.*

*Os chamados avisos especiais, elaborados pela meteorologia operacional, ainda possuem uma escala espacial muito ampla, que, associada à escassez de recursos e às condições de miséria em que vive parte da população, coloca um contingente de pessoas à mercê da própria sorte.*

*O uso de tecnologia meteorológica de última geração, envolvendo o aperfeiçoamento no sistema de coleta e análise de dados, radares NEXRAD (New Next Generation Radares), satélites meteorológicos e supercomputadores, e o investimento na área social e melhoria nos níveis de renda individual são imprescindíveis para uma efetiva mudança de comportamento em frente de riscos inerentes aos desastres meteorológicos.*

*Por enquanto, em relação a desastres meteorológicos, ainda precisamos da ajuda de Santa Bárbara e de São Jerônimo, os nossos santos meteorologistas.*

\* \* \*

## **SAÚDE PÚBLICA E OS SERVIÇOS METEOROLÓGICOS NACIONAIS**

**C**om a proximidade do verão, aumenta a preocupação com o excesso de exposição ao sol. Seja ele por necessidade de trabalho ou por estética: bronzamento de pele.

Não há dúvida, o comportamento das pessoas no mundo mudou bastante depois da Segunda Guerra Mundial. No período anterior, a moda ditava o uso de chapéu, sombrinha e trajes de banho que cobriam grande parte do corpo, e a pele pálida era indicativo de posição social. Após, a pele bronzeada passou a ser vista como um sinal de saúde e um ideal em termos de moda. Também o tamanho dos trajes sofreu uma redução acentuada, possibilitando a exposição ao sol de grande parte do corpo.

O resultado tem sido a verificação, a partir de 1980, de um aumento no número de diagnósticos de problemas de saúde relacionados com o excesso de exposição ao sol, tais como: câncer de pele, cataratas nos olhos e enfraquecimento do sistema imunológico.

*A Sociedade Americana de Câncer - American Cancer Society -, em seu relatório de 1995 (ACS, 1995: Cancer Facts and Figures), estima que somente nos Estados Unidos, nesse ano, seriam diagnosticados 800.000 novos casos de câncer. Desses, 34.100 pessoas apresentariam o tipo mais sério de câncer de pele, melanoma, esperando-se 9.300 óbitos, em 1995, devidos ao câncer de pele. Esse número indica mais de uma morte por hora nos Estados Unidos.*

*Além do câncer de pele, tem preocupado o aumento de cegueira no mundo ocasionado por cataratas, estimado em 53 % dos casos. Também merecem destaque os estudos de DeFabo & Noonan (J. Exper. Med., 158, 84-98, 1983) relacionando o excesso de exposição à radiação ultravioleta com o enfraquecimento do sistema imunológico.*

*O vilão dessa história, que tem sido apontado por muita gente, é o excesso de exposição à radiação solar e, em particular, os comprimentos de onda da faixa do espectro denominado ultravioleta.*

*A faixa de radiação ultravioleta compreende os comprimentos de onda menores do que 400 nm (nm = nanômetro). A radiação ultravioleta pode ser dividida em três partes: ultravioleta C (UV-C), ultravioleta B (UV-B) e ultravioleta A (UV-A), caracterizadas por radiações de comprimento de onda menores do que 280 nm, entre 280 e 320 nm e entre 320 e 400 nm, respectivamente.*

*A radiação UV-C é muito perigosa para os seres vivos. Felizmente ela é absorvida pelo ozônio da estratosfera, não atingindo a superfície da Terra. É desse fato que advém a preocupação atual com a destruição da camada de ozônio. Na*

*faixa do UV-B, a absorção pelo ozônio é restrita aos comprimentos de onda menores, enfraquecendo bastante a absorção na proximidade dos 320 nm. Já na faixa do UV-A, a absorção pelo ozônio é muito pequena.*

*Desse modo, as radiações UV que chegam à superfície do planeta Terra são do tipo UV-A e UV-B. A radiação UV-B afeta os seres humanos reduzindo a síntese de vitamina D, ocasionando o desenvolvimento de câncer de pele e de cataratas nos olhos e reduzindo o sistema imunológico do organismo. Por sua vez, a radiação UV-A é necessária para a síntese de vitamina D, porém o excesso de UV-A também pode causar problemas.*

*Evidentemente que o enfoque desta matéria não é a questão da saúde vista em si mesma mas, sim, o envolvimento dos serviços meteorológicos nacionais nas campanhas públicas de esclarecimento e orientação às pessoas sobre os riscos do excesso de exposição à radiação solar.*

*Experiências nesse sentido são recentes no mundo, porém os resultados já começam a aparecer. A primeira campanha educacional sobre prevenção do câncer de pele envolvendo um serviço meteorológico foi feita em Queensland, na Austrália, na metade dos anos 80. O Laboratório Australiano de Radiação - Australian Radiation Laboratory - iniciou o monitoramento da radiação ultravioleta (UV) no país e passou a difundir a dose diária de UV, para as grandes cidades, nos noticiários noturnos de televisão e de rádio. Em seguida, em 1987, a Nova Zelândia também iniciou campanhas públicas de alerta, com incursões horárias no rádio dos chamados "burn times reports", relacionados com os horários de riscos de*

*queimadura de pele pelo sol. Em 1992, foi a vez de o Canadá, através do seu Serviço de Ambiente Atmosférico - Atmospheric Environment Service -, iniciar a produção de um índice de previsão de radiação ultravioleta para o próximo dia.*

*Esses três países - Austrália, Nova Zelândia e Canadá - têm obtido sucesso em passar a mensagem para o público. Levantamentos feitos mostram que as pessoas conhecem a existência dos índices de radiação UV em seus países e têm feito mudanças em seus hábitos, evitando expor-se ao sol nos horários e dias de maior densidade de fluxo de radiação UV.*

*No outono de 1992, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, a EPA - Environmental Protection Agency levou ao serviço Meteorológico Nacional desse país, o NWS - National Weather Service, uma proposta para o desenvolvimento de um índice de previsão de radiação ultravioleta similar ao canadense. A idéia era de que de posse desse índice a EPA e o Centro de Controle e Prevenção de Doenças - Center for Disease Control and Prevention - lançariam uma campanha pública de alerta com muito maior eficiência. Desde então, o NWS produz sistematicamente o "UV index".*

*No Brasil, atualmente, não é produzido ou divulgado nenhum tipo de índice de monitoramento e/ou previsão de radiação ultravioleta.*

*A oportunidade está posta, o resultado o futuro mostrará.*

\* \* \*

## ***CUIDADOS COM A EXPOSIÇÃO AO SOL***

***D***o total de energia solar que chega à superfície do planeta Terra, admite-se que, em média, nove por cento está compreendido na faixa do espectro de comprimento de onda denominada ultravioleta. O restante subdivide-se em 41 % na faixa do espectro chamada visível e 50 % na faixa do infravermelho.

*A preocupação humana, devido a possíveis danos à pele e aos olhos, é com a radiação ultravioleta. A faixa do ultravioleta atinge a superfície do solo em basicamente duas frequências, denominadas UV-A e UV-B, e ambas podem ocasionar danos aos seres vivos. Em termos de comprimento de onda, enquadram-se na faixa do ultravioleta os menores de quatrocentos nanômetros.*

*A quantidade de energia solar que chega a cada local depende da inclinação dos raios solares. Desse modo, esta varia com a posição do local em relação ao equador terrestre e com a época do ano. Quanto mais verticalmente os raios solares chegam à superfície, maior é a densidade de fluxo de*

*energia, isto é, a quantidade de energia por unidade de área e por unidade de tempo. Assim, a densidade de fluxo de radiação solar é maior na região equatorial do planeta durante o período de verão, nos diferentes locais.*

*De modo análogo, durante o período diurno, pela inclinação dos raios solares, a densidade de fluxo instantâneo de energia solar é maior no horário próximo ao meio-dia local.*

*Os questionamentos sobre os danos ocasionados pelo sol aos seres vivos, aumentaram bastante nos últimos anos. Vão desde orientações cientificamente embasadas sobre os riscos da exposição exagerada ao sol até a manchetes alarmistas sobre a possível explosão do câncer de pele, pela destruição da camada de ozônio, em função de esse gás ser o principal absorvedor da radiação ultravioleta. Na sociedade americana, o aumento de casos de câncer de pele tem sido considerado decorrente da maior exposição das pessoas ao sol após a II Guerra Mundial, por razões de moda - pele bronzeada e menores tamanhos das roupas - do que, propriamente, do aumento da radiação ultravioleta ocasionada pela propalada destruição da camada de ozônio.*

*Diferente do que muitos imaginam, em dias nublados, ou mesmo embaixo de um guarda-sol à beira-mar, os riscos de exposição ao sol permanecem, apesar de em menor escala, porque em dias nublados, embora inexista radiação solar direta, continua ocorrendo a parte da radiação solar chamada difusa ou espalhada. Além disso, o espalhamento da radiação solar é inversamente proporcional ao comprimento de onda, ocorrendo, particularmente na faixa do espectro de comprimentos de onda do ultravioleta. À sombra de um*

*guarda-sol à beira mar, é imprescindível que se considere que a água e a areia não são corpos negros ideais, portanto refletem parte da radiação solar incidente, que acaba atingindo quem julga estar protegido naquelas condições.*

*A melhor forma de se escapar dos riscos de exposição ao sol é não se expor ao sol. Contudo, na prática, isso é impossível, além dos aspectos considerados benéficos e necessários do sol à saúde humana. Por isso, a recomendação é de exposição ao sol, no período da manhã, antes das dez horas e, no período da tarde, após as quinze horas. Assim, evita-se o período do dia em que os raios solares atingem em sua posição mais vertical a superfície da terra, possuindo, portanto, maiores densidades de fluxo de energia.*

*O interesse pelos riscos de exposição ao sol levou o Serviço Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos (U.S. National Weather Service) a divulgar, a partir de junho de 1994, previsões sobre radiação ultravioleta ou riscos de queimaduras pelo sol ("sunburn") conforme o tipo de pele das pessoas.*

*O momento oportuno de exposição ao sol, o tempo de exposição, o uso de protetores solares adequados e o uso de óculos para proteção dos olhos contra a radiação ultravioleta são questões estritamente relacionadas com as características próprias de cada indivíduo. Portanto, o melhor caminho para obter aconselhamento é uma consulta ao seu médico.*

\* \* \*

## **A METEOROLOGIA E O ESPORTE**

**N**o momento em que chegam ao seu final os Jogos Olímpicos de Atlanta, retornar ao tema escolhido para as comemorações do Dia Mundial da Meteorologia em 1996, "A meteorologia e o esporte", nos parece apropriado e oportuno.

O conselho executivo da Organização Meteorológica Mundial (OMM) selecionou o tema acima citado como o objeto das comemorações (que ocorreram em 23 de março), visando demonstrar, por ocasião do centenário dos jogos olímpicos da era moderna, o apoio que os serviços meteorológicos nacionais podem dar à prática desportiva.

Tanto em nível de esporte amador, envolvendo competições ou simples recreação, como no âmbito profissional, as informações meteorológicas são imprescindíveis para a programação de eventos e para a avaliação de índices de desempenho de atletas.

A ocorrência de condições meteorológicas não esperadas é a forma mais efetiva de atrapalhar uma programação

*esportiva, particularmente no caso de esportes praticados ao ar livre. Desse modo, considerar as previsões meteorológicas e as características climáticas locais é o primeiro passo para a redução de riscos de fracasso de qualquer evento esportivo praticado em áreas descobertas, definindo a época oportuna, a escolha de localidades e o tipo de ambiente mais adequado, conforme a modalidade envolvida.*

*No planejamento de acontecimentos esportivos importantes, como os Jogos Olímpicos, os Jogos Panamericanos, os Jogos Asiáticos, os Jogos Panafricanos etc., a análise de séries históricas de registros meteorológicos, que definem as características do clima, é fundamental para a escolha adequada dos locais que sediarão os eventos.*

*A partir da definição dos locais escolhidos, variáveis meteorológicas, tais como temperatura, umidade relativa, velocidade do vento, regime de chuvas e qualidade do ar, passam a definir a estratégia de preparação dos atletas que vislumbram conquistar medalhas.*

*É inquestionável a influência que as variáveis de ambiente exercem sobre as práticas desportivas. Como exemplo, cita-se o caso da natação, com relação à temperatura da água, visto que, embora tenha o seu nível de conforto variável de pessoa para pessoa, existe uma faixa ideal que exerce menor influência sobre o desempenho dos atletas. O mesmo raciocínio vale para a prática de mergulho, onde o risco de temperaturas muito baixas, combinadas com vestuário inadequado, pode submeter os indivíduos à situação de hipotermia. Esse tipo de risco também merece ser considerado em outras modalidades esportivas, como montanhismo, esquia-*

ção, surfe etc.

*Além desses aspectos, no caso de eventos esportivos que envolvem multidões de espectadores, a previsão de adversidades meteorológicas, como furacões, tornados, tempestades severas etc., é fundamental para garantir a segurança dos participantes, servindo de suporte à tomada de decisões sobre a oportunidade de sua realização.*

*Para a comunidade local, a Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo tem disponibilizado, diariamente, os mais modernos produtos de meteorologia em nível de Brasil, além das principais características do clima de Passo Fundo. O horizonte dos prognósticos de tempo no serviço meteorológico operacional brasileiro é de até 5 dias. Para muitos, pode parecer pouco, porém sua observação pode representar o diferencial entre o fracasso e o sucesso na programação de um evento esportivo.*

\* \* \*

## ***DIA MUNDIAL DA METEOROLOGIA - 1994: A OBSERVAÇÃO DO TEMPO E DO CLIMA***

**D**esde 1961, comemora-se em 23 de março o "Dia Mundial da Meteorologia". Essa data assinala a entrada em vigor, no ano de 1950, de um convênio intergovernamental criando a Organização Meteorológica Mundial (OMM), da qual o Brasil é um país signatário. A OMM, cuja sede fica em Genebra, na Suíça, veio a substituir a antiga Organização Meteorológica Internacional, que existia desde 1873.

A cada ano, o conselho executivo da OMM seleciona um tema que servirá de referência à comemoração do "Dia Mundial da Meteorologia". Para 1994, o tema escolhido foi "A observação do tempo e do clima", pela importância que deram ao assunto os dirigentes mundiais presentes à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro, junho de 1992) e pela necessidade de estabelecer-se um sistema confiável de observação para vigiar e compreender o comportamento do ambiente no mundo.

*O secretário geral da Organização Meteorológica Mundial (OMM), Professor Godwin O.P. Obasi, em sua mensagem sobre o tema de 1994, destacou a criação, em 1963, de um programa da OMM, denominado Vigilância Meteorológica Mundial (VMM), envolvendo o Sistema Mundial de Observação (SMO), o Sistema Mundial de Telecomunicações (SMT) e o Sistema Mundial de Processamento de Dados (SMPD). Nesse programa, participam inúmeros países, entre os quais o Brasil, e particularmente a cidade de Passo Fundo, através da estação meteorológica da Embrapa Trigo, contribuindo diariamente para a compreensão e para o prognóstico do tempo e do clima no mundo.*

*Atualmente, a vigilância meteorológica mundial engloba 9.000 estações meteorológicas de superfície, 7.000 observações diárias efetuadas por navios, cerca de 10.000 informes diários produzidos por aeronaves comerciais, 350 estações climáticas terrestres automáticas, 300 bóias fixas e 600 bóias à deriva, servindo como estações marítimas. Além das sondagens da atmosfera superior, realizadas por aproximadamente 10 % das estações meteorológicas de superfície, é feito o acompanhamento permanente da atmosfera terrestre pelos satélites meteorológicos de órbita polar, transmitindo imagens do mesmo ponto duas vezes ao dia, e pelos satélites geoestacionários sobre o equador, produzindo informação meteorológica quase constantemente.*

*No Rio Grande do Sul, em termos de observação do tempo e do clima, destaca-se a atuação das redes de estações meteorológicas de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET - 8º DISME) e da Seção de Ecologia Agrícola do Ipagro (Fundação de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul); da rede de estações pluviométricas do DNAEE; da*

*estação de ar superior (radiossondagens), operada em Porto Alegre pela Diretoria de Eletrônica; e do radar meteorológico, localizado em Pelotas, operado pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel).*

*Na região do Planalto Médio do RS, as observações sistemáticas do tempo tiveram início em agosto de 1912, com a fundação da estação meteorológica de Passo Fundo. Desde então, diariamente e sob quaisquer condições de tempo, têm sido realizadas observações meteorológicas. Essa série histórica de dados meteorológicos, uma das mais longas do Brasil, encontra-se em fase de informatização na Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, devendo brevemente se constituir em uma Base de Dados Meteorológicos de inestimável valor para a compreensão do clima na região.*

*Desde as antigas observações meteorológicas visuais, realizadas na Babilônia há 4.000 a.C., até os dias de hoje, caracterizados pelo uso de satélites meteorológicos, de plataformas de coleta de dados, de supercomputadores e de modelos numéricos de previsão do tempo, o papel desempenhado pelos observadores meteorológicos, profissionais ou voluntários, é imprescindível para vigiar, compreender e prever o tempo e o clima. Por isso é que o "Dia Mundial da Meteorologia", em 1994, é dedicado a essas pessoas.*

*Portanto, nessa data, rendemos nossa homenagem ao competente trabalho dos atuais observadores da estação meteorológica de Passo Fundo, Glaci Flores (Embrapa Trigo) e Luis Sandri (INMET), sem evidentemente esquecer a valiosa colaboração das pessoas que os antecederam.*

\* \* \*

## **DIA MUNDIAL DA METEOROLOGIA - 1995: SERVIÇOS METEOROLÓGICOS PARA O PÚBLICO**

**O** Dia Mundial da Meteorologia é comemorado anualmente em 23 de março, desde 1961. Essa data marca a entrada em vigor, em 23 de março de 1950, do convênio intergovernamental da Organização Meteorológica Mundial (OMM), do qual o Brasil é um dos países signatários.

Anualmente, o conselho executivo da OMM, com sede em Genebra, Suíça, seleciona um tema que servirá de marco de referência às comemorações do dia mundial da meteorologia. Em 1995, o tema escolhido foi: "Serviços Meteorológicos para o Público". A escolha desse tema destaca a importância da meteorologia para a tomada de decisões nos mais variados segmentos da atividade humana. Decisões essas que se estendem desde a simples escolha da roupa mais adequada para se usar determinado dia, até decisões emergenciais de múltiplos reflexos econômicos e sociais, como em atividades de defesa civil ante as previsões de desastres

*naturais.*

*Em nível de Brasil, o órgão responsável pela meteorologia operacional, envolvendo coleta, processamento e disseminação de informações meteorológicas oficiais, é o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cuja abrangência sobre as unidades da federação está dividida em distritos meteorológicos. Para o sul do Brasil, envolvendo Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, esse serviço está a cargo do 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME), sediado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.*

*Na região de Passo Fundo, a Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo) é a instituição responsável, através de convênio de cooperação com o INMET - 8º DISME, pela manutenção/operação da estação meteorológica oficial de Passo Fundo, que está integrada à rede sinótica do INMET e ao projeto de vigilância meteorológica mundial da OMM.*

*Nesse universo, a Embrapa Trigo tem colaborado para o atendimento das mais variadas necessidades dos usuários de informações meteorológicas na região de Passo Fundo. Dentre os serviços prestados rotineiramente e disponíveis ao público, citam-se:*

- *Previsão de tempo do INMET: repasse diário a rádios e jornais, bem como para atendimento de solicitações individuais.*
- *Tendência do tempo do INMET: disponível mediante solicitação.*
- *Previsão de chuvas do CPTEC/INPE para 5 dias: disponível mediante solicitação.*

- *Certidões meteorológicas: intermediação junto ao INMET - 8º DISME para o fornecimento de certidões oficiais sobre adversidades meteorológicas ocorridas.*
- *Boletim mensal "Informações Agrometeorológicas": disponível mediante solicitação.*
- *Meteorologia aplicada à agricultura: fornecimento de informações sobre os mais variados temas em agrometeorologia.*

*Estima-se que, anualmente, 30 % das safras agrícolas no mundo são perdidas por adversidades de natureza meteorológica. Desse valor, 10 % das perdas, no mínimo, poderiam ser evitadas pelo uso de informações e de previsões meteorológicas adequadas à tomada de decisões na agricultura.*

*Esse fato torna o setor agrícola um dos principais demandantes dos serviços meteorológicos nacionais. Todavia, em nível de Brasil, salvo experiências isoladas e serviços especiais para o público - como os desenvolvidos pela Funceme, no Ceará, o boletim Radar, elaborado pelo IAC, para São Paulo, a experiência piloto do CPTEC-INPE, no projeto Meteosul, com o sistema cooperativo do Rio Grande do Sul, e a operação do radar meteorológico, pela associação de fruticultores de Fraiburgo, em Santa Catarina, entre outros, praticamente inexistem serviços operacionais para o atendimento das demandas em meteorologia do setor agrícola.*

*Desse modo, constata-se como imprescindível, para o desenvolvimento pleno das atividades agrícolas no Brasil, a implementação de serviços operacionais que forneçam produtos de previsão, desde curtíssimo prazo, de 2 a 6 h, até previsões climáticas, com horizontes de 3 a 6 meses, visando*

*subsidiar a tomada de decisão do produtor, no tocante a atenuar os riscos da ocorrência de condições meteorológicas adversas ou mesmo otimizar a ocorrência de situações favoráveis.*

\* \* \*

## **DIA MUNDIAL DA METEOROLOGIA - 1996: A METEOROLOGIA E O ESPORTE**

**O** Dia Mundial da Meteorologia é comemorado, anualmente, em 23 de março, desde 1961. Essa data marca a entrada em vigor, em 23 de março de 1950, do Convênio Intergovernamental da Organização Meteorológica Mundial (OMM), do qual o Brasil é um dos signatários.

Anualmente, o Conselho Executivo da OMM, com sede em Genebra, Suíça, seleciona um tema que servirá de marco de referência às comemorações do Dia Mundial da Meteorologia. Em 1996, o tema escolhido foi: "A Meteorologia e o Esporte".

No ano das Olimpíadas de Atlanta, a escolha do tema mostra-se muito adequada para demonstrar toda a potencialidade de suporte à prática desportiva que um serviço meteorológico de primeiro mundo, no caso os Estados Unidos da América, poderá dar ao evento.

Tanto em nível de esporte amador como no âmbito profissional, as informações meteorológicas de precisão são

*imprescindíveis para a programação de eventos e para a avaliação de índices de desempenho de atletas.*

*A ocorrência de condições meteorológicas não esperadas é a forma mais efetiva para atrapalhar uma programação esportiva. Desse modo, considerar previsões meteorológicas e as características climáticas locais é o primeiro passo para a redução de riscos de fracasso em qualquer evento esportivo, definindo o momento oportuno, a escolha da localidade e o tipo de ambiente mais adequado, conforme a modalidade de esporte.*

*No caso da natação, embora a temperatura da água tenha o seu nível de conforto variável de pessoa para pessoa, existe uma faixa ideal que exerce menor influência sobre o desempenho dos atletas. O mesmo raciocínio vale para a prática de mergulho, onde o risco de temperaturas muito baixas, combinadas com vestuário inadequado, pode submeter os indivíduos à situação de hipotermia. Esse risco também merece ser considerado em outras modalidades esportivas, como montanhismo, esquiação, surfe etc.*

*Para a comunidade de Passo Fundo e região, a Embrapa, através do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), tem procurado disponibilizar os mais modernos produtos de meteorologia disponíveis em nível de Brasil e mesmo mundial. Apesar da ênfase voltada a aplicações na agricultura, essas informações são destinadas aos mais variados segmentos da atividade humana, como o objeto do tema do Dia Mundial da Meteorologia em 1996.*

\* \* \*

## **DIA MUNDIAL DA METEOROLOGIA - 1997: AS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS NAS CIDADES**

**O** Dia Mundial da Meteorologia é comemorado em 23 de março. Essa data marca a entrada em vigor, no ano de 1950, do convênio intergovernamental de criação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), do qual o Brasil é um dos países signatários.

A cada ano, desde 1961, é definido um tema que servirá de referência às comemorações do Dia Mundial da Meteorologia. Pela importância e em atenção às recomendações da Conferência das Nações Unidas "Habitat II", realizada em Istambul, na Turquia, em junho de 1996, o tema escolhido para 1997 foi: "As condições meteorológicas e hidrológicas nas cidades".

O mundo atual está cada vez mais urbanizado. Isso é um fato incontestável. Da população mundial, da ordem de 2,5 bilhões de pessoas em 1950, 1/3 vivia nas cidades. Para o ano 2000, com uma população estimada em 6,2 bilhões, a

*metade dessas pessoas viverá em cidades, projetando-se, para o ano 2025, que 2/3 das pessoas habitarão em aglomerados urbanos.*

*A pressão de urbanização no mundo faz com que, cada vez mais, as pessoas vivam ou trabalhem em zonas de alta vulnerabilidade a desastres naturais. Também acentuam-se os problemas de disponibilidade de água potável e de poluição ambiente.*

*Entre os desastres naturais que causam maiores danos às cidades, destacam-se, em 70 % dos casos, os de origem meteorológica: ciclones, furacões, tufões, tornados, inundações e estiagens. O alagamento na região do Mississippi, em 1993, nos Estados Unidos, causou danos superiores a 10 bilhões de dólares. O ciclone Ângela, que atingiu as Filipinas, em 1995, incluindo a capital Manila, deixou o saldo de 915 mortes e 452 milhões de dólares em prejuízos materiais.*

*Entre os efeitos da urbanização, com o aumento no número de edificações e com o crescimento da pavimentação das ruas, acentuaram-se os problemas de alagamento após as chuvas. Isso acontece porque há um maior escoamento superficial de águas, ocasionando sérios danos de erosão urbana, desabamento de encostas e alagamento de bairros inteiros. Exemplos no Brasil não faltam. Recentemente, os noticiários nos meios de comunicação destacaram problemas dessa natureza no Rio de Janeiro, em Pernambuco, em Minas Gerais e em Santa Catarina.*

*A OMM estabeleceu os anos 90 como a Década Internacional de Redução dos Desastres Naturais. Nesse con-*

*texto, a meteorologia desempenha papel-chave no tocante ao monitoramento aplicado a atividades de defesa civil, ao mapeamento de áreas de risco e à implementação operacional de sistemas de alertas. E essas ações são particularmente importantes para as cidades.*

*Um dos aspectos fundamentais na vida urbana, na atualidade, diz respeito à disponibilidade de água. A demanda por água aumentou dramaticamente desde o início deste século até os anos 90. Fala-se em um aumento da ordem de seis vezes. Esse valor é maior do que o dobro do crescimento populacional no período. Contribuíram para isso o aumento da irrigação na agricultura, o crescimento industrial e o aumento no consumo "per capita" para fins domésticos e sanitários.*

*A disponibilidade de água restringe o crescimento das cidades. O gerenciamento dos recursos hídricos passou a ser uma preocupação freqüente das administrações municipais. A seca deixou de ser uma questão unicamente do meio rural, e o racionamento de água uma realidade em muitas cidades. Passo Fundo, neste momento, vive intensamente o alerta do tema do Dia Mundial da Meteorologia de 1997.*

\* \* \*

## **ALGUNS MITOS EM METEOROLOGIA**

**A** *meteorologia sempre foi um território fértil para o surgimento, paralelo à ciência, de mitos populares, principalmente na área de prognósticos.*

*No meio rural gaúcho, há vários exemplos. Apesar de não serem objeto de preocupação da meteorologia como ciência, enriquecem o nosso folclore.*

*Diante da atração que o tema exerce, ocupando, ainda hoje, espaço nos veículos de comunicação, selecionamos três para um exame mais detalhado.*

*Apesar de dispensável, consideramos oportuno reiterar: todos merecem o nosso respeito enquanto manifestação cultural de um povo, porém, na hora de tomar decisões que dependam da meteorologia, o recomendável é procurar informações oriundas do serviço meteorológico operacional brasileiro, no caso o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).*

### **O Observatório Antares - "El Brujo"**

*Durante longo tempo, de meados dos anos 40 até o*

*final da década de 80, os prognósticos de tempo do "Observatório Antares", de Montevideu, Uruguai, gozaram de grande credibilidade na área rural do sul do Brasil.*

*Apesar do nome pomposo - "Observatório Antares"-, esse instituto nunca passou de apenas uma pessoa: o uruguaio Juan Rewes Febles, conhecido por "El Brujo", em função de suas previsões.*

*O grande orgulho de Febles, portanto, do "Observatório Antares", era realizar previsões de longo prazo. Suas previsões variavam entre um horizonte de tempo de 15 dias ou três meses, conforme a solicitação. Esses horizontes de tempo, ainda hoje, não são alcançados na meteorologia operacional.*

*Adotando uma mescla entre a utilização de estatísticas climáticas - "valores normais"- e credices populares, o Observatório Antares ganhou repercussão e credibilidade nos veículos de comunicação, particularmente jornais e rádios do sul do Brasil, paralelamente à ciência da meteorologia.*

*A morte de Juan Rewes Febles decretou o fim do Observatório Antares. Um fato que me chamou a atenção, e talvez tenha sido o motivador deste texto, foi uma pequena nota, perdida nas páginas do jornal "El Clarin", que li no início dos anos 90, informando que a viúva de Febles colocara à disposição dos interessados o acervo documental do popular Observatório Antares, cuja sede nunca passou de uma sala em um prédio no centro de Montevideu. Definitivamente, a sensação foi de fim, comprovada pelo tempo, do mítico Observatório Antares.*

### ***O previsor caipira de Cruz Alta***

*O operador de telecomunicação da Cooperativa de Cruz Alta (Cotricruz), Gilberto Dambrósio, ganhou notoriedade e amplo espaço nos veículos de comunicação, nos anos 70 e 80, com suas previsões nada convencionais em relação à ciência da meteorologia.*

*Dambrósio foi muito ouvido na área rural de Cruz Alta, principalmente a partir da previsão do fim da estiagem de 1977/78.*

*O popular previsor de Cruz Alta tinha orgulho de suas "previsões caipiras" e explicava que elas eram baseadas nas fases da Lua na primeira quinzena do mês e no alinhamento dos planetas, particularmente na localização de Vênus no horário da manhã. Também considerava importante o uso da intuição, a observação da umidade das encostas e o comportamento da fauna.*

*Em relação ao comportamento da fauna, Dambrósio tinha vários exemplos: quando sapo procura água é sinal de chuva dentro de 48 horas. Se o corvo voar alto significa que vem frio. Por sua vez, o vôo alto das andorinhas é sinal de tempo bom; quando vai chover elas voam rasante ao chão. Também considerava como sinais de chuva quando o boi e o cavalo olham para o céu, o galo canta à tarde, as moscas molesta as pessoas, os gatos passam as patas nas orelhas, os pássaros voltam aos ninhos, as abelhas se refugiam nas colméias e as aranhas encurtam suas teias.*

*Gilberto Dambrósio morreu, e a Cotricruz de hoje é um exemplo na disseminação para o meio rural dos mais modernos produtos de meteorologia científica disponíveis no*

*Brasil, particularmente os produtos de previsão numérica de tempo do CPTEC-INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).*

### ***A Fundação Cacique Cobra Coral***

*A Fundação Cacique Cobra Coral, cuja sede fica em Guarulhos, São Paulo, passou a ganhar notoriedade no Rio Grande do Sul a partir de meados dos anos 80. Desde então, essa fundação tem colocado seus serviços à disposição dos governos estaduais, sempre voltados à atenuação de impactos em situações de adversidades meteorológicas.*

*De acordo com a médium Adelaide Scritori, que diz incorporar o espírito do Cacique Cobra Coral, a atuação da fundação dá-se através da detecção antecipada de fenômenos pelos engenheiros siderais, situações que os espíritos limitados de alguns cientistas não conseguem abranger.*

*O mito da atuação da Fundação Cacique Cobra Coral em meteorologia está bem vivo nos nossos dias. Não fui conferir, mas está na seção de cartas do Jornal Zero Hora, de 30 de janeiro de 1996, a informação de José Carlos Tarasconi de que consta no Diário Oficial do Estado de 23 de janeiro desse mesmo ano o convênio firmado entre a Secretaria da Agricultura e Abastecimento e a Fundação Cacique Cobra Coral para "prestação de assistência... principalmente em casos de calamidades públicas, como inundações, secas, geadas, vendaval..."*

\* \* \*

## **O MITO DA LUA EM METEOROLOGIA**

**A** crença de que a lua influi sobre as condições meteorológicas não é um privilégio exclusivo nosso: "No cambiará hasta que lo haga la luna", dizem com frequência os irmãos de língua espanhola. Evidentemente, referindo-se ao entendimento de que as condições de tempo não mudarão enquanto não ocorrer a mudança de fase da lua.

Ao longo da história, o homem tem vivido uma busca incessante de explicações para o mundo que o cerca. Diante da complexidade dos fenômenos naturais, particularmente os meteorológicos, a saída para o homem simples, alheio ao desenvolvimento das ciências, foi a criação de mitos, muitos deles relacionados com a lua. Com o passar do tempo, esses mitos e lendas adquiriram vida própria, estabelecendo uma espécie de elo de ligação entre a razão e a fé.

Os mitos relacionados com a lua, meteorologia e agricultura foram, durante muito tempo, disseminados no Brasil por um tipo de publicação, que versava sobre os mais variados assuntos, denominado almanaque. Os almanaques,

que quase sempre levavam o nome de algum medicamento, eram pródigos em informações desse gênero. Tudo bem temperado ao gosto do paladar popular.

No Rio Grande do Sul, o escritor Hélio Moro Marianne coletou uma série de adágios populares sobre a influência da lua em meteorologia. A partir desse autor, são descritas, a seguir, as principais crendices.

#### ***Prenúncios de mau tempo***

- *Troveja por ocasião da lua nova.*
- *A lua fica encoberta por nuvens negras.*
- *A lua nova está "com os cornos virados prá baixo".*

#### ***Prenúncios de bom tempo***

- *A lua nova "com os cornos virados prá cima", é sinal de tempo bom para todo o mês.*
- *Se estiver chovendo na hora em que a lua cheia aparecer, é porque a lua cheia "come" a chuva.*

#### ***Previsões a longo prazo***

- *Se chover por ocasião da lua nova de abril, por certo que o inverno será chuvoso, o mesmo devendo ocorrer para o verão, se chover durante a lua nova de setembro.*

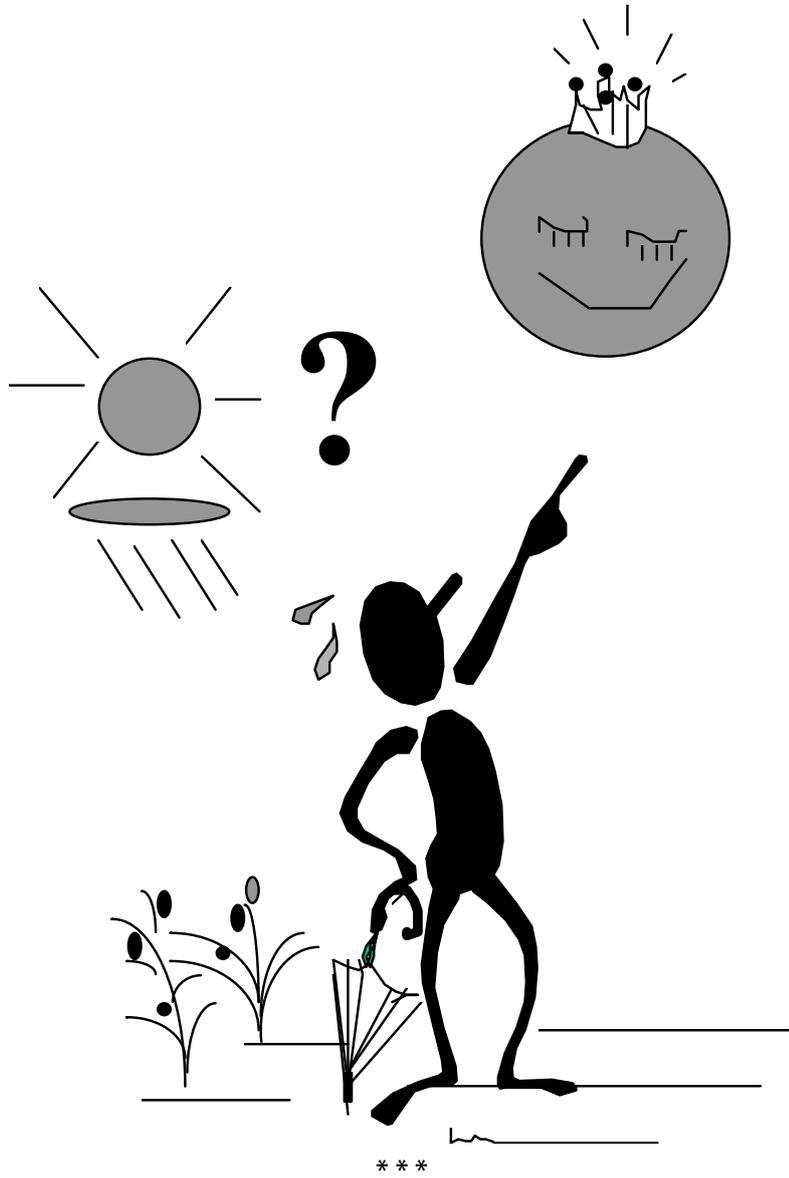
É claro que as regras descritas acima são desprovidas de fundamento científico, tanto teórico como experimental. São superstições, valendo como curiosidade, como manifestação cultural e folclórica do nosso povo. Nada mais além disso.

Ao questionamento, ainda não tão raro, sobre a

*possibilidade de prever-se o tempo com base nas fases da lua, a resposta é DEFINITIVAMENTE NÃO.*

*E essa resposta tem uma razão lógica muito simples: a lua troca de fase no mesmo dia em todo o planeta. Portanto, se a lua, ao entrar em uma determinada fase, indicasse a previsão de uma semana de chuva, por exemplo, o fenômeno deveria ocorrer em escala mundial. Desse modo, demonstra-se, por absurdo, que NÃO É POSSÍVEL A PREVISÃO DE TEMPO BASEADA NA LUA.*

*Quanto à lua, deixemo-la como fonte de inspiração aos poetas e guardiã dos amantes da boêmia.*



## **A ARTE DE BENZER O TEMPO**

**Q**uer acreditemos em superstições quer não, há nesse Rio Grande de São Pedro uma série de rezas, benzeduras, simpatias, mandingas e esconjuros que, segundo a crença, possuem a capacidade de modificar o comportamento da atmosfera. Também não são raras as benzedadeiras afa-madas, profissionais ou amadoras, que trazem em seu "currículo" fatos notáveis relacionados com mudanças nas condições climáticas.

O homem tem necessidade de compreender o mundo que o cerca. Diante da complexidade dos fenômenos atmosféricos, a saída encontrada pelo homem simples e alheio aos conhecimentos da ciência da meteorologia foi a busca de explicação no sobrenatural e no poder de divindades para controlar os desígnios do tempo meteorológico. Assim nasceram as crenças, as rezas, as simpatias, os mitos e tantas outras modalidades do gênero que, através do costume passado de geração para geração, chegaram até os dias atuais. Muitos desses costumes se perderam ao longo do tempo, outros

*ainda encontram-se bem vivos no nosso meio.*

*Hoje, a meteorologia, enquanto ciência, possui explicação física para os mais variados comportamentos da atmosfera. Todavia, se conhecimento científico satisfaz à razão, com toda a certeza não acalma as inquietações da alma humana. Por isso, são admiráveis trabalhos como o do escritor Helio Moro Mariante, que resgatam e evitam que venham a se perder os costumes sul-rio-grandenses no campo da astro-meteorologia popular, contribuindo para o enriquecimento da nossa cultura. E tão somente como manifestação cultural popular devem ser vistos.*

*Da obra de Helio Moro Mariante - Santa Bárbara, São Jerônimo! Astro-Meteorologia popular - extraímos, com pequenas adaptações, os costumes e crenças gauchescos descritos a seguir.*

### **Para pedir chuva**

*Durante períodos de seca, o gaúcho utiliza várias formas para pedir chuva. Dentre essas:*

- *colocar um punhado de sal em formigueiro;*
- *matar um sapo e colocá-lo de barriga para cima. Em algumas regiões, pensa-se o contrário, matar um sapo provoca seca;*
- *colocar uma imagem de Santo Antônio, de preferência com a cabeça voltada para baixo, em uma vasilha com água, até a chegada da chuva;*
- *organizar uma procissão com muitas rezas. O padre ou capelão vai atirando para o ar água que deve conter três folhas de malva;*

- *sair para a rua com um guarda-chuva aberto.*

### ***Para parar a chuva***

*Em época de muita chuva no Rio Grande do Sul, é comum recorrer-se a expedientes nada convencionais para mudar essa situação. Nessas ocasiões, são costumes gauchescos:*

- *o membro mais moço da família fazer uma cruz com as cinzas do fogão no quintal da casa;*
- *repetir três vezes: Santa Bárbara! São Jerônimo!, enquanto queima palma benta;*
- *colocar uma estampa da Sagrada Família na porta da frente da casa;*
- *atirar três pedaços de sabão novo no telhado da casa, dedicando-se o ato à Santa Clara. Ao mesmo tempo, sair para a rua com um guarda-chuva aberto e rezar esta oração: "Santa Clara! Santa Clara! pega aqui este sabão e lava a roupa do teu filhinho. Não mais precisas de chuva para esta ação. Devolve logo meu rico solzinho".*

### ***Para acalmar tormentas***

*A maioria das crendices populares ligadas à meteorologia estão relacionadas com as tempestades. São orações e práticas que, no entender do gaúcho, ajudam a protegê-lo da fúria do tempo. Alguns exemplos:*

- *cobrir os espelhos da casa ou virá-los contra a parede, pois, no consenso popular, o aço dos espelhos atrai raios;*
- *fazer uma cruz, usando sal ou palma de Santa Rita benta no Domingo de Ramos, sobre a superfície de uma mesa;*

- *riscar três vezes o chão com um machado, fazendo o sinal da cruz. De preferência, em uma esquina próxima da casa do lado de onde está vindo a tormenta ou bem no canto desse prédio.*

*No campo das tormentas, são várias as orações utilizadas pelas benzedeiros, quase sempre ditas acompanhadas de algum ritual, variável conforme a região do estado, que pode ser junto a uma cruz de sal ou de erva-mate, queimando palma benta ou segurando um galho de arruda.*

*As orações são dedicadas a vários santos. Sem dúvida Santa Bárbara é a mais invocada protetora de tormentas, porém Santo Antônio também é bastante lembrado nessas horas. Das várias compiladas por Helio Moro Mariante, selecionamos uma dedicada à Santa Bárbara.*

***Santa Bárbara bendita  
Que no céu está escrito  
Com papel e água benta  
Nos livrai desta tormenta***



\*\*\*

## **OS TEMPO-SENSITIVOS: VOCÊ É UM DELES?**

**H**á pessoas que alegam prever mudanças nas condições atmosféricas pelo comportamento de calos, de reações em cicatrizes cirúrgicas e de dores em articulações ou em pontos de fraturas ósseas. Outras, ainda, possuem o seu estado de humor e disposição associados às variações meteorológicas. Se você está entre elas, não se preocupe; esse fenômeno tem nome: chama-se tempo-sensitividade.

Por definição, tempo-sensitividade é a forma como as pessoas reagem frente às variações meteorológicas. Abrange tanto os aspectos psicológicos, cujos reflexos dá-se no comportamento, quanto físicos, como no caso das dores.

A biometeorologia é o ramo da meteorologia que, aliado às ciências médicas, estuda o fenômeno da tempo-sensitividade. Basicamente, busca estabelecer relações entre a saúde dos seres vivos e as condições meteorológicas e/ou climáticas.

A obra, em vários volumes, de William Ferdinand

*Petersen, "The Patient and the Weather" - O Paciente e o Tempo - é um dos exemplos da biometeorologia aplicada à medicina. Outros trabalhos podem ser encontrados em publicações especializadas, como é o caso das revistas "Progress in Biometeorology" e "International Journal of Biometeorology", entre outras.*

*Nos tempo-sensitivos, as chamadas dores meteorotrópicas - em calos, em cicatrizes, em amputações, em estados de artrite etc. - costumam ocorrer quando há mudanças nas condições de tempo. A explicação parece simples: com a mudança da umidade e da temperatura, a pele se contrai ou estende. Os calos e as cicatrizes têm textura diferente da encontrada na pele normal. Assim, também reagem diferentemente, provocando as sensações de dor. Provavelmente, algo parecido deve ocorrer em uma articulação inflamada.*

*Quanto aos aspectos psicológicos - depressão, irritabilidade, insônia, fadiga etc. -, a explicação não é tão simples. É provável que esteja associada à produção e liberação de algum tipo de substância pelo organismo.*

*O chamado "Efeito Foehn" é um dos exemplos clássicos e curiosos da biometeorologia. Ocorre em regiões montanhosas, onde o vento quente e seco, que desce as encostas, provoca nos indivíduos tempo-sensitivos acessos de loucura, histeria e depressão nervosa.*

*Na Alemanha, a biometeorologia parece ser levada a sério. Conforme relatos de Roberto Schmidt, no livro "Você e a meteorologia", o serviço meteorológico alemão dispõe de uma atividade especial de bioprognose. Via telefone, que contabiliza anualmente um milhão de chamadas, os tempo-*

*sensitivos podem saber se o seu estado de ânimo ou jeito de proceder são reações causadas pelas condições meteorológicas reinantes no dia.*

*Várias vezes, sempre quando já estava chovendo, escutei indivíduos tempo-sensitivos: "Não podia dar outra, meu joelho esquerdo estava incomodando". Acreditar ou não? Sinceramente: "No creo en las brujas, pero que las hay las hay".*



\*\*\*

## **UM INSTRUMENTO QUE NÃO FALHA**

**F**oi em 1978, quando eu fazia um treinamento sobre observações meteorológicas de superfície na antiga Estação Experimental de Taquari, que vi pela primeira vez esse singular "instrumento": Ele era parte da decoração do escritório do observador meteorológico, sr. Eli da Rosa Fazenda, encarregado, no final dos anos 70, do treinamento prático do pessoal do serviço de meteorologia agrícola da Secretaria Estadual de Agricultura.

Nas anotações técnicas, que ainda guardo, em meio às competentes "Dicas do seu Fazenda" sobre os segredos das observações meteorológicas, procurei fazer um esboço do "instrumento", copiando fielmente os dizeres nele contido.

Alguns anos depois, em dezembro de 1987, ganhei de presente de um companheiro da Casa do Estudante da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS (Cefave), Enilson Saccol Sá, hoje professor de microbiologia agrícola em Porto Alegre, um similar do referido "instrumento". Ele o havia comprado em uma feira de artesanato em Curitiba, no Paraná.

O "instrumento" da estação de Taquari chamava-se "Asno Barômetro"; o que eu tenho, "Barômetro do Burro". Ambos têm a mesma concepção, contendo as mesmas indicações meteorológicas. O nome é inadequado, porém isso é irrelevante, pois barômetro é o aparelho que mede pressão atmosférica, e esse "instrumento" está mais para uma estação meteorológica completa do que para um simples barômetro.

Demonstra esse "instrumento", acima de tudo, genialidade de criação e um extremado senso de observação da natureza, que acaba ficando obscurecido pelo seu lado humorístico. O seu autor é desconhecido, pertence à cultura popular.

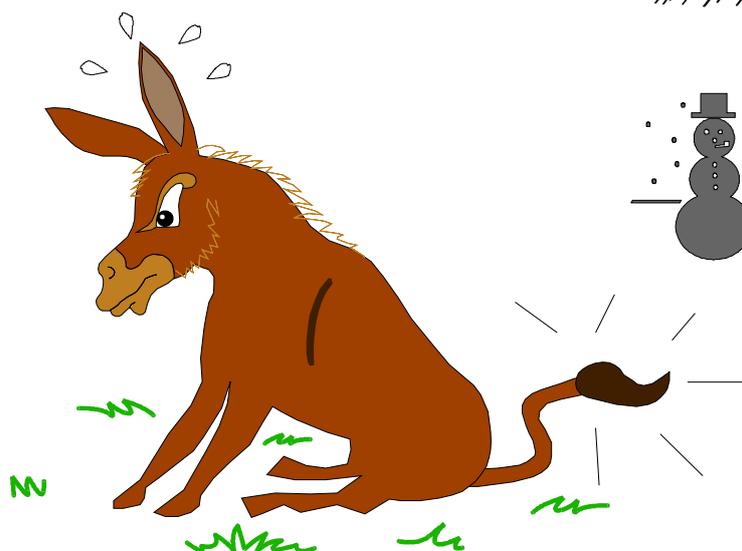
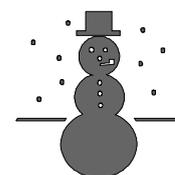
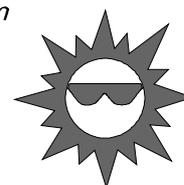
Vale lembrar a recomendação sobre o uso desse "instrumento": infalível, quando exposto ao ar livre.

*Eli da Rosa Fazenda,  
observador meteorológico  
de Taquari, RS.*



## BARÔMETRO DO BURRO

<i>Quando o rabo do burro está seco:</i>	<i>tempo bom</i>
<i>Quando o rabo do burro está molhado:</i>	<i>chuva</i>
<i>Quando o rabo do burro está gelado:</i>	<i>faz frio</i>
<i>Quando o rabo do burro está branco:</i>	<i>geada</i>
<i>Quando não se vê o rabo do burro:</i>	<i>neblina</i>
<i>Quando o rabo do burro oscila:</i>	<i>vento</i>
<i>Quando o rabo do burro mexe muito:</i>	<i>tempestade</i>
<i>Quando o burro cai:</i>	<i>furacão</i>



\*\*\*

## **A INFLUÊNCIA DA METEOROLOGIA NA LINGUAGEM**

**A** influência da meteorologia na vida das pessoas é de tal ordem que, embora desapercebidamente, atinge a própria linguagem. O escritor rio-grandense Hélio Moro Mariante coletou inúmeras expressões utilizadas no processo de comunicação informal, no dia-a-dia do povo gaúcho, que estão relacionadas com o comportamento da atmosfera e de alguns astros, particularmente o sol e a lua. Essas expressões são utilizadas com um significado totalmente distinto da sua interpretação literal.

Da obra de Hélio Moro Mariante, escolhemos as mais comumente utilizadas. Algumas fazem sentido, outras nem tanto. São usadas mais com o intuito de dizer algo do que propriamente expressar qualquer idéia lógica. São elas:

- **Manda-chuva:** o chefe, aquele que detém o poder.
- **Chove não molha:** que não resolve.
- **De vento em popa:** circunstância favorável.
- **Ver de que lado sopra o vento:** observar os acontecimentos

*para tomar uma decisão.*

- ***Chuva de verão:*** coisa de curta duração.
- ***Quem semeia vento, colhe tempestade:*** quem faz o que quer, recebe o que não quer.
- ***Tempestade em copo d'água:*** muita agitação para pouco resultado.
- ***Trovoada de verão:*** idêntico ao anterior.
- ***Muita trovoada para pouca chuva:*** idêntico ao anterior.
- ***Depois da tempestade vem a bonança:*** após um mau período, virá um bom.
- ***Quem vai ao vento perde o assento:*** quem sai perde o lugar.
- ***Chover no molhado:*** falar o óbvio.
- ***Se te emprenhas de ar, parirás vento:*** quem se deixa influenciar por pouca coisa, pouco produzirá.
- ***O sol nasce para todos:*** as oportunidades são iguais.
- ***Tapar o sol com a peneira:*** negar o que é evidente.
- ***De sol a sol:*** do amanhecer até o anoitecer.
- ***Não há seca que sempre dure:*** tudo tem o seu fim.
- ***Cada qual com a sua lua:*** cada qual com o seu destino.
- ***Ver estrelas ao meio-dia:*** sentir uma dor muito forte.
- ***Levantar-se com as estrelas:*** levantar muito cedo.
- ***Aos quatro ventos:*** em todas as direções.
- ***Estar no mundo da lua:*** encontrar-se sonhando acordado.
- ***Armar uma trovoada:*** fazer barulho, provocar briga.
- ***Coriscar na idéia:*** passar pelo pensamento.
- ***Adivinhando chuva:*** alegria excessiva, sem causa aparente.
- ***Quem vai à chuva se molha:*** quem age mal, recebe o resultado.
- ***Tempo quente:*** briga violenta.

- **Tirar o cavalo da chuva:** *pode esquecer o que pretende.*
- **Cair das nuvens:** *surpreender-se.*
- **Pôr nas nuvens:** *exaltação exagerada.*
- **Estar nas nuvens:** *encontrar-se eufórico.*
- **Ver o sol nascer quadrado:** *encontrar-se preso.*
- **Faça mau tempo, faça excelente, a gente nunca está contente:** *o ser humano nunca está satisfeito.*
- **Deus dá o frio conforme o cobertor:** *cada um se agasalha com o que possui.*
- **Ficar olhando para a lua:** *ficar a ver navios.*
- **Ficar olhando para o céu:** *idêntico ao anterior.*
- **Ficar olhando para as estrelas:** *idêntico ao anterior.*
- **Nascer virado para a lua:** *ter muita sorte.*
- **Pessoa aluada:** *indivíduo maluco.*

*Dentre as expressões utilizadas, quando o tempo se mostra com sol e chuva ou com chuva e vento, e que não possuem qualquer significado lógico aparente, destacam-se:*

- **Sol e chuva, casamento de viúva.**
- **Sol e chuva, casamento de raposa.**
- **Chuva e sol, casamento de espanhol.**
- **Chuva e vento, casamento do chico bento.**

*Também há, aparentemente sem pé nem cabeça: gato de luva, sinal de chuva; quando se encontra alguém usando luvas.*

\* \* \*

## **HISTÓRIAS DA METEOROLOGIA**

**N**a história da meteorologia há inúmeras passagens que ilustram a multiplicidade de aplicações dessa ciência.

Nesse universo, onde algumas ocorrências são bem documentadas e outras nem tanto, selecionamos oito, as sete primeiras contadas pelo consagrado professor espanhol de meteorologia Mariano Medina e a última pelo escritor rio-grandense Hélio Moro Mariante, que se destacam pelo aspecto curioso.

### ***A latitude dos cavalos***

*Na época da navegação a vela, era comum as embarcações ficarem imobilizadas vários dias, devido à ausência de ventos.*

*Esse fato ocorria principalmente na região dos anticiclones tropicais, como, por exemplo, nos Açores. Nessa situação, para aliviar o peso, a tripulação jogava ao mar os cavalos que levavam. Essa região, onde atuam os ventos*

*alíseos, passou a ser denominada latitude dos cavalos, a partir da tradução da expressão inglesa "horse latitudes".*

*O curioso é que o detalhe tenha escapado a Julio Verne, e que o capitão Nemo, protagonista das famosas "vinte mil léguas submarinas", não tenha encontrado nenhum cemitério de cavalos no fundo do mar durante as excursões com o lendário Nautilus.*

### **O general inverno**

*Quando da invasão da Rússia, em 1812, Napoleão Bonaparte solicitou ao grande matemático e astrônomo Laplace uma previsão sobre as características prováveis do inverno seguinte.*

*Consta que, apesar da escassez de dados, Laplace realizou um estudo do tipo estatístico-climatológico e indicou a Napoleão que o inverno seguinte seria um dos mais benignos dos últimos tempos.*

*Napoleão se lançou à aventura da guerra e alcançou Moscou em 14 de setembro. Em pouco tempo, se fez presente o rigoroso inverno russo - "O general inverno" - e foi tão severo que mais do que o exército inimigo derrotou o grande imperador da França.*

*O que não se sabe é se Napoleão fez algum tipo de retaliação a Laplace pelo erro de previsão.*

### **Pearl Harbor e uma frente fria**

*Na história da Segunda Guerra Mundial, o começo*

*do conflito entre os Estados Unidos e o Japão foi o ataque inesperado da aviação e da esquadra nipônicas à esquadra norte-americana do Pacífico e às instalações militares em Pearl Harbor.*

*A questão intrigante é como o ataque surpresa não foi percebido a tempo pelas sentinelas. Sem qualificar os fatos, reconhece-se que a operação foi uma obra-prima de aproveitamento de uma situação meteorológica favorável e prevista com exatidão.*

*A esquadra japonesa se ocultou por trás da nebulosidade de uma frente fria de grande atividade que avançava rapidamente para as ilhas do Havaí. Os movimentos foram sincronizados de tal forma que barcos e aviões chegaram ao seu destino sem serem vistos e, configurando a surpresa, em uma condição de céu claro, como ocorre após a passagem de uma frente fria.*

### ***Hitler e as previsões***

*Muito se fala sobre a fixação de Adolf Hitler em horóscopos. Porém, no momento de decisões, ele acreditava mesmo era na meteorologia.*

*Por ocasião da invasão da Noruega e da Dinamarca, Hitler solicitou a um meteorologista uma previsão de tempo para toda a Europa, com especificações por zona.*

*Com base nesse prognóstico, estabeleceu o dia da operação. Diante do êxito, Hitler, agradecido, presenteou o meteorologista previsor com um relógio de ouro contendo uma inscrição referente ao fato.*

**O vento divino**

*Ao final do século XIII, quando reinava na China Kubilai-Khan, o famoso Gran Khan das viagens de Marco Polo, a invasão do Japão foi ordenada. Para tal, seguiu uma frota com quarenta mil mongóis e uns cem mil chineses.*

*Ao imperador japonês, Kameyana, não ocorreu melhor solução do que solicitar aos deuses a salvação da pátria. Homem de muita fé, ofereceu-se em sacrifício, fazendo o tradicional harakiri.*

*Consta que os deuses aceitaram, pois imediatamente se organizou um terrível tufão, que destruiu completamente a frota do Gran Khan.*

*A meteorologia mudou o curso da história no Extremo Oriente. Tecnicamente, foi um ciclone tropical. Os nipônicos, em uma forma mais poética e mais de acordo com suas convicções, chamaram "Kamikaze", que quer dizer "vento divino".*

*A denominação Kamikaze entrou para a história com os aviadores suicidas que buscavam deter outra invasão, a norte-americana, durante a II Guerra Mundial.*

**A chuva de sangue**

*Em determinadas regiões do litoral da Espanha e no sul da Itália, ocorrem, apesar de raras, as chamadas "chuvas de sangue".*

*Após essas chuvas, que a imaginação popular acredita a milagres, as paredes exteriores das casas ficam*

*manchadas por grandes gotas vermelhas, que assemelham-se a sangue.*

*Na verdade, essas chuvas sempre ocorrem com ventos de componente sul, que vêm desde a África, transportando poeira vermelha das terras existentes na cordilheira de Atlas.*

*Quando ocorre a chuva, a água cai, levando consigo a poeira vermelha que está em suspensão no ar e assim manchando, com sua cor característica, as paredes das casas.*

### ***A sombra da chuva***

*Há várias regiões no mundo em que o vento, com rápidas exceções, sopra sempre da mesma direção e transversal à sua trajetória existe uma cadeia de montanhas.*

*Desse modo, as terras que ficam do lado oposto da cordilheira, em relação ao lado de onde sopra o vento, não recebem chuva nunca ou quase nunca.*

*Os ingleses chamam esse tipo de região de "rain shadow", uma vez que ficam protegidas pela cordilheira, à "sombra", da mesma, com relação às chuvas.*

*Entre outras, destacam-se as seguintes: a Patagônia Argentina, situada a leste dos Andes e com ventos dominantes de oeste; o deserto de Atacama, no norte do Chile, situado a oeste dos Andes e dominado pelos ventos de leste; os desertos de Kalahari (oeste do monte Drakensberg) e Namib (oeste dos montes Gran Karas, Zaris e Tiras), no Sul da África, onde dominam os ventos alíseos de sudeste.*

***Homens de pouca fé***

*O escritor rio-grandense Hélio Moro Mariante descreve em seu livro "Santa Bárbara, São Jerônimo", editado pela Martins Livreiro, em 1985, esta pequena história.*

*Diante de uma seca terrível que assolava a região há meses, o padre convocou os fiéis para rezar pedindo chuva.*

*Ao iniciar o sermão, observando os presentes, verbera:*

*— Vocês são uma tropa de descrentes. Nós estamos aqui para pedir ao nosso bom Deus que nos dê a graça de uma boa chuva. Vejo que ninguém trouxe guarda-chuva, para se abrigar quando voltar para casa.*

\* \* \*

## **FATOS IMPORTANTES NA HISTÓRIA DA METEOROLOGIA**

**D**a antiguidade até os dias de hoje, vários acontecimentos foram decisivos para o desenvolvimento da meteorologia como ciência.

A seguir, em ordem cronológica, são apresentados os fatos de maior relevância:

- *Aproximadamente 500 anos antes de Cristo - Têm início as observações meteorológicas de rotina, na Grécia, com a invenção do pluviômetro, para medir chuvas, e do cata-vento, para indicar a direção do vento.*
- *Aproximadamente 350 anos antes de Cristo - Na Grécia, Aristóteles escreve o livro "Meteorológica". Essa obra foi o primeiro grande tratado sobre o tempo atmosférico. O seu título deu o nome à ciência da meteorologia, cuja raiz em grego "meteoron" e seu plural "meteora" significam "coisas que estão no ar".*
- *1593 - O termômetro é inventado por Galileo Galilei, na Itália.*

- 1643 - O barômetro é inventado por um discípulo de Galileo, Evangelista Torricelli, na Itália. Esse instrumento mede o peso ou força da coluna de ar por unidade de área, denominada pressão atmosférica.
- 1648 - Blaise Pascal, na França, ao levar um barômetro para o alto de uma montanha, demonstra que a pressão atmosférica decresce com o aumento da altitude.
- 1714 - Na Alemanha, Gabriel Daniel Fahrenheit inventa uma escala de temperatura que considera o ponto de congelamento da água em 32 graus, e o de ebulição em 212 graus.
- 1742 - Anders Celsius, na Suécia, inventa a escala de temperatura, cujo ponto de congelamento da água ocorre no grau 0, e o de ebulição a 100 graus.
- 1743 - Benjamin Franklin inicia atividades em meteorologia nos Estados Unidos, incentivando seus amigos a fazerem observações meteorológicas e a enviarem-lhe os resultados. Franklin ficou famoso por descobrir que os relâmpagos são manifestações de eletricidade, sendo considerado o primeiro meteorologista americano.
- 1803 - Luke Howard, na Inglaterra, denomina os diferentes tipo de nuvens com nomes latinos. Os nomes cumulus, cirrus, stratus e suas combinações permanecem em uso até hoje.
- Início do século XIX (1800) - Napoleão Bonaparte proíbe o uso da escala Fahrenheit nos domínios do império francês, sendo esta substituída pela escala Celsius, que se firmou como padrão em grande parte do mundo.
- 1812 - Durante a guerra de 1812, os hospitais do exército dos Estados Unidos iniciam os registros de observações

*meteorológicas.*

- 1819 - *H.W. Brandes, na Universidade de Breslau, traça o primeiro mapa meteorológico da Europa, identificando áreas de alta e baixa pressão, além de áreas quentes e frias.*
- 1837 - *Samuel Finley Breese Morse inventa o telégrafo. Essa invenção foi importante para a meteorologia por possibilitar a rápida transmissão de dados.*
- 1850 - *O Instituto Smithsonian, em Washington, D.C., Estados Unidos, inicia a produção dos primeiros mapas meteorológicos diários.*
- 1855 - *O primeiro serviço meteorológico nacional é implementado na França.*
- 1870 - *É estabelecido o serviço de meteorologia dos Estados Unidos, originalmente com vinte escritórios, ligado ao exército. Em 1890, passou para o Departamento de Agricultura e, em 1940, para o Departamento do Comércio. Em 1970, recebeu a denominação atual de Serviço Meteorológico Nacional ("National Weather Service").*
- 1876 - *A palavra ciclone, significando um tipo de tempestade, é cunhada pelo inglês Henry Piddington.*
- 1879-1902 - *Teisserence de Bort estuda, usando balões, o perfil vertical da temperatura da atmosfera. Baseado nesses estudos, denominou a primeira camada atmosférica troposfera, e a seguinte, estratosfera.*
- 1914-1918 - *Durante a Primeira Guerra Mundial, surge a teoria das frentes meteorológicas de Vilhelm Bjerknes, na Noruega.*

*Também, enquanto socorria feridos na França, o matemático inglês Lewis F. Richardson escreve a base do seu*

livro publicado em 1922: "Weather Prediction by Numerical Process", um curioso tratado sobre previsão numérica de tempo.

- 1948 - O matemático húngaro John Von Neumann, trabalhando na Universidade de Princeton, nos Estados Unidos, produz, com sucesso, o primeiro prognóstico numérico de tempo por computador.
- 1960 - Tem início o uso de satélites em meteorologia, com o lançamento do satélite TIROS 1, em 1º de abril de 1960.

*Deliberadamente, não citamos nenhum fato relacionado com a meteorologia brasileira. Esse tema será alvo de comentários detalhados neste livro, sob o título "A meteorologia no Brasil".*

\* \* \*

## **FAHRENHEIT E O TERMÔMETRO**

**O** italiano Galileo Galilei foi, sem dúvida, um dos maiores sábios da humanidade. A sua convicção científica de que a Terra girava ao redor do Sol, e não o contrário, como se pensava na época, levou-o a enfrentar os temíveis tribunais de inquisição da Igreja. Todavia, Galileo também tinha outras preocupações. Dentre essas, o que significava dizer que uma coisa era fria ou quente? Como determinar isso objetivamente? Foi buscando uma solução para esse questionamento que ele, em 1593, para alguns, ou 1597, para outros, inventou o termômetro.

Na realidade, a invenção de Galileo não tem nada a ver com o termômetro que conhecemos hoje. No seu laboratório, Galileo pegou um tubo de vidro que possuía uma das extremidades aberta e a outra dilatada e fechada. Aqueceu esta última e mergulhou a ponta aberta em um recipiente com água. Foi com satisfação que ele viu, tal qual imaginava, a água subir pelo tubo à medida que o ar aquecido no seu interior ia se resfriando e se contraindo. O espaço até então

*ocupado pelo ar aquecido e expandido passava a ser ocupado pelo líquido. Pronto, estava inventado um instrumento para indicar quão frio ou quão quente era um objeto, e foi chamado termômetro.*

*A questão da medição de temperatura em meteorologia estava resolvida? Evidentemente não. Muito embora se admita que a invenção de Galileo foi o primeiro grande passo da meteorologia depois de decorridos quase dois mil anos das contribuições feitas por Aristóteles.*

*Desde que o termômetro foi inventado por Galileo, foram feitas várias tentativas para o seu aprimoramento. Fecharam-se as duas extremidades e testaram-se diferentes tipos de líquidos, tais como água, álcool, vinho, vinagre e diversas misturas. Porém, até por volta de 1714, todos os termômetros eram construídos da mesma forma: um tubo de vidro fechado, com um líquido em seu interior, contendo um traço de referência aleatório, que podia estar no topo, no meio ou na base. Em geral, esse traço indicava a máxima expansão do líquido interno, quando colocado em uma condição térmica qualquer, como o calor do sol ao meio dia, o aquecimento de uma chama etc. As temperaturas eram tomadas de forma relativa ao citado traço. Isto é, mais quente ou mais frio, caso a coluna se expandisse acima do traço ou ficasse abaixo deste, respectivamente.*

*Nesse caso, em função da variabilidade do traço de referência, dificilmente eram encontrados dois termômetros que marcassem a mesma temperatura.*

*Esse fato intrigava o espírito criador do físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit, que decidiu acabar com essa*

*confusão. Ele recolheu o máximo de termômetros que conseguiu e constatou o que já era esperado, ou seja, não havia dois termômetros iguais.*

*A primeira contribuição de Fahrenheit foi escolher o mercúrio (Hg) como o líquido mais adequado para os termômetros. A segunda, e definitiva, foi a invenção da escala de temperatura, possibilitando que dois instrumentos independentes indicassem temperaturas iguais, quando expostos à mesma condição.*

*A primeira questão de ordem prática que preocupou Fahrenheit era onde colocar as marcas no tubo de vidro do termômetro. Para isso, buscou uma temperatura de referência bastante baixa para a marca inferior. Colocou gelo misturado com água e sal em um recipiente, mergulhou o termômetro na solução e ficou observando a coluna de mercúrio descer; quando parou, fez uma marca naquela posição.*

*A marca inferior (baixa temperatura) estava definida. Faltava ainda a marca superior (alta temperatura). Fahrenheit cogitou uma série de alternativas: exposição ao sol de meio-dia, chama de uma vela, entre outras. Todas foram invariavelmente abandonadas por não serem perfeitamente reproduzíveis. Até que, um dia, teve a idéia de usar a temperatura do corpo humano para o limite superior. Empolgado com a idéia, passou a medir a temperatura de crianças, adultos, parentes, amigos, e mesmo de qualquer pessoa que encontrasse na rua. Também cogitou usar temperaturas de animais, realizando medições em vacas. Finalmente, estabeleceu a temperatura média do corpo humano como a referência superior da sua escala.*

*A partir disso, mediu o comprimento do tubo de vidro do termômetro desde a base até a marca superior, dividiu esse valor em 24 partes iguais, e cada uma delas chamou grau. Assim, a marca inferior ficou no grau 8, e a superior, no grau 24, nesse primeiro termômetro de Fahrenheit.*

*Gabriel Fahrenheit ainda não estava satisfeito com a sua referência de alta temperatura. Um dia, ferveu água em uma panela e colocou o termômetro dentro. Experimentalmente, verificou que essa nova temperatura, bem mais alta que a referência anterior, era reproduzível. Adotou essa nova marca superior, que, seguindo a divisão de graus anterior, ocupava a posição de grau 53.*

*Porém Fahrenheit continuava insatisfeito com a sua escala, pois a divisão de graus era muito grande, não permitindo distinguir duas temperaturas cujas diferenças não fossem acentuadas. Assim, buscando resolver esse problema, ele dividiu cada grau da sua escala por quatro. Desse modo, a marca mais baixa ficou no valor 32 ( $4 \times 8$ ), e a superior em 212 ( $4 \times 53$ ), que são os valores conhecidos da escala Fahrenheit para o ponto de fusão do gelo e para o ponto de ebulição da água.*

*Corria o ano de 1714, quando Fahrenheit fez essa contribuição definitiva à ciência. A escala de Celsius, com a qual estamos familiarizados no Brasil, foi desenvolvida pelo sueco Anders Celsius somente em 1742. A popularização da escala de Celsius deu-se a partir do início do século XIX, quando Napoleão Bonaparte proibiu o uso da escala de Fahrenheit nos domínios do império francês.*

*Confesso que levei 18 anos atuando profissional-*

*mente em atividades ligadas à meteorologia para perceber a importância de Fahrenheit. Até então, associava o nome Fahrenheit a uma mera fórmula de conversão de temperaturas para a escala Celsius, que me via obrigado a fazer frequentemente, visando melhor compreender alguns textos em língua inglesa.*

\* \* \*

## TORRICELLI E O BARÔMETRO

**E**vangelista Torricelli foi discípulo de Galileo Galilei. Não há dúvida, aprendeu com o mestre. Um dos instrumentos mais importantes para a meteorologia, ainda hoje, foi por ele inventado em 1643: o barômetro.

Durante muito tempo, admitiu-se que o ar era um fluido imponderável, isto é, que não tinha peso. Foi Galileo quem demonstrou, pela primeira vez, o peso do ar. Ele comprimiu o ar, com o auxílio de uma bomba, dentro de um vidro, cujo volume era invariável, e constatou que houve um aumento de peso. Porém foi Torricelli quem inventou uma forma prática de medir o peso do ar atmosférico.

Nas ruas de Florença, o jovem Torricelli tinha uma curiosidade incomum a respeito das bombas manuais de tirar água de poço. Sempre que via alguém utilizando uma, parava e fazia uma série de perguntas. Queria saber se estava funcionando bem e, em especial, qual era a profundidade do poço.

Era evidente que Torricelli sabia como a bomba manual de tirar água de poço funcionava. Quando a alavanca

*estava para baixo, um vácuo se formava no tubo introduzido no poço e a água era obrigada a subir pela ação da pressão atmosférica. Porém um fato intrigava Torricelli sobremaneira: todos os poços que conhecia tinham menos de dez metros de profundidade. Ele acabou por descobrir a resposta na prática, cavando alguns poços com mais de dez metros de profundidade e tentando inutilmente bombear a água. Por que a água não subia? Não seria o peso do ar sobre a água suficiente para elevá-la até aquela altura e mesmo ultrapassá-la? Essa pergunta obcecava o espírito de Torricelli e ele não descansaria enquanto não encontrasse a resposta.*

*E assim se passou o tempo, até que, em um dia qualquer, do ano de 1643, em seu laboratório, ele realizou a experiência definitiva. Pegou um tubo de vidro com uns 90 cm de comprimento, fechou uma das extremidades e encheu com mercúrio. Usando o polegar, tapou a ponta aberta e, virando o tubo ao contrário, introduziu-o em um recipiente cheio de mercúrio. Então, segurou-o na posição vertical e retirou o polegar. De pronto, o mercúrio desceu no tubo, lentamente, e parou. Torricelli esperou um tempo, porém o mercúrio não desceu mais. Mediu o mercúrio no tubo e viu que tinha ao redor de 76 cm de altura, desde a superfície do mercúrio do recipiente. A conclusão lógica foi de que era o peso do ar, ou a pressão atmosférica, exercida sobre o mercúrio do recipiente que equilibrava a coluna de mercúrio no tubo de vidro.*

*Essa experiência ele repetiu várias vezes, usando tubos de diferentes diâmetros; também testou tubos quadrados. E os resultados eram sempre os mesmos, porém em algumas vezes o mercúrio descia um pouco mais e em*

*outras um pouco menos. Essa era uma nova descoberta, porque provava que o peso do ar, ou a pressão atmosférica, não era sempre igual.*

*Portanto, foi graças a Torricelli que o homem, pela primeira vez na história, descobriu um jeito de medir o peso do ar. Por isso, durante muito tempo o tubo de mercúrio foi chamado tubo de Torricelli. Somente em 1666 passou a ser chamado barômetro.*

*A partir da descoberta de Torricelli, foi possível calcular a massa total da atmosfera. Para isso, determina-se o número de centímetros quadrados que possui a superfície terrestre e, depois, multiplica-se esse número por 1,033 kg. Obtém-se, assim, uma massa total da atmosfera que está na ordem de 5.269.341.264.000.000 toneladas.*

\* \* \*

## **A CONTRIBUIÇÃO DOS JESUÍTAS À METEOROLOGIA**

**A** parte menos conhecida da obra dos jesuítas talvez seja a sua contribuição à meteorologia. Essa ordem religiosa, fundada em 1540, com breve interrupção em sua história - entre 1773 e 1814 -, sempre esteve ligada ao ensino. Em seus estabelecimentos educacionais, tanto na Europa como em suas missões na América, na Ásia e na África, as ciências naturais mereciam especial atenção. Acrescenta-se ainda o alto treinamento científico de seus membros; por exemplo C.E. Deppermann, que foi diretor do observatório de Manila, nas Filipinas, obteve seu grau de doutor (Ph.D.) em física, pela Johns Hopkins University, em 1925. Portanto, nesse ambiente e a partir do impulso que a meteorologia mundial teve na segunda metade do século XIX, era impossível que as ciências atmosféricas tivessem passado despercebidas.

A grande contribuição dos jesuítas à meteorologia foi dada a partir da segunda metade do século passado, com a

*criação e operação de uma série de observatórios em diversas partes do mundo. As observações eram astronômicas ou geofísicas, porém todos tinham seção de meteorologia. Em muitos locais da África, da Ásia e da América Latina, as observações meteorológicas rotineiras foram iniciadas pelos jesuítas. Porém foi no estudo e na previsão dos ciclones tropicais - furacões e tufões - que jesuítas como B. Viñes, M. Dechevrens, J. Algué e C.E. Deppermann deixaram grandes contribuições.*

*Em artigo publicado no Boletim da Sociedade Americana de Meteorologia de outubro de 1996 (Bulletin of the American Meteorological Society, v.77, n.10, p.2307-2315, 1996), o professor Agustin Udías, da Universidad Complutense de Madrid, Espanha, descreve detalhadamente as atividades dos jesuítas em meteorologia desde a fundação dessa ordem. As informações que ora apresentamos são, em realidade, um breve extrato do trabalho de Agustin Udías.*

*Ao longo da história, os jesuítas operaram vários observatórios meteorológicos, em uma espécie de rede mundial. Muitos deles deram origem aos serviços meteorológicos nacionais de diversos países. Os mais importantes, que maior contribuição deixaram, foram os que estavam envolvidos, pela sua posição geográfica, com a observação e a previsão dos ciclones tropicais (furacões e tufões), como o de Belén, em Cuba; o de Manila, nas Filipinas; e o de Zikawei, na China.*

*No observatório de Belén, em Havana, Cuba, B. Viñes, que foi seu diretor entre 1870 e 1893, estudou detalhadamente os furacões tropicais. Foi ele quem fez a primeira previsão com sucesso de um furacão, no caso o que*

*atingiu Havana na noite de 13 de setembro de 1875. Ele publicou o alerta nos jornais de Havana em 11 de setembro desse ano. A partir de então, passou a fazer previsões sistemáticas de furacões no Caribe. Em 1876, Viñes organizou uma rede de estações meteorológicas na região do Caribe, para essa finalidade. Por falta de dinheiro, em 1891, apenas quatro estavam funcionando (Santiago de Cuba, Barbados, Jamaica e St. Thomas). Após a morte de Viñes, as observações e previsões tiveram continuidade por seus sucessores até o fechamento desse observatório, em 1964.*

*Também no observatório de Manila, nas Filipinas, a principal preocupação era com os ciclones tropicais, no caso os tufões. A primeira previsão foi feita por F. Faura, com três dias de antecedência, para o tufão que passou sobre Manila em 20 de novembro de 1879. Entre 1879 e 1882, foram feitos alertas sobre 53 tufões. Apenas três casos desviaram acentuadamente da trajetória projetada. Foi no observatório de Manila que J. Algué escreveu o primeiro livro sobre os tufões nas Filipinas, identificando zonas de origem e trajetórias desses fenômenos.*

*O jesuíta americano C.E. Deppermann, que atuou no observatório de Manila a partir do início dos anos 20 até sua morte em 1957, foi um notável meteorologista. Ele introduziu idéias profundas de análise meteorológica no estudo dos tufões.*

*O observatório meteorológico de Manila funcionou entre 1865 e 1945, quando foi destruído pela invasão japonesa na II Guerra Mundial. Posteriormente reconstruído, passou a dedicar-se à astronomia e a estudos geomagnéticos.*

*No observatório de Zikawei, em Shangai, na China, que funcionou entre 1872 e 1949, também foram feitos estudos sobre os ciclones tropicais. Nele, M. Dechevrens e seu sucessor L. Froc desenvolveram o sistema de sinais meteorológicos visuais para alertas de tufões. Ainda nesse observatório, P. Lejay, seu diretor entre 1930 e 1939, conduziu os primeiros estudos sobre a proporção de ozônio na alta atmosfera.*

*Destaca-se, também, que foram os jesuítas que introduziram o termômetro e o barômetro na China, no final do século XVII.*

*Em sua maioria, os observatórios dos jesuítas encerraram suas atividades entre os anos de 1930 e 1970. Alguns ainda estão em operação, como os de San Calixto, em La Paz, na Bolívia; o de Ebro, em Tarragona, na Espanha; o da Universidade de St. Louis, em St. Louis, nos Estados Unidos; e o do Instituto Geofísico de Bogotá, na Colômbia. Por tudo isso, não há dúvida, os jesuítas deixaram a sua marca indelével na meteorologia moderna.*

\* \* \*

## **A METEOROLOGIA NO BRASIL**

**A** *meteorologia no Brasil começou no século XVII, por ocasião da ocupação holandesa, com a instalação de um posto de observação em Olinda, Pernambuco.*

*No entanto, um trabalho sistemático somente teve início em 1862, pela Marinha Brasileira. A partir desse trabalho, foi criada a Repartição Central de Meteorologia da Marinha, em 1888. A primeira tentativa de previsão de tempo no país deu-se nessa repartição, durante a administração de Américo Basílio Silvado.*

*Paralelamente, as atividades de pesquisa em meteorologia eram realizadas no Observatório Nacional do Castelo, no Rio de Janeiro, sob a orientação de Henrique Morize. Desse trabalho, resultou o primeiro esboço climatológico do Brasil, em 1891.*

*Para alguns, a meteorologia no Brasil começou de fato a partir de 1909, com a criação da Diretoria de Meteorologia e Astronomia no Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Essa diretoria unificava as atividades do Observa-*

*tório Nacional do Castelo, as da rede de observações meteorológicas da Marinha e as do Telégrafo Nacional.*

*A criação da Diretoria de Meteorologia e Astronomia deu grande impulso à meteorologia no Brasil, com a ampliação da rede de estações, o aporte de novos instrumentos e o estabelecimento de padrões de trabalho. Foi nesse impulso que Passo Fundo passou a integrar a rede oficial do serviço meteorológico brasileiro, em 1912.*

*As primeiras previsões de tempo no Brasil começaram a ser ensaiadas em 1913, com a publicação do artigo "Previsão do Tempo", no Jornal do Comércio do Rio de Janeiro, de autoria do meteorologista Joaquim de Sampaio Ferraz. No entanto, somente a partir de 1917 é que as previsões de tempo para o antigo Distrito Federal (Rio de Janeiro) passaram a ser publicadas rotineiramente.*

*Em 1921, no governo de Epitácio Pessoa, a Diretoria de Meteorologia tornou-se autônoma dentro do Ministério da Agricultura. Datam dessa época o início das observações aerológicas e a criação dos serviços de meteorologia agrícola e de previsão de enchentes de rios. Também houve a retomada do serviço de meteorologia da Marinha.*

*Posteriormente, em 1938, a Diretoria de Meteorologia passou à categoria de Serviço Nacional de Meteorologia, e, em 1941, sua jurisdição foi estendida a todo o território brasileiro com a conseqüente incorporação de vários serviços estaduais, administrativamente dividido em oito Distritos Regionais.*

*Nos anos 30, a meteorologia brasileira teve grande destaque nos níveis nacional e internacional, com base nos*

*trabalhos de Joaquim de Sampaio Ferraz, de Adalberto Vajande Serra e de Leandro Ratisbonna, estes últimos autores de importantes estudos sobre as massas de ar e o regime de chuvas na América do Sul.*

*O Serviço de Meteorologia, criado em 1941, passou à categoria de Departamento Nacional de Meteorologia em 1969, sendo, na ocasião, anexados mais dois Distritos. Em 1978, esse órgão passou a ser chamado de Instituto Nacional de Meteorologia. Posteriormente, em 1990, retornou a denominação Departamento Nacional de Meteorologia, pertencente ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária e subordinado à Secretaria Nacional de Irrigação. Em 1992, voltou, outra vez, a ser Instituto Nacional de Meteorologia, cuja sigla é INMET, vinculado diretamente ao Ministério da Agricultura e do Abastecimento.*

*Ao INMET compete realizar estudos e levantamentos meteorológicos aplicados à agricultura, aos transportes, à defesa civil, à indústria, ao comércio, ao turismo, ao ambiente etc., além de efetuar a previsão de tempo para todo o país e estabelecer, manter e operar as redes meteorológicas e de telecomunicações brasileiras, inclusive aquelas integradas à rede internacional.*

*O INMET, com sede em Brasília, DF, atualmente está estruturado em 10 Distritos de Meteorologia (DISME), com as seguintes áreas de abrangência:*

- 1º DISME: Amazonas, Acre e Roraima;*
- 2º DISME: Pará, Maranhão e Amapá;*
- 3º DISME: Pernambuco, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas;*

- 4º DISME: Bahia e Sergipe;
- 5º DISME: Minas Gerais;
- 6º DISME: Rio de Janeiro e Espírito Santo;
- 7º DISME: São Paulo e Mato Grosso do Sul;
- 8º DISME: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná;
- 9º DISME: Mato Grosso e Rondônia;
- 10º DISME: Goiás e Tocantins.

*Além do INMET, existem no Brasil outros órgãos setoriais que prestam serviços operacionais de coleta de dados e elaboração de previsões, como a Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo (DEPV), a Telecomunicações Aeronáuticas S.A. (TASA) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), todos do Ministério da Aeronáutica; a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Ministério da Marinha; e o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), do Ministério de Minas e Energia.*

*Na área de Pesquisa e Ensino em Meteorologia no Brasil, mencionam-se a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que iniciou seu curso de graduação em 1966, e a Universidade de São Paulo (USP), que, através do Instituto Astronômico e Geofísico (IAG), estabeleceu um Departamento de Meteorologia no início dos anos 70. Com cursos mais recentes, seguem a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), a Universidade Federal do Pará (UFPA), a Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e a Universidade Federal de Alagoas (UFAL).*

*No segmento de pesquisa e formação de recursos humanos em meteorologia no Brasil, cabe papel de destaque*

*ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A meteorologia no INPE iniciou por volta de 1965, com a implementação do projeto MESA (Meteorologia por satélite), que, na época, revolucionou o conceito convencional da meteorologia.*

*Na metade dos anos 80, quando ocupava a direção do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) o dr. Antônio Divino Moura, foi dado destaque à necessidade de modernização do serviço meteorológico operacional brasileiro, via incorporação dos conhecimentos disponíveis tanto no Brasil como no exterior. Desde então, vários avanços da meteorologia moderna foram incorporados ao serviço meteorológico brasileiro.*

*Nesse contexto, o ano de 1994 pode ser considerado como um marco na modernização da prática de previsão de tempo e de clima no Brasil. Nesse ano, entrou em operação, em Cachoeira Paulista, SP, o CPTEC-INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que, através de um sistema de supercomputação (NEC-SX3/12R), assumiu a produção rotineira de previsão numérica de tempo para o Brasil, com antecedência de até cinco dias, utilizando modelos do estado-da-arte de simulação da circulação atmosférica.*

\* \* \*

## **METEOROLOGIA NO RIO GRANDE DO SUL: LADISLAU COUSSIRAT ARAÚJO**

**D**urante muito tempo, o nome Coussirat Araújo esteve associado à meteorologia no sul do Brasil. Era o nome do Instituto Regional de Meteorologia, que funcionava junto à Escola de Engenharia de Porto Alegre e que tinha atuação nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

*Ladislau Coussirat Araújo nasceu em Arroio Grande, no Rio Grande do Sul, em 17 de maio de 1889. Estudou no extinto Ginásio São Pedro, do professor Frederico Fitzgerald, e, posteriormente, freqüentou os cursos do professor Emílio Meyer, diplomando-se pela Escola de Engenharia de Porto Alegre, em 1912.*

*Foi nomeado engenheiro-ajudante do Instituto Astronômico e Meteorológico e encarregado do posto meteorológico da Escola de Engenharia de Porto Alegre, em 8 de março de 1913. Nesse mesmo ano, iniciou a sua atividade como professor dos Institutos Parobé e Borges de Medeiros. Em 1915,*

*foi nomeado professor do Instituto de Engenharia, lecionando topografia, geodésia e física.*

*Entre maio de 1916 e novembro de 1917, esteve nos Estados Unidos, estudando a organização do serviço meteorológico desse país.*

*Em 21 de janeiro de 1918, foi nomeado engenheiro-chefe do Instituto Astronômico e Meteorológico, sendo efetivado nesse cargo em 15 de março de 1919. A sua atuação nessa função foi notável, particularmente pela organização dos diferentes serviços desse instituto.*

*Para aperfeiçoar os conhecimentos de meteorologia e estudar a organização de alguns serviços meteorológicos especiais, seguiu, em 18 de maio de 1920, para a Inglaterra e, posteriormente, para os Estados Unidos. Retornou em 1º de março de 1921, implementando novas idéias no serviço de meteorologia da Escola de Engenharia.*

*No período de 24 de setembro de 1921 e 5 de junho de 1922, atuou na reorganização do serviço meteorológico do estado de Minas Gerais, a pedido do então presidente Arthur Bernardes.*

*A partir de 21 de fevereiro de 1925, acumulou, juntamente com o cargo de diretor do Instituto Astronômico e Meteorológico, a função de diretor do Departamento Central da Escola de Engenharia. Além de, desde 1918, fazer parte do Conselho Universitário, onde teve atuação destacada.*

*A morte, em 2 de dezembro de 1929, aos 40 anos, interrompeu, em pleno auge, a carreira de Ladislau Coussirat Araújo. Pouco antes, acabara de escrever um dos mais importantes trabalhos sobre o clima do Rio Grande do Sul. Sua*

*obra - Memória Sobre o Clima do Rio Grande do Sul - ainda hoje referenciada, foi publicada um ano depois, em 1930.*

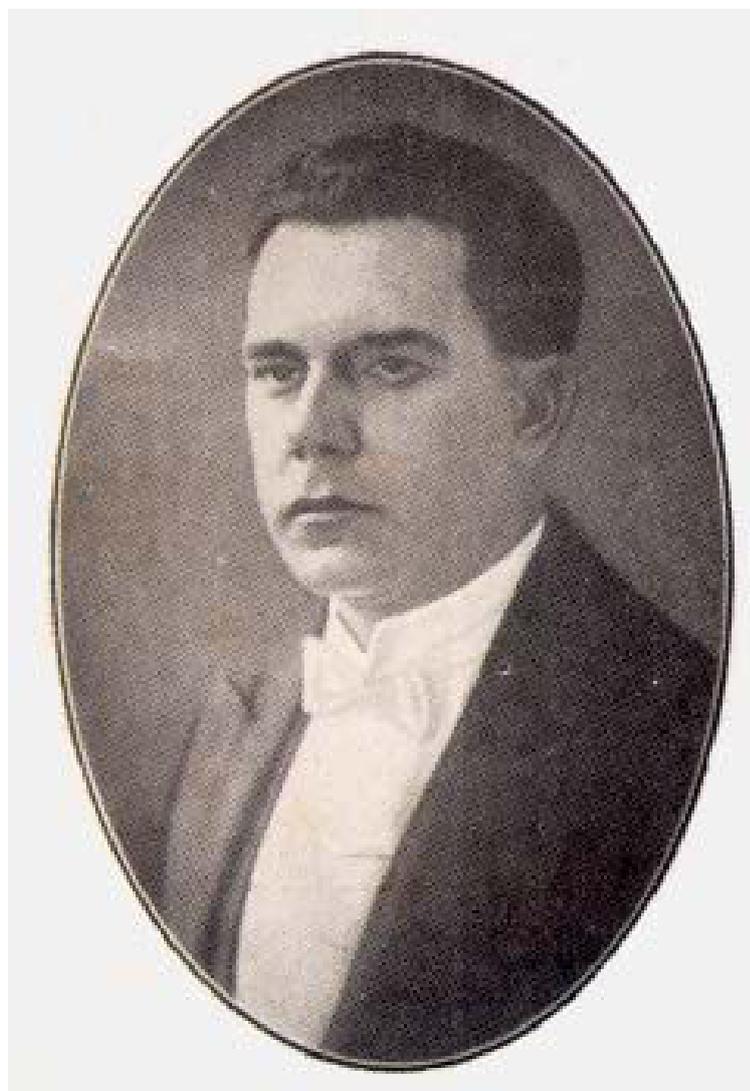
*O Instituto Meteorológico da Escola de Engenharia de Porto Alegre passou a chamar-se Coussirat Araújo, a partir de 2 de junho de 1930, em justa homenagem ao ilustre professor, que foi o seu organizador e, também, por muitos anos, o seu diretor.*

*A sede do Instituto Regional de Meteorologia Coussirat Araújo era em um antigo prédio do Campus Central da UFRGS, na rua Sarmento Leite, em Porto Alegre. Em janeiro de 1942, esse Instituto foi incorporado ao Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura.*

*A estação meteorológica de Porto Alegre estava instalada nas proximidades do prédio do instituto, junto ao Parque Farroupilha.*

*Em 31 de agosto de 1974 foi inaugurada a sede própria do 8º Distrito de Meteorologia, sucessor no estado do Instituto Regional de Meteorologia Coussirat Araújo, na avenida Professor Cristiano Fischer, 1297, em Porto Alegre, e a estação meteorológica do Parque Farroupilha foi desativada.*

*Com o tempo, a marca 8º DISME-INMET foi-se popularizando, e o nome Coussirat Araújo, caiu no esquecimento. Hoje, somente as pessoas idosas se recordam do nome do antigo Instituto Regional de Meteorologia do Rio Grande do Sul.*



*Prof. Ladislau Coussirat Araújo*

\*\*\*

## **AGROMETEOROLOGIA NO RIO GRANDE DO SUL: SEÇÃO DE ECOLOGIA AGRÍCOLA**

**N**a história da meteorologia agrícola no Rio Grande do Sul há um lugar de honra. E este é ocupado pela antiga Seção de Ecologia Agrícola do Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro), atual Equipe de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro).

A portaria estadual número 60, de 20 de maio de 1956, criou o "Serviço de Ecologia Agrícola" na Secretaria de Agricultura. Funcionava no quinto andar do antigo prédio dessa secretaria, hoje desocupado, na avenida Júlio de Castilhos, no centro de Porto Alegre. Em 1966, mudou-se para a rua Gonçalves Dias, número 570, no bairro Menino Deus, também em Porto Alegre. E nesse endereço permanece até hoje, embora já tenha ocupado três locais diferentes no prédio.

O engenheiro-agrônomo Breno Goulart Reis foi o idealizador do "Serviço de Ecologia Agrícola", tendo sido seu diretor desde o início, em 1956, até aposentar-se no ano de 1967.

*No início dos anos 60, em Porto Alegre, na sede, sob o comando do dr. Breno, trabalhavam os auxiliares Angelino Vidor e José Alfredo, o datilógrafo Milton Hen, o desenhista Jorge e os técnicos rurais Ronaldo Breno Petzold, Ayres Florentino Antunes e Moacir Antonio Berlato.*

*Após a saída do dr. Breno, o "Serviço de Ecologia Agrícola" foi dirigido, na seqüência, pelos engenheiros-agronômos Joaquim Pedro Coelho, Sérgio Luiz Westphalen, Moacir Antonio Berlato, Ivo Antônio Didoné, Ronaldo Matzenauer e, atualmente, Aristides Câmara Bueno.*

*No começo, poucas eram as estações agrometeorológicas. O instrumental todo era importado da Alemanha. Como característica, os dois portões estilo marajoara, exigidos pelo dr. Breno Reis. A pioneira foi a de Rio Grande, localizada na Estação Experimental de Domingos Petrolini, que entrou em operação no ano de 1953, antes, portanto, da criação do "Serviço de Ecologia Agrícola". Em 1956, teve início a operação nas estações agrometeorológicas de Bagé, de Júlio de Castilhos, de Maquiné (Osório, na época), de São Borja e de Veranópolis, seguidas pela de Encruzilhada do Sul, no ano de 1958.*

*Os anos 60 marcaram o período de inauguração de novas estações agrometeorológicas. Todas no "estilo" do dr. Breno Reis: com a presença de autoridades civis, militares e religiosas, sob o acompanhamento de banda de música. Em ordem cronológica: Tramandaí (1961), Farroupilha (1963), Ijuí (1963), Santa Maria (1963), São Gabriel (1963), Taquari (1963), Uruguaiana (1963), Alegrete (1966), Erechim (1966), Jaguarão (1966), Passo Fundo (1966), Quaraí (1966), San-*

*tana do Livramento (1966), Soledade (1966), Vacaria (1966), Guaíba (1967) e Santo Augusto (1967).*

*Nos anos 70 e 80, continuaram as inaugurações de estações agrometeorológicas. Foram elas: Cruz Alta (1973), Cachoeirinha (1975), Santa Rosa (1975), Viamão (1980), Marcelino Ramos (1981), São Valentim (1981), Caxias do Sul (1985) e Santo Ângelo (1985).*

*As estações da Seção de Ecologia Agrícola são padronizadas, tanto em instrumental como em critérios de observação. Seguem as normas da Organização Meteorológica Mundial, com três observações diárias (12 UTC, 18 UTC e 24 UTC, respectivamente, 9 h, 15 h e 21 h pela hora legal brasileira), exceto as observações sinóticas (de previsão de tempo), as quais não são realizadas, haja vista não ser essa a finalidade da estação.*

*Angelino Vidor, Eli da Rosa Fazenda, Rene Pereira Martins e Rodolfo Roberto Zounar, o primeiro falecido e os outros aposentados, foram os responsáveis pela instalação e, durante longo tempo, pela manutenção e conserto de instrumentos das estações agrometeorológicas.*

*Desde a sua fundação, a "Seção de Ecologia Agrícola" vem publicando mensalmente o "Boletim Meteorológico", que contém uma síntese das informações meteorológicas básicas da sua rede de estações.*

*A implementação, em 1975, do sistema LEC (Levantamento Ecológico), junto à Companhia de Processamento de Dados do estado do Rio Grande do Sul (PROCERGS), configurou a "Seção de Ecologia Agrícola" como uma das pioneiras em termos de informatização de banco de dados meteorológicos.*

*lógicos no país.*

*Nos já citados anos 70 e 80, os destaques foram as contribuições da "Seção de Ecologia Agrícola" em termos de pesquisa e desenvolvimento na área de agrometeorologia. Nesse período, destacaram-se, entre outros, os seguintes trabalhos:*

- **Levantamento de Recursos Naturais do Rio Grande do Sul:** projeto coordenado pelo Ministério da Agricultura-INCRA, com a participação do IICA e da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul.

- **Projeto Serrador:** um estudo sobre a biologia e a ecologia da principal praga da acácia-negra.

- **Zoneamentos Agroclimáticos:** macieira, mandioca, cana-de-açúcar, feijão e milho, entre outras culturas.

- **Estudos básicos de bioclimatologia em trigo, em milho, em soja, em feijão, em girassol e em colza:** particularmente, a condução dos chamados "ensaios ecológicos", envolvendo interações entre locais, cultivares e épocas de semeadura.

- **Estudos micrometeorológicos:** nas culturas de soja, de milho e de girassol.

- **Estudos de manejo e dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera:** determinações de evapotranspiração e períodos críticos à falta de água nas culturas de milho, de soja, de girassol, de feijão e de trigo.

- **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul.**

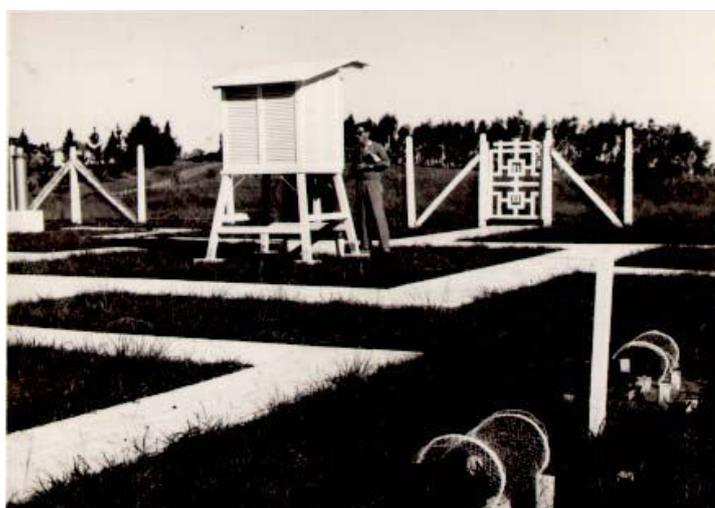
*Foi a partir dos trabalho da "Seção de Ecologia Agrícola" que os nomes de Sérgio Luiz Westphalen, Moacir*

*Antonio Berlato, Homero Bergamaschi, Jaime Ricardo Tavares Maluf, Ivo Antônio Didoné, Ronaldo Matzenauer, Guido Ignácio Gessinger, Vilson Renato Sutilli e Aristides Câmara Bueno ganharam projeção no cenário da agrometeorologia brasileira.*

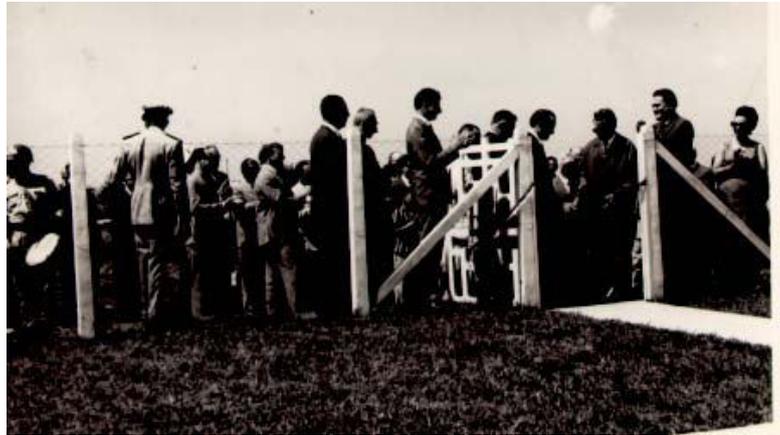
*Vieram os anos 90, e a "Seção de Ecologia Agrícola" não passou imune à crise que se abateu sobre o sistema estadual de pesquisa agropecuária. A redução de pessoal, por aposentadoria e por saída voluntária, o fechamento de estações e da base física de experimentação, localizada em Taquari, junto com a diminuição de atividades, foram os reveses que caracterizaram esse período.*

*Neste momento, ainda estão em funcionamento no estado 23 estações agrometeorológicas. E na sede, em Porto Alegre, sob o nome atual de Equipe de Agrometeorologia, o engenheiro-agrônomo Aristides Câmara Bueno e a secretária Leoni dos Santos, auxiliados por dois estagiários em tempo parcial, lutam bravamente para tocar em frente os 41 anos de história e contribuições, completados em 20 de maio de 1997.*

*Dr. Breno G. Reis,  
criador do Serviço de  
Ecologia Agrícola no  
Rio Grande do Sul*



*Estação Agrometeorológica da Seção  
de Ecologia Agrícola.*



*As inaugurações das estações agrometeorológicas da Seção de Ecologia Agrícola contavam com a presença de autoridades civis, militares e religiosas, sob acompanhamento de banda de música. Como ilustram as fotos de Passo Fundo, em 1966.*

\* \* \*

## **TORRICELLI METEOROLOGISTAS LTDA.**

**A** *queles que, ao longo do tempo, tiveram o hábito de acompanhar os espaços de meteorologia nos meios de comunicação certamente recordar-se-ão de uma empresa chamada "Toricelli Meteorologistas Ltda.". Ela foi a responsável, entre 1977 e 1982, pelas informações meteorológicas inseridas nos veículos de comunicação da antiga Companhia Jornalística Caldas Júnior, de Porto Alegre: Correio do Povo, Rádio Guaíba, Folha da Tarde, Folha da Manhã e Televisão Guaíba.*

*A Torricelli Meteorologistas Ltda. teve seu contrato social assinado em 5 de setembro de 1977, cujo resumo foi publicado no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Secção da Indústria e Comércio, de 14 de outubro de 1977. Essa empresa, da qual eram sócios Edovino Walter Schmidt e Ulysses Dias, tinha como objetivo social: "Informar as pessoas físicas e jurídicas as condições do tempo, passadas, presentes e futuras, através do estudo sistemático de cartas sinóticas meteorológicas, bem como da análise de todo e qualquer tipo*

*de informação meteorológica e climatológica".*

*A empresa foi criada basicamente para atender às necessidades do jornal Correio do Povo e da Rádio Guaíba, em termos de previsão de tempo para o Rio Grande do Sul.*

*Efetivamente à frente da Torricelli Meteorologistas estavam o meteorologista previsor aeronáutico da Força Aérea Brasileira (FAB) Roberto Schmidt e o meteorologista da Varig Ulysses Dias. Além deles, trabalhavam mais seis pessoas, em regime de escala, na parte de plotagem de cartas meteorológicas e organização de boletins.*

*Por ocasião da criação da TV Guaíba, a Torricelli contratou o meteorologista Paulo Nilson, ex-empregado da Varig, para fazer as apresentações diárias na televisão. Durante as folgas do apresentador oficial, o espaço no vídeo era ocupado por Roberto Schmidt.*

*Em 1982, a crise econômica atingiu a antiga Empresa Jornalística Caldas Júnior, e o contrato com a Torricelli Meteorologistas Ltda. entrou no corte de despesas. Na TV Guaíba, Paulo Nilson continuou por mais um tempo, porém sem a marca e a estrutura da Torricelli, parando em seguida.*

*Em relação às pessoas da Torricelli Meteorologistas Ltda., recordo-me de Paulo Nilson em suas aparições diárias na TV Guaíba. No início dos anos 80, acredito que era ele quem eu via no prédio do Instituto de Biociências da UFRGS, na rua Sarmiento Leite, em Porto Alegre. Dava a impressão de que, na época, era mais um estudante de medicina. Porém não tenho certeza disso, pois nunca falei com ele, apenas o identificava pela sua imagem do vídeo.*

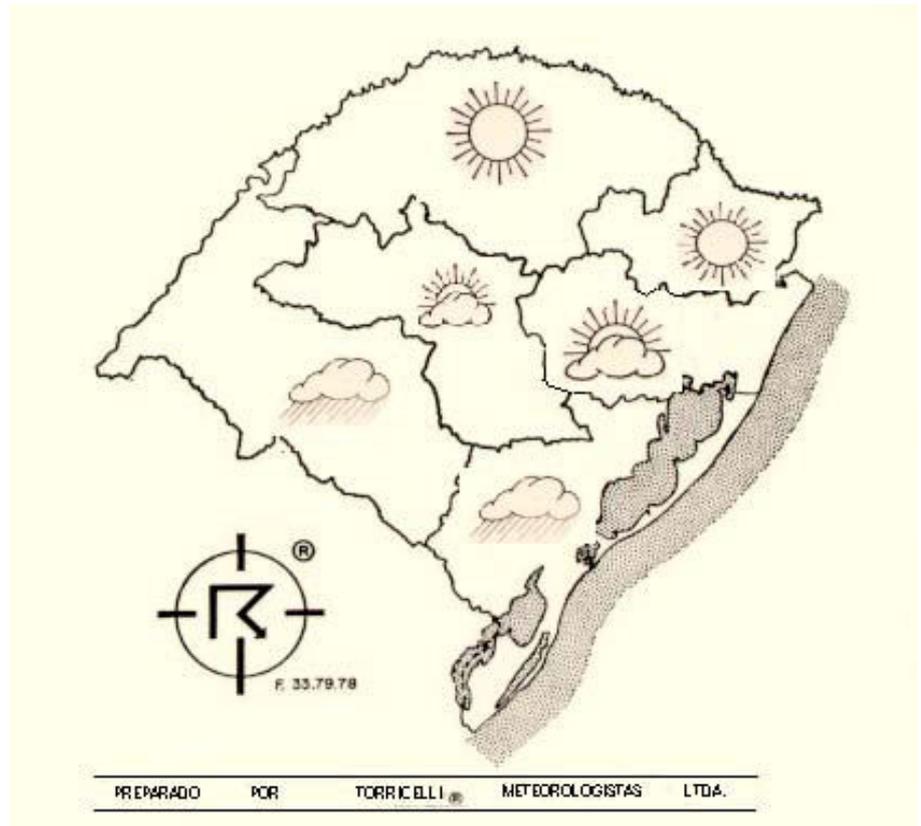
*A grande figura à frente da Torricelli Meteorologistas*

*Ltda. foi efetivamente o meteorologista previsor aeronáutico da FAB Roberto Schmidt. Natural de Porto Alegre, ele exerceu atividades chefiando os Centros Meteorológicos localizados nos aeroportos de Congonhas, em São Paulo, e Salgado Filho, em Porto Alegre. Penso que, por volta da metade dos anos 80, conheci o então Capitão Roberto, durante as comemorações do Dia Mundial da Meteorologia, em Porto Alegre, chegando a ter trocado algumas palavras superficiais com ele, como é comum ocorrer nessas ocasiões.*

*Em 1994, Roberto Schmidt publicou, pela SAGRA-DC LUZZATTO Editores, de Porto Alegre, um livro, de agradabilíssima leitura, na forma de perguntas e respostas, intitulado: "Você e a meteorologia: e o que a TV ainda não disse - acertos, erros e dicas." Para quem gosta de meteorologia, a consulta dessa obra realmente vale a pena.*

*O tempo passou, e a Torricelli Meteorologistas Ltda. não existe mais. Porém, não há dúvida, foi uma empresa pioneira em seu modo de levar a meteorologia aos veículos de comunicação no nosso meio. E aos pioneiros a história reserva lugar de honra.*

*Em uma singela homenagem, reproduzimos uma figura com os símbolos originais e a logomarca usados pela Torricelli Meteorologistas Ltda.*



\* \* \*

## **O CLIMA DO RIO GRANDE DO SUL**

**E**m sua definição clássica, clima é o conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um determinado ponto da superfície da Terra. Evidentemente, referindo-se à média de elementos meteorológicos, como a precipitação pluvial, a temperatura do ar, a velocidade do vento etc. em um longo período de observação. Para fins de padronização, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda períodos de 30 anos, estabelecendo como padrões internacionais: 1901-1930, 1931-1960 e, atualmente, 1961-1990.

*Em função da grande influência que o clima exerce em quase todas as atividades do homem, apresentam-se, em seqüência, as principais características climáticas do estado do Rio Grande do Sul.*

### **Posição geográfica**

*O estado do Rio Grande do Sul situa-se no extremo*

*meridional do país, entre as latitudes de 27° e 34° Sul (S) e as longitudes de 50° e 57° Oeste (W).*

### ***Gênese do clima regional***

*Fenômenos relacionados com a dinâmica da atmosfera (frentes meteorológicas) e fatores geográficos, como a orografia, a continentalidade e a maritimidade, são os determinantes das principais características climáticas do extremo sul do Brasil.*

*As massas de ar que influem na gênese do clima do sul do Brasil são as seguintes:*

- ***Massa Tropical Marítima (Tm):*** com origem no anticiclone do Atlântico (30°S), caracteriza-se como quente e úmida e atua durante todo o ano no território rio-grandense.
- ***Massa Polar Marítima (Pm):*** com origem em latitudes subpolares, caracteriza-se como fria e úmida e atua no Rio Grande do Sul durante todo o ano, porém de forma mais ativa no inverno.
- ***Massa Tropical Continental (Tc):*** originária da região do Chaco, penetra no Rio Grande do Sul pelo oeste, caracterizando-se como quente e seca e de atividade mais intensa no verão.
- ***Massa Equatorial Continental (Ec):*** massa quente e úmida, penetra no Estado pelo noroeste, especialmente no verão, tendo como origem a planície amazônica.

*Entre os aspectos estáticos, a orografia influi particularmente no regime de chuvas, e a continentalidade e a maritimidade, no regime térmico.*

### ***Tipos climáticos existentes no Rio Grande do Sul***

*Pelo sistema internacional de classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona fundamental temperada (C), tipo fundamental úmido (Cf), com duas variedades específicas: subtropical (Cfa) e temperado (Cfb).*

*As características do clima rio-grandense, conforme a variedade, são as seguintes:*

- ***Variedade subtropical (Cfa):*** *clima subtropical úmido, com chuva bem distribuída durante o ano (nenhum mês com menos de 60 mm) e temperatura média do mês mais quente superior a 22,0 °C.*
- ***Variedade temperado (Cfb):*** *clima temperado úmido, com chuva bem distribuída durante o ano (nenhum mês com menos de 60 mm) e temperatura média do mês mais quente inferior a 22,0 °C.*

*A maior parte do estado enquadra-se na variedade subtropical ou Cfa, com verões quentes. Há duas pequenas áreas com clima Cfb, com verões amenos: uma situada no nordeste e outra no sul do estado.*

### ***Resumo das características climáticas do estado***

*As principais características climáticas do estado do Rio Grande do Sul podem ser sintetizadas conforme segue:*

- ***Estações do ano:*** *bem caracterizadas, com verão quente, inverno frio e outono mais frio do que a primavera.*
- ***Temperatura média:*** *em nível anual, varia de 14,0 °C a 20,0 °C, com o mês mais quente (janeiro) entre 18,0 °C e*

26,5 °C e o mês mais frio (julho) entre 9,5 °C a 15,8 °C.

- **Temperaturas extremas:** máximas absolutas superiores a 33,0 °C e inferiores a 43,0 °C; as mínimas absolutas já atingiram 8,5 °C abaixo de zero.
- **Geadas:** varia anualmente entre 03 dias (Torres) e 30 dias (Vacaria).
- **Chuva anual:** totais anuais médios superiores a 1.100 mm e inferiores a 2.500 mm, com variação entre 79 e 140 dias com chuva. Chove mais na metade norte do estado, em relação à parte sul.
- **Umidade relativa do ar:** entre 75 % e 85 %.
- **Ventos predominantes:** sudeste (SE), como primeira direção, e nordeste (NE), como segunda direção.
- **Radiação solar global anual:** varia entre 300 cal/cm<sup>2</sup>.dia e 400 cal/cm<sup>2</sup>.dia.
- **Duração do brilho solar:** varia de 2.200 a 2.500 horas de sol por ano.
- **Evapotranspiração potencial anual:** varia entre 700 mm e 1.200 mm.
- **Regiões mais quentes:** Baixo Vale do Uruguai, Depressão Central e Missões.
- **Regiões mais frias:** Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste.

\* \* \*

## **CHUVAS NO SUL DO BRASIL: PRINCIPAIS ASPECTOS DO CONHECIMENTO**

**E**m diversos segmentos da atividade humana, as condições meteorológicas exercem influência preponderante sobre o sucesso ou o fracasso dos empreendimentos.

Nesse particular, a precipitação pluvial (chuvas) destaca-se como uma das variáveis meteorológicas mais importantes. Principalmente, pelos efeitos de excesso (cheias) ou de escassez (secas), na agricultura, no gerenciamento de recursos hídricos, na necessidade de obras urbanas de saneamento básico, e nas atividades de defesa civil, por ocasião de catástrofe meteorológicas.

O Rio Grande do Sul apresenta boa distribuição de chuvas no tempo e no espaço. A precipitação normal anual média em todo o estado é da ordem de 1.540 mm. Chove mais na metade do norte do estado (acima da latitude de 30 °S), com totais anuais superiores a 1.500 mm, do que na metade sul (abaixo de 30 °S), com totais anuais inferiores a 1.500 mm. Passo Fundo, no norte do RS, apresenta, como

*normal anual de chuvas, o total de 1.788 mm.*

*Os mecanismos responsáveis pelas chuvas estão diretamente relacionados com os movimentos ascendentes de ar, que, por sua vez, estão associados a pressões atmosféricas baixas à superfície. Estas são causadas pelo aquecimento do ar em contato com a superfície, por sistemas atmosféricos dinâmicos ou por efeitos do relevo.*

*Os sistemas frontais destacam-se como os principais responsáveis pelas chuvas no Rio Grande do Sul. Em média, entre cinco e sete sistemas frontais atingem mensalmente o estado. Em geral, com uma orientação sudoeste para nordeste sobre a América do Sul, podendo afetar tanto as regiões Sul e Sudeste como prosseguir até o Nordeste do Brasil.*

*Após a passagem dos sistemas frontais, em geral nos meses de inverno, há a entrada de massas de ar de origem polar, vindas do Pacífico Sul, que diminuem a temperatura e ocasionam geadas.*

*Outros sistemas que contribuem para o regime de chuvas no Rio Grande do Sul são os vórtices ciclônicos (baixa pressão em altos níveis) que chegam pela costa oeste da América do Sul, oriundos do Pacífico, atuando principalmente no período de primavera-verão.*

*Também destacam-se aglomerados convectivos que se formam sobre o Paraguai e deslocam-se para o sul do Brasil, ocasionando chuvas fortes no oeste do Rio Grande do Sul, particularmente durante a primavera.*

*O Rio Grande do Sul, pela sua posição geográfica, sofre a influência de um forte gradiente norte-sul de tempe-*

*ratura no inverno. Esse fato, associado ao transporte de momento angular dos trópicos para as latitudes subtropicais, forma uma região de ventos fortes, entre 10 e 12 km de altura, denominada corrente de jato subtropical.*

*A corrente de jato subtropical, orientada de noroeste para sudeste, impede o deslocamento dos sistemas frontais para nordeste, além de intensificar os que chegam à região, pela forte atividade convectiva. Esse é o mecanismo responsável pelas cheias no sul do Brasil, durante eventos quentes do fenômeno El Niño-Oscilação do Sul (ENSO), em função de bloqueios no escoamento da atmosfera.*

*Climaticamente, também deve ser considerada a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), correspondendo a uma faixa de nebulosidade convectiva orientada de noroeste para sudeste, que está diretamente associada à precipitação na Região Sul, no período de outubro a março.*

*O regime de chuvas no Rio Grande do Sul é determinado principalmente pela passagem de frentes frias sobre o estado.*

*Durante os eventos quentes do fenômeno ENSO (El Niño), a fonte de calor no Oceano Pacífico gera bloqueios que mantêm as frentes frias sobre o estado, causando enchentes. O episódio frio do fenômeno ENSO (La Niña) gera resposta inversa na atmosfera, ocasionando períodos de seca no sul do Brasil.*

\* \* \*

## OS VENTOS SUL-RIO-GRANDENSES

**V**ento é o ar em movimento. A essa definição popular, há que somente acrescentar-se a palavra horizontal, para ficar tecnicamente correta.

*Em diversos países, alguns ventos, pela influência que exercem sobre o clima local, possuem vários nomes próprios, como: o Mistral na França, o Helm na Escócia, o Foehn no Tirol, o Siroco na Sicília, o Chinook no Canadá, La Tramontana na Espanha, entre outros.*

*No Rio Grande do Sul, a população deu nomes a ventos característicos das diferentes regiões do estado. O mais conhecido é o vento Minuano, que tem servido como fonte de inspiração para músicas e poesias nativistas. Esse e outros são descritos a seguir:*

- *MINUANO: Originado nos Andes, é um vento seco e frio que atravessa o estado de oeste para leste. Comumente, sopra três dias consecutivos. Seu nome é originário da tribo de índios que habitava o oeste do Rio Grande do Sul.*
- *PAMPEIRO: Vento frio e forte, em geral associado a tor-*

*mentas. Originário da região Pampeana Argentina, passa no Rio Grande do Sul de sudoeste para nordeste.*

- *CARPINTEIRO DA COSTA: Vento de sudeste que ocorre no litoral sul-rio-grandense. Recebeu esse nome em função de ser associado a muitos desastres com embarcações.*
- *LESTÃO OU LESTADA: Vento forte que sopra durante vários dias no litoral gaúcho. Também é associado a desastres com embarcações.*
- *NORTE: Vento quente e mormacento. Conforme seu próprio nome, sopra do norte para o sul. A crendice popular é de que influi negativamente no estado de humor das pessoas.*
- *TERRAL: Brisa que sopra da terra para o mar, no litoral gaúcho.*

\* \* \*

## **METEOROLOGIA APLICADA À AGRICULTURA**

**O** uso de informações meteorológicas em agricultura destaca-se como uma poderosa ferramenta na busca de eficiência e competitividade, premissas que estão sendo cada vez mais exigidas em um contexto de economia globalizada.

*Decisões de natureza tática, relacionadas com o manejo de culturas e animais, e estratégica, em termos de planejamento da atividade, quando baseadas em informações meteorológicas de qualidade, podem definir o diferencial entre o sucesso e o fracasso dos empreendimentos.*

*Algumas das decisões tomadas pelo produtor rural, tanto de baixo como de alto custo, podem ser baseadas na previsão geral de tempo; outras, por sua vez, exigem cálculos de índices derivados, previsões especializadas e mesmo estudos agrometeorológicos específicos.*

*A seguir, são apresentadas algumas das aplicações da meteorologia à agricultura, cuja utilização pode representar*

*a contribuição que realmente faz a diferença.*

### ***Previsão geral de tempo***

*Muitas das práticas realizadas na atividade agropecuária podem ser otimizadas, quando são levadas em consideração as condições de tempo presente e futuro em relação ao momento oportuno de sua exeqüibilidade.*

*Em nível de lavoura, destacam-se: semeaduras, aplicação de defensivos, adubação nitrogenada em cobertura, corte de forragem para fenação em campo e colheita, entre outras operações.*

*Na atividade pecuária, citam-se: parição e tosquia em ovinos, banhos sarnicidas/carrapaticidas, marcação, castração etc.*

*Para esse tipo de decisão, as previsões de tempo, hoje operacionais no Brasil via INMET, disseminadas em veículos de comunicação, e os resultados dos modelos numéricos do CPTEC-INPE, com horizontes de até 5 dias, adequam-se plenamente.*

### ***Previsões especiais***

*A tomada de decisões operacionais de altos custos, tais como o acionamento de sistemas de controle de geadas e de combate antigranizo, necessita de previsões especializadas com escalas de resolução espacial e temporal específicas.*

*No caso de previsões de geadas, há os alertas difundidos pelos serviços meteorológicos operacionais.*

*A previsão e o combate antigranizo exigem sistemas próprios baseados em radares meteorológicos, a exemplo do operado pelos produtores de maçã de Fraiburgo, SC.*

### **Previsão climática**

*São previsões, em escala sazonal a interanual, do comportamento climático regional.*

*Hoje, encontram-se ainda em fase de estudos, sendo consideradas exeqüíveis para algumas regiões do mundo, geralmente baseadas nos modelos de acoplagem oceano-atmosfera.*

*No Brasil, o fenômeno ENSO (El Niño - Southern Oscillation), pela influência que exerce no regime de chuvas da Região Sul e na parte norte da Região Nordeste, tem sido bastante estudado, visando ao desenvolvimento desse tipo de previsão.*

*Atualmente, o serviço meteorológico operacional brasileiro não incorpora previsões nessa escala de tempo.*

*Para a agricultura, esse tipo de previsão representará uma mudança no conceito de planejamento agrícola, conferindo dinamismo à atividade, particularmente no que se refere à redução dos riscos de natureza climática.*

### **Monitoramento climático regional**

*Na área de mercados agrícolas, o comportamento do preço de **commodities** é bastante influenciado pelas expectativas de safras e pelos estoques mundiais.*

*O acompanhamento das condições climáticas ocorridas durante a estação de crescimento nas diversas regiões do mundo, pelos possíveis reflexos sobre o rendimento final das culturas, resulta em informações indispensáveis às tomadas de decisões em operações de mercado, em formulação de políticas de abastecimento, em segurança alimentar, em incentivo à produção etc.*

*Informações dessa natureza podem ser encontradas nos boletins "Weekly Weather and Crop Bulletin", em nível mundial, e "Climanálise", para o Brasil, editados pelo U.S. Department of Agriculture e pelo CPTEC-INPE, respectivamente.*

### ***Estudos agrometeorológicos***

*Trabalhos baseados na variabilidade climática registrada em séries históricas de observações meteorológicas, constituem estudos de natureza estatística probabilística, envolvendo aspectos particulares das relações culturas/animais x clima.*

*São particularmente úteis ao planejamento das atividades agrícolas e à formulação de política de desenvolvimento regional para o setor primário.*

*Nesse contexto, estão inseridos os atlas e os zoneamentos agroclimáticos.*

*Como obras de referência para o Rio Grande do Sul, destacam-se, entre outros, o "Atlas Agroclimático do Rio Grande do Sul" e o "Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul", publicados pela*

*Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul, em cooperação com a Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo.*

### **Monitoramento microclimático**

*A medição de variáveis meteorológicas em nível de microescala aplica-se ao manejo de irrigação, à regulação do conforto térmico em instalações zootécnicas e ao controle de doenças de plantas com base em modelos epidemiológicos, entre outros usos. Nessa área, já existe uma série de produtos operacionais, além de outros tantos em fase de pesquisa.*

### **Considerações finais**

*O universo das aplicações da meteorologia à agricultura é mais amplo do que o discutido anteriormente. Diversos usos de informações meteorológicas em agricultura, particularmente os produtos disponíveis em ambientes para microcomputadores pessoais, foram objeto de apresentação no "I Seminário Sul-Brasileiro de Informática na Agricultura", realizado na sede da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, no período de 3 a 5 de julho de 1996.*



*O Laboratório de Meteorologia Aplicada à Agricultura da Embrapa Trigo foi inaugurado em 26 de maio de 1997.*

\*\*\*

## **CLIMA E AGRICULTURA: "THE WEATHER MARKET"**

**D**urante muito tempo, utilizou-se como justificativa às solicitações de investimento nos serviços meteorológicos nacionais uma estimativa originalmente atribuída à FAO (Food and Agriculture Organization, Órgão das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação) de que trinta por cento das safras agrícolas no mundo eram perdidas anualmente por eventos adversos de natureza meteorológica. Contrapondo-se a isso, argumentava-se que, dez por cento desse prejuízo poderia ser evitado pelo uso de informações e previsões meteorológicas de qualidade.

As aplicações de meteorologia em agricultura vão desde o planejamento, em suas distintas escalas (campo, propriedade, região, estado ou país), até as operações de manejo no dia-a-dia da atividade rural. Dentre tantas, citam-se: escolha de culturas conforme a aptidão determinada pelos zoneamentos agroclimáticos, definição do parque de máquinas em função do número de dias favoráveis às operações na

*região, escolha do momento oportuno de semeadura baseada no balanço de água no solo e na probabilidade de escape dos riscos de natureza climática, definição de dose (quanto) e de turno de rega (quando) em irrigação, oportunidade de aplicação de defensivos agrícolas com base em modelos epidemiológicos e em variáveis de ambiente e construção de instalações zootécnicas levando em conta as exigências de conforto da espécie ou raça e o clima local.*

*Em uma forma particular, destaca-se o uso de informações meteorológicas nas operações de mercado, envolvendo as culturas objeto das chamadas "commodities" agrícolas. O monitoramento climático sistemático das regiões produtoras no mundo e as análises agrometeorológicas de expectativas de safras configuram um verdadeiro mercado do tempo (tempo em sentido meteorológico) - "The weather market"-, cujas nuances são fundamentais para o gerenciamento de estoques, para a formulação de políticas de preços e de acordos comerciais e, acima de tudo, para o fornecimento de subsídios às tomadas de decisões para quem opera nessa área.*

*É em função dessas e de outras aplicações que o Canal Rural - resultado da parceria formada entre a Rede Brasil Sul (RBS) e a Rede Globo de Televisão -, voltado ao "agribusiness" brasileiro, que estima-se movimentar, anualmente, US\$ 240 bilhões do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, está dedicando, em sua programação, um amplo espaço à meteorologia, com incursões diárias a cada trinta minutos.*

*A meteorologia moderna trabalha com um conjunto*

*de ferramentas que passa por um sistema de observações de superfície e em altitude em escala global, plataformas de coleta de dados, satélites meteorológicos, supercomputadores e modelagem numérica dos estados da atmosfera, informações que possibilitaram oferecer, hoje, previsões objetivas (quantitativas) para um intervalo de tempo de até cinco dias.*

*Informações meteorológicas de qualidade, além de difundidas nos veículos de comunicação, podem ser livremente acessadas no Brasil, via Internet, sistema BBS e linha Rempac, entre outras fontes.*

*Em termos de meteorologia via Internet no Brasil, destaca-se a "home page" do CPTEC-INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e suas conexões com o sistema meteorológico brasileiro e mundial (<http://yabae.cptec.inpe.br>).*

*Quanto a informações sobre clima e agricultura no mundo, recomenda-se uma consulta ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, cujo endereço na Internet é: <http://www.usda.gov/oce/waob/jawf>.*

*Portanto, as informações meteorológicas de qualidade estão aí, prontamente disponíveis, pelos mais variados meios. O diferencial, temos plena convicção disso, será obtido pela agregação de valor aos prognósticos meteorológicos (cinco dias) e climáticos (três meses), via sistema de suporte à tomada de decisões, quando da sua aplicação em agricultura.*

\* \* \*

**EL NIÑO - OSCILAÇÃO DO SUL:  
UM FENÔMENO QUE INFLUENCIA O CLIMA  
E A AGRICULTURA DE DIFERENTES  
PARTES DO MUNDO**

**O** aumento de prazo nas previsões e a melhor compreensão do clima global são duas questões relevantes na meteorologia moderna.

*A identificação de fenômenos que, através de teleconexões atmosféricas, influenciam as condições climáticas de regiões distantes do seu local de origem tem sido a base de previsões em escala sazonal ou interanual e de explicação para anomalias climáticas persistentes.*

*Nesse contexto está inserido o fenômeno El Niño - Oscilação do Sul, comumente designado pela expressão inglesa ENSO (El Niño - Southern Oscillation), cujo comportamento influencia o clima e a agricultura de diferentes partes do mundo.*

*No Brasil, o fenômeno ENSO exerce influência sobre as anomalias climáticas que se verificam na Região Sul, no*

*leste da Amazônia e no norte da Região Nordeste, particularmente em termos de excessos e deficiências de chuvas.*

### **Antecedentes**

*O El Niño - Oscilação do Sul constitui um fenômeno de dois componentes: um de natureza oceânica, no caso o El Niño, e outro de natureza atmosférica, representado pela Oscilação do Sul.*

*A denominação El Niño remonta ao século XVIII e foi utilizada pela primeira vez por pescadores peruanos para designar uma corrente de águas quentes que surgia no Oceano Pacífico, na costa da América do Sul, no final do mês de dezembro. Em alusão ao Natal e ao "Menino Jesus", essa corrente de água quente foi chamada de El Niño, expressão espanhola que significa "O Menino". Para aqueles pescadores, o El Niño indicava o final da estação de pesca, uma vez que as águas quentes significavam a atenuação da ressurgência de águas frias e ricas em nutrientes do fundo do oceano e, com isso, afastavam os peixes da região. Em alguns anos, notava-se que essas águas eram mais quentes do que o normal e esses eram os anos de excessos de chuvas em regiões geralmente secas do Peru e do Equador.*

*Quanto ao componente atmosférico, os trabalhos de Sir Gilbert Walker, no início do século XX, demonstraram uma correlação inversa entre a pressão na superfície sobre os oceanos Pacífico e Índico, denominada Oscilação do Sul: quando a pressão é alta no Oceano Pacífico ela tende a ser baixa no Oceano Índico. Esses trabalhos tentavam correla-*

*cionar a Oscilação do Sul com as monções na Índia.*

*O episódio de El Niño de 1958/59 foi bastante forte, e a área de águas quentes no Oceano Pacífico Tropical se estendeu desde uma posição a oeste da linha internacional de mudança de data até a costa da América do Sul. Naquela época, coincidiram excessos de chuvas na região costeira do Peru e do Equador e uma configuração de baixa pressão atmosférica à superfície na parte leste do Oceano Pacífico Tropical e alta pressão à superfície na sua porção oeste. A conclusão tirada no início dos anos 60 foi de que esses eventos (águas quentes e campos de pressão atmosférica na superfície do Oceano Pacífico) estavam associados e ocorriam em uma escala interanual. Desde então, o termo El Niño deixou de ser restrito a uma corrente de águas quentes no Oceano Pacífico Tropical, passando a designar o aquecimento das águas, que ocorre em intervalos de 2-7 anos, associado a perturbações na circulação geral da atmosfera, com repercussões climáticas em escala global. Esse fenômeno é apropriadamente chamado de ENSO (El Niño - Southern Oscillation), representando a acoplagem oceano-atmosfera.*

*O fenômeno ENSO tem sido objeto de ampla divulgação nos veículos de comunicação, particularmente a partir do episódio de 1982/83, considerado o mais forte do século, em que as anomalias climáticas foram responsáveis por prejuízos econômicos, em nível mundial, da ordem de 13 bilhões de dólares (The New York Times, 2 de agosto de 1983).*

*Atualmente, o fenômeno ENSO é constantemente monitorado, e seus resultados divulgados internacionalmente, através do Boletim ENSO Advisory, do Climate Analysis Center/*

*National Meteorological Center-USA. O ENSO Advisory, de 12 de abril de 1995, destaca o final do episódio quente desse fenômeno, que se manteve durante 3 anos, e a volta à normalidade das temperaturas das águas no Oceano Pacífico Tropical.*

### **Mecanismos**

*O fenômeno ENSO tem como região de origem o Oceano Pacífico Tropical, onde, em função dos ventos alísios, que sopram predominantemente de sudeste no Hemisfério Sul, há um padrão de circulação oceânica em que, na costa da América do Sul, as águas são normalmente frias e, no extremo oposto, região da Indonésia e costa da Austrália, as águas são normalmente quentes.*

*O comportamento das águas do Oceano Pacífico, associado aos campos de pressão atmosférica à superfície, influi na circulação zonal da atmosfera, em uma célula de circulação do tipo Walker, isto é, no sentido leste-oeste, onde há ascensão de ar na parte oeste do Pacífico Tropical e descida de ar no extremo leste desse oceano. Isso faz com que a parte oeste do Oceano Pacífico seja uma região de chuvas frequentes e, de forma oposta, a parte leste, na costa da América do Sul, seja uma região de chuvas escassas.*

*Em anos de El Niño, detecta-se, previamente ao seu estabelecimento, um enfraquecimento dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial. Esse fato altera o padrão de circulação oceânica, diminuindo a ressurgência de águas frias na costa da América do Sul e deslocando as águas quentes do*

*Pacífico oeste para uma posição a leste da linha internacional de mudança de data. Com isso, há o deslocamento do ramo ascendente da célula de circulação do tipo Walker para a parte central do Oceano Pacífico, fazendo com que as ilhas nessa região experimentem excesso de chuvas, onde são originalmente escassas.*

*Com o deslocamento cada vez mais para leste, as águas anormalmente quentes do Oceano Pacífico Tropical chegam a atingir a costa da América do Sul, altura do Peru e do Equador. Desse modo, passa a ocorrer ascensão de ar nessa região, fazendo com que a costa da América do Sul experimente chuvas muito além da normalidade. Esse ramo ascendente da célula de circulação tipo Walker torna-se descendente com subsidência de ar seco, sobre a parte norte da Amazônia e da Região Nordeste do Brasil, determinando secas acentuadas nessas regiões.*

*O comportamento oceano-atmosfera, na região do Pacífico Tropical, descrito nos parágrafos anteriores, pode ser visualizado na Figura 1.*

*Em termos de comportamento dos campos atmosféricos, o Índice de Oscilação do Sul (IOS) (Figura 2) reflete as anomalias de pressão à superfície, através de diferenças de pressão entre o Taiti, no Pacífico Central, e Darwin, na Austrália.*

*Nos anos em que a pressão à superfície é alta em Darwin e baixa no Taiti, o IOS é negativo (episódio de El Niño); inversamente, quando a pressão à superfície é baixa em Darwin e alta no Taiti, o IOS é positivo. Quando o IOS é fortemente positivo, águas mais frias do que o normal aparecem*

*através da região central e parte leste do Oceano Pacífico Equatorial. Esse episódio frio é chamado de La Niña e implica anomalias climáticas geralmente inversas às do episódio quente, denominado de El Niño. Caracteristicamente, quando o IOS é maior do que 1 ou menor do que -1, por vários meses consecutivos, um evento La Niña (epísódio frio) ou El Niño (epísódio quente) ocorre, respectivamente (vide Figura 2).*

*Outro aspecto da atmosfera que é perturbado durante o período de El Niño é uma célula de circulação de sentido norte-sul, do tipo Hadley, que se intensifica e acaba influenciando na corrente de jato ("stream jet"), que são ventos fortíssimos a 10.000 m de altura. A corrente de jato intensificada determina bloqueios na atmosfera, fazendo com que as frentes frias fiquem semi-estacionárias sobre o extremo sul do Brasil, causando os excessos de chuvas verificados durante os anos de El Niño no sul do Brasil e os períodos prolongados de estiagem na Região Sudeste.*

### **Impactos**

*Durante o desenvolvimento de um episódio do fenômeno ENSO, envolvendo El Niño ou La Niña, ocorrem anomalias climáticas em todo o mundo.*

*Nas Figuras 3 e 4, estão delineados os potenciais impactos em termos de chuvas e de temperaturas, durante a ocorrência de El Niño, o episódio de águas anormalmente quentes na costa da América do Sul e o Índice de Oscilação do Sul negativo.*

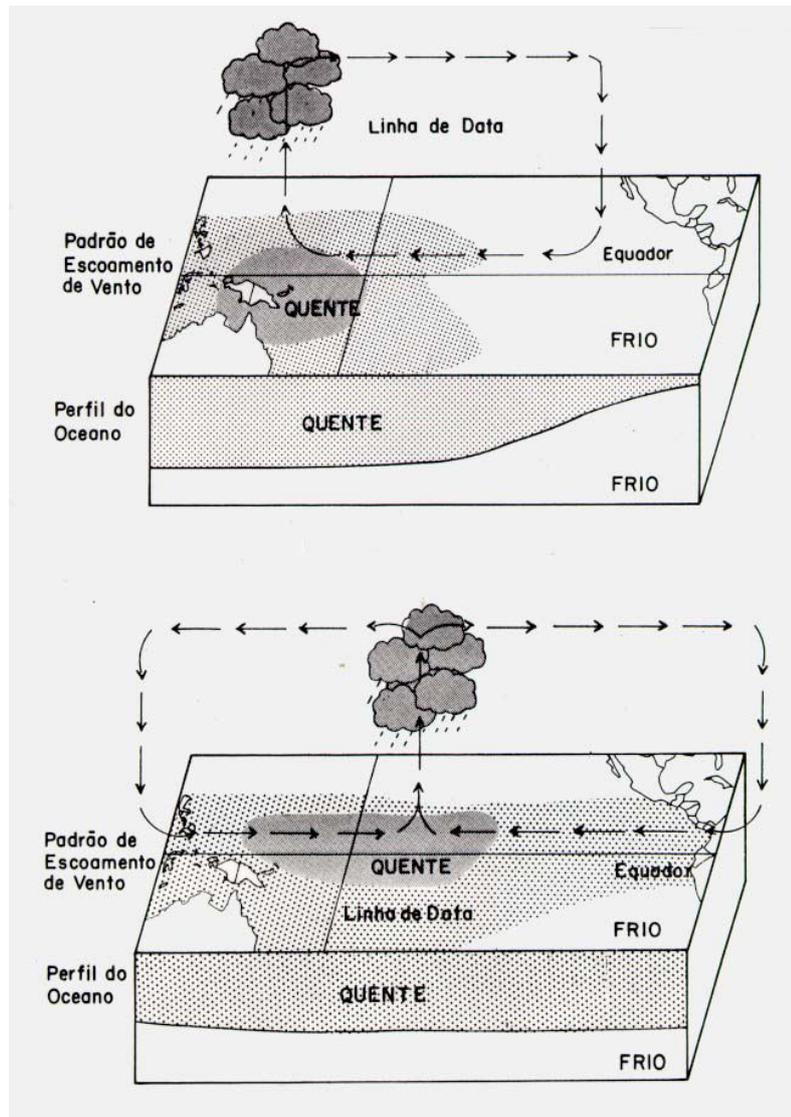


Figura 1. Condições típicas no Oceano Pacífico Tropical (parte superior) e condições durante um episódio de evento El Niño (parte inferior) (Fonte: STEFANSKI, 1994).

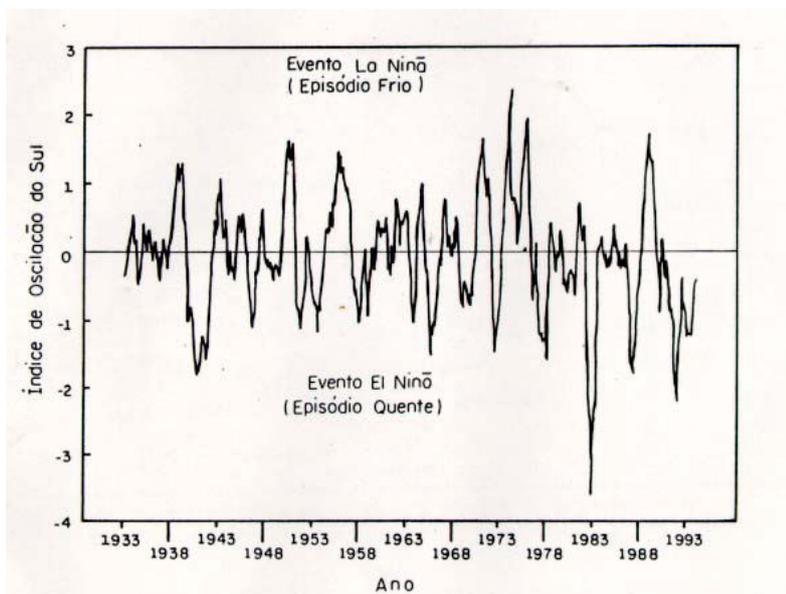


Figura 2. Índice de Oscilação do Sul, janeiro de 1933 a dezembro de 1993 (Fonte: STEFANSKI, 1994).

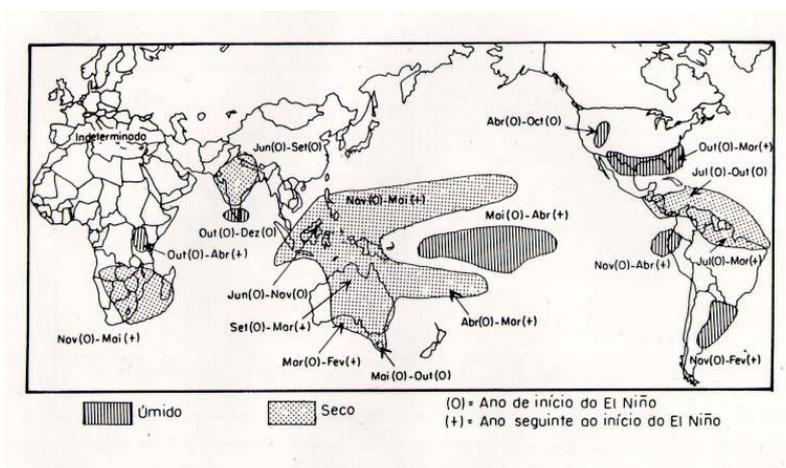


Figura 3. Potenciais impactos em termos de anomalias de chuva durante um episódio de evento El Niño (Fonte: ROPELEWSKI & HALPERT, 1987).

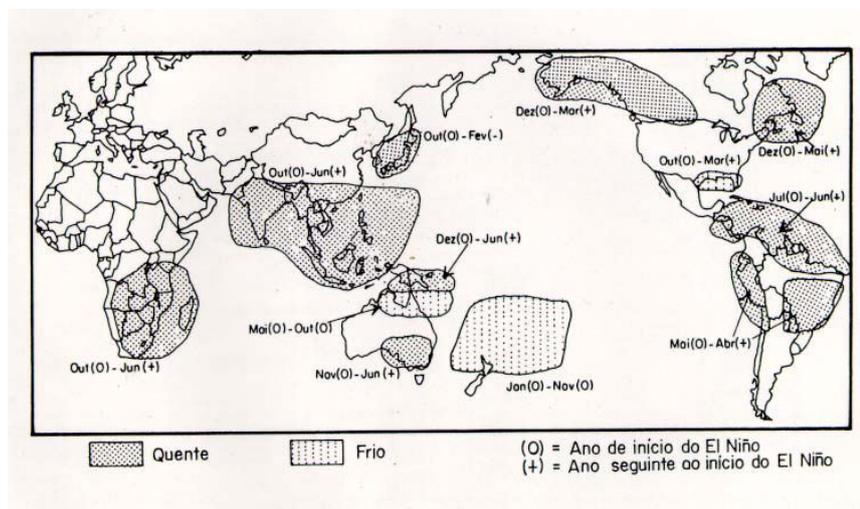


Figura 4. Potenciais impactos em termos de anomalias de temperatura durante um episódio de evento El Niño (Fonte: HALPERT & ROPELEWSKI, 1992).

Os potenciais impactos de anomalias de chuvas e temperaturas durante a ocorrência de um episódio do tipo La Niña, com águas do Oceano Pacífico anormalmente frias na costa da América do Sul e Índice de Oscilação do Sul positivo, estão destacados nas Figuras 5 e 6. A maioria das anomalias associadas ao episódio quente de El Niño se manifestam de forma inversa com o episódio frio de La Niña.

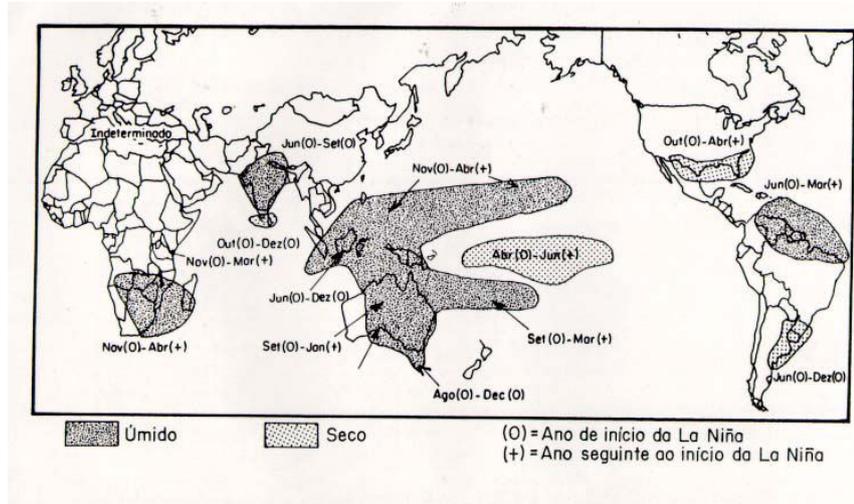


Figura 5. Potenciais impactos em termos de anomalias de chuva durante um episódio de evento La Niña (Fonte: ROPELEWSKI & HALPERT, 1989).

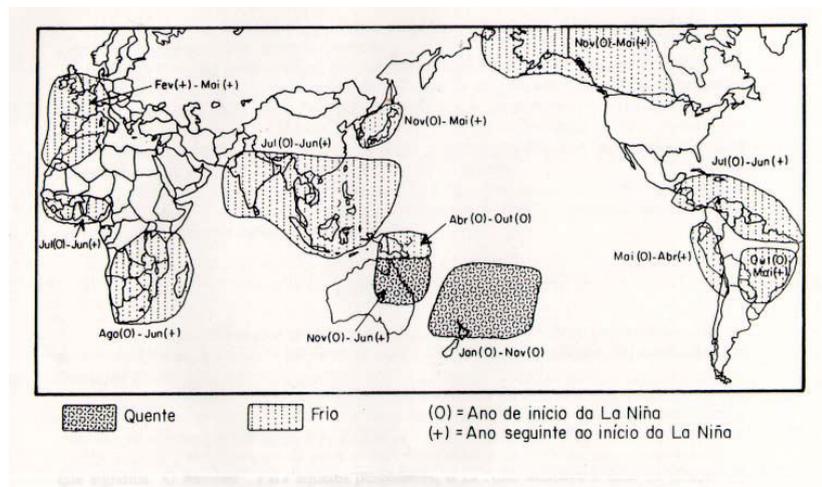


Figura 6. Potenciais impactos em termos de anomalias de temperatura durante um episódio de evento La Niña (Fonte: HALPERT & ROPELEWSKI, 1992).

**Referências**

- HALPERT, M.S.; ROPELEWSKI, C.F. *Surface temperature patterns associated with the southern oscillation. **Journal of Climate**, v.5, n.6, p.577-593, 1992.*
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. *Global and regional scale precipitation associated with El Niño/southern oscillation. **Monthly Weather Review**, v.115, p.1606-1626, 1987.*
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. *Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **Journal of Climate**, v.4, p.268-284, 1989.*
- STEFANSKI, R.J. *El Niño: background, mechanisms, and impacts. In: United States. Department of Agriculture. **Major world crop areas and climatic profiles**. Washington, 1994. p.247-252. (USDA. *Agricultural Handbook*, 664).*

\*\*\*

## **O DESAFIO DA AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**A** *globalização da economia transformou eficiência e competitividade em premissas básicas de qualquer atividade. Em agricultura, a observação desses princípios, hoje, mais do que nunca, define o diferencial entre o sucesso e o fracasso dos empreendimentos.*

*Uma nova metodologia de manejo de culturas, denominada agricultura de precisão, tem se destacado por unificar os interesses econômicos do produtor e os princípios conservacionistas de ambiente.*

*Em agricultura de precisão, a palavra de ordem é variabilidade. Nesse contexto, seus princípios foram desenvolvidos visando à recomendação de fertilizantes com base nas variabilidades temporal e espacial existentes dentro das unidades de solo. A sua lógica é bastante simples: toda a recomendação de fertilizante baseada em uma amostragem média implicará que uma parte da área receba adubo abaixo do necessário, e a outra, acima. Nesses casos, ambas as*

*situações denotam ineficiência no uso de um insumo caro e de grande influência na expressão do rendimento econômico das culturas.*

*Desse modo, no caso específico do uso de fertilizantes, a solução apontada em agricultura de precisão tem sido a aplicação localizada, conforme os níveis de fertilidade do solo e seus índices de produtividade. Para sua exeqüibilidade, a variabilidade de solo dentro das lavouras tem de ser quantificada. Essa quantificação passa pela aplicação de princípios de geoestatística, e a sua localização espacial, via georreferenciamento por meio de GPS (Global Position System) de alta resolução. A eletrônica embarcada em semeadoras/adubadoras e em plataformas de colhedoras complementa a viabilização operacional do sistema.*

*Os princípios da agricultura de precisão, no tocante a contemplar escalas de variabilidade, aplicam-se ao manejo de culturas como um todo. A questão passa pela identificação dos níveis de agregação das recomendações e da possibilidade de desagregá-los conforme as especificidades.*

*Exemplificando, contemplar a variabilidade climática nas recomendações de épocas de semeadura, descendo, dentro do estado, em níveis de região, de município e, se necessário, dentro do município, é imprescindível para a redução dos riscos de natureza climática à atividade agrícola.*

*Ao nível de cultura, considerar a variabilidade genética existente dentro da espécie, através da escolha de cultivares adaptadas ao local e com características de rendimento e de qualidade exigidas pelo mercado, é uma questão fundamental.*

*No tocante ao uso de defensivos, racionalizar as aplicações via modelos epidemiológicos, considerar a especificidade produto x praga/doença e definir o momento de aplicação em função de variáveis meteorológicas são determinantes no benefício econômico da atividade e na proteção do ambiente.*

*E assim sucessivamente, da semeadura à colheita, no manejo de culturas sempre há possibilidade de se contemplar algum nível de variabilidade na tomada de decisões.*

*A agricultura de precisão se configura como um novo paradigma para a atividade. A observação de seus princípios provavelmente diferenciará os eficientes e competitivos dos ineficientes e dominados, em uma aldeia cada vez mais global.*

\* \* \*

## **AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: O QUE É ISSO?**

**N**os últimos tempos, a palavra sustentabilidade tem sido muito utilizada em assuntos relacionados com a agricultura. Muito utilizada e pouco definida. Ou, pelo menos, não claramente definida.

O termo agricultura sustentável, tal qual empregamos no nosso meio, tem sua origem em uma tradução da expressão inglesa "Sustainable Agriculture". E esta, por sua vez, está ligada a "sustainability", que literalmente em inglês significa "the ability to keep in existence", "keep up", "maintain" ou "prolong". Portanto, em português, sustentabilidade deve ser vista como a capacidade de continuar existindo, de manter-se ou de prolongar-se no tempo.

De modo geral, a palavra sustentabilidade tem sido aplicada à agricultura com os mais distintos significados. Claramente, identificam-se dois tipos de pensamento com relação ao seu emprego. O primeiro deles, quase como uma ideologia, visando motivar a adoção de práticas alternativas de

*manejo de culturas. Portanto, como um conceito de prescrição. O segundo, interpretando sustentabilidade como a capacidade para o cumprimento de metas, orientando a agricultura a ter continuidade frente às mudanças que ocorrem em seu ambiente, tanto físico como econômico e social. Desse modo, como um conceito descritivo e orientador do sistema em questão.*

*Muito embora o conceito de sustentabilidade tenha sido útil na motivação de mudanças na agricultura, exemplos concretos de seu uso como um critério operacional no redirecionamento de esforços para o aperfeiçoamento de sistemas agrícolas são difíceis de identificar.*

*O movimento de agricultura sustentável teve seu começo nos Estados Unidos, no Canadá e na Europa Ocidental, em resposta ao impacto da atividade agrícola sobre o ambiente físico e socioeconômico. Desse modo, foi criado o conceito artificial de agricultura convencional, rotulada de insustentável, frente à qual surgiu a agricultura alternativa, autodenominada sustentável, visando à promoção de mudanças.*

*Filosoficamente, o exame do conceito de agricultura convencional é importante, pois com freqüência a agricultura sustentável é descrita em contraste com a agricultura convencional. E o conceito de agricultura convencional foi criado para justificar a conceituação alternativa. A primeira é caracterizada pelo uso intensivo de capital, grande escala de produção, mecanização intensa, monocultura, uso de fertilizantes químicos e de pesticidas em geral, em um modelo típico de potência pela exaustão.*

*Em contraste, a agricultura sustentável tem sido definida de forma ampla, onde inserem-se várias correntes, tais como: agricultura orgânica, agricultura biológica, agricultura alternativa, agricultura ecológica, agricultura biodinâmica, agricultura de baixos insumos, agricultura regenerativa e agroecologia. Todas elas recomendando práticas de manejo de culturas pretensamente sustentáveis.*

*É importante ressaltar que o pensamento de sustentabilidade, como uma agricultura alternativa, surgiu em uma região do mundo desenvolvido, onde não há fome. Desse modo, desviando a política do pós-guerra da segurança alimentar pela da qualidade de ambiente, nos anos oitenta.*

*A caracterização da sustentabilidade de sistemas agrícolas se defronta com duas dificuldades. A primeira, de ordem conceitual, interpretando sustentabilidade mais como uma ideologia. A segunda, de natureza prática, pois, tratando sustentabilidade como a continuidade no tempo, ela não pode ser observada de imediato. E, envolvendo o futuro, surge a incerteza que é o que efetivamente diferencia o futuro do passado.*

*Não há dúvida, a aplicação do conceito de sustentabilidade em agricultura é benéfico. Ele fornece subsídios sobre o impacto futuro de decisões tomadas hoje, além de possibilitar o redirecionamento das necessidades de pesquisa agrícola e de auxiliar as intervenções políticas e estruturais, a partir da identificação dos pontos de restrição à atividade.*

*Portanto, para ser útil, na caracterização de sustentabilidade de qualquer sistema agrícola têm de estar inequivocadamente definido o sistema que deve ser sustentado, o*

*nível mínimo em que ele é considerado sustentável, a dimensão temporal, isto é, por quanto tempo o sistema pode ser sustentado e, finalmente, a probabilidade da capacidade do sistema em se sustentar por um período de tempo, no futuro.*

*Dessa forma, sustentabilidade em agricultura deve ser quantificada como uma variável contínua, com uma dimensão temporal que não deve ir além de dez ou quinze anos. Pois, em períodos maiores, o realismo das pressuposições utilizadas nos testes de hipótese sobre economia, política e tecnologias cai muito. Também destaca-se que representa uma resposta agregada, podendo qualquer variável que influencie quantitativamente a média, a tendência, a variabilidade e a autocorrelação do sistema, influenciar a sua sustentabilidade. Não se deve esquecer, também, que as estratégias de adaptação do produtor, ao longo do tempo, nos processos de decisão são de difícil simulação.*

*A estrutura conceitual da caracterização da sustentabilidade de sistemas agrícolas, anteriormente descrita, foi elaborada pelo dr. Jimmy W. Hansen, da Universidade da Flórida nos Estados Unidos. E nesse contexto, onde as contingências de mercado e as condições climáticas durante as safras são determinantes para a continuidade da atividade, tanto em curto como em longo prazo, e conseqüentemente para a sua sustentabilidade, é que as pesquisas em meteorologia aplicada à agricultura da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo estão, hoje, centradas na redução de riscos climáticos e no uso de sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura.*

\* \* \*

## **A REDUÇÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS E O CONTEXTO DE SUSTENTABILIDADE EM AGRICULTURA**

**A** questão da sustentabilidade em agricultura tem sido freqüentemente utilizada para fins de justificativa de recomendação de práticas de manejo. Como exemplo, citam-se plantio direto, adubação orgânica, controle biológico de pragas/doenças, culturas de cobertura de solo, entre outras. Porém, quase sempre, predominando a tônica de uma caracterização mais ideológica, de cunho ambientalista, do que propriamente uma conceituação útil para fins de motivação de mudanças, que explore todos os aspectos subjacentes à definição de sustentabilidade.

A expressão sustentabilidade, utilizada em nosso meio, tem origem no vocábulo inglês "sustainability", cujo significado literal é: "ability to keep in existence, keep up, mantain or prolong". Portanto, em português, sustentabilidade pode ser definida como a capacidade de que um sistema, enquanto visto como objeto de estudo, tenha continuidade.

*Em outras palavras, seja capaz de conservar-se, de manter-se ou de prolongar-se.*

*Portanto, a propalada sustentabilidade, em tratando com o futuro, não pode ser de imediato observada. Desse modo, para ter utilidade a sua inserção em qualquer contexto de recomendação de manejo de culturas, há necessidade de que seja quantificada, passando pelas etapas de diagnose de um sistema particular, identificando os pontos de estrangulamento e, particularmente, seja preditiva, no tocante à continuidade do sistema.*

*Nesse contexto de sustentabilidade em agricultura estão inseridos os riscos de natureza climática, cuja redução, através de práticas de manejo que visem ao escape e/ou à atenuação de impactos, é fundamental para minimizar as restrições à continuidade da atividade, tanto do ponto de vista econômico como do de conservação de ambiente.*

### ***Uma estrutura para a abordagem de redução de riscos climáticos em agricultura***

*Uma abordagem compreensiva de todos os componentes e processos envolvidos na atividade agrícola, integrando informações dos mais variados ramos do conhecimento humano, constitui base para a inserção da questão dos riscos climáticos no contexto de sustentabilidade em agricultura.*

*Os riscos de natureza climática à atividade agrícola decorrem da variabilidade climática não prevista previamente à estação de crescimento.*

*A variabilidade climática inerente a cada local pode,*

*através da análise de séries históricas de observações meteorológicas, ser probabilisticamente conhecida e, talvez, em futuro não muito distante, prognosticada na escala estacional e/ou interanual a partir de modelos de previsão climática baseados em fenômenos de acoplagem oceano-atmosfera, como o ENSO (El Niño - Southern Oscillation) e suas relações com as anomalias climáticas.*

*Sem dúvida, a variabilidade climática não prevista é um dos principais fatores, paralelamente às questões de mercado, que predisõem a agricultura como uma atividade de risco. Portanto, considerá-la nas recomendações é o primeiro passo para reduzir as incertezas das respostas e para definir os pontos-chaves de flexibilização das práticas de manejo de culturas, com vistas à redução dos riscos de natureza climática e, conseqüentemente, conferindo sustentabilidade à atividade.*

*O uso de técnicas de modelagem e simulação em agricultura, dentro do contexto visualizável na Figura 1, em que, fundamentando-se em dados com informações organizadas sobre solo, cultura, clima e estratégias de manejo, que constituem as entradas no processo ("inputs"), são rodados modelos de sistemas agrícolas, construídos a partir de relações matemáticas codificadas em uma linguagem de computação ("computer code"), visando à geração de saídas ("outputs") de resultados simulados, destaca-se como uma poderosa ferramenta de análise no contexto do enfoque de sustentabilidade em agricultura. Particularmente pela capacidade de geração rápida de resultados sobre variações de estratégias, que, se testadas pela forma de experimentação*

convencional em agropecuária, poderiam consumir toda a vida útil de vários pesquisadores.

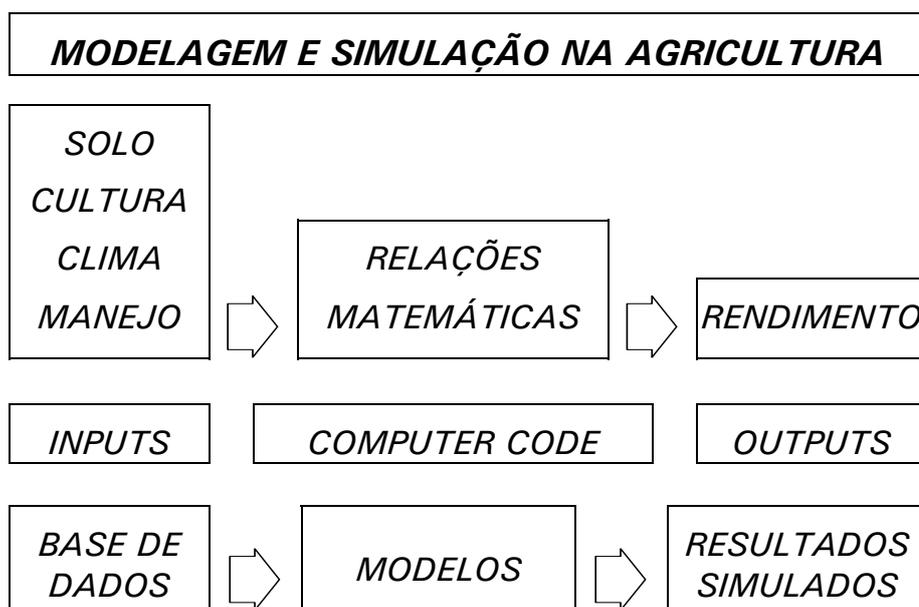


Figura 1. Modelagem e simulação em agricultura.

A inserção da redução de riscos climáticos no contexto de sustentabilidade em agricultura dá-se via configuração de sistemas de suporte à tomada de decisões, com atuação em três níveis: na lavoura/exploração animal propriamente (campo), na propriedade como um todo e em nível regional, via subsídio aos formuladores das políticas agrícolas regionais e aos operadores no "agribusiness". O universo dos sistemas de suporte à tomada de decisões e suas interligações

de níveis (campo-propriedade-região) podem ser observados na Figura 2.



Figura 2. Sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura.

*Como ponto central da redução de riscos climáticos em agricultura destacam-se as análises de risco referentes às avaliações das estratégias de manejo e a espacialização dos resultados, para a escala regional, via sistema de informações geográficas (SIGs). Evidentemente, integrados dentro de sistemas de suporte à tomada de decisões transparentes aos usuários.*

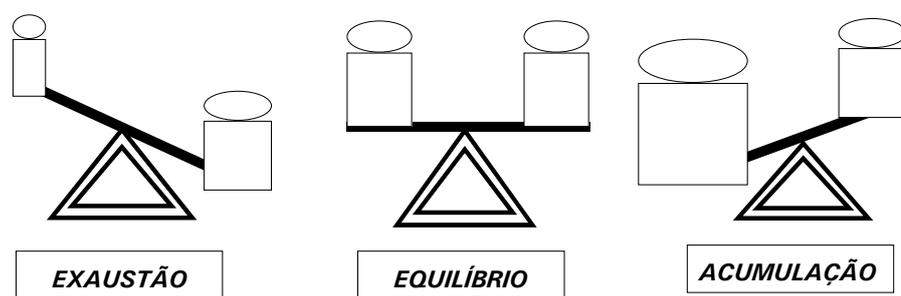
### **Considerações finais**

*A questão da sustentabilidade em agricultura, quase sempre colocada com uma óptica ideológica de contraposição entre uma agricultura dita sustentável frente a uma agricultura dita convencional, cujos contornos não são fisicamente delimitados, parece-nos destituída de utilidade. Em sua maioria, sendo considerada como sustentável uma agricultura poupadora de insumos. Desse modo, considera-se oportuno realçar que o equilíbrio sustentável pode ser abalado tanto pela exaustão como pela acumulação, conforme demonstra a analogia da Figura 3.*

*Por último, com relação à crença exagerada no potencial das ferramentas de modelagem e simulação, com vistas às avaliações quantitativas de sustentabilidade em agricultura, cabe destacar:*

*\* Modelos não substituem a experimentação, são ferramentas que podem aumentar a eficiência da pesquisa.*

*\* Modelos não substituem o pensamento crítico, mas podem aperfeiçoar o julgamento e a intuição.*

**SUSTENTABILIDADE**

*Figura 3. O equilíbrio sustentável.*

\* \* \*

## **ADVERSIDADES CLIMÁTICAS PARA A CULTURA DE TRIGO NO RIO GRANDE DO SUL**

**A**s variações no rendimento de trigo, de um ano para outro, no Rio Grande do Sul, são comumente atribuídas a um conjunto de condições meteorológicas adversas, destacando-se, como principais problemas, a ocorrência de temperaturas extremas, a alta umidade do ar nos meses de setembro, outubro e novembro, o excesso de chuvas na colheita e a queda de granizo.

Com relação à temperatura do ar, no Rio Grande do Sul, destaca-se que a ação nociva desse elemento decorre de valores excessivamente altos ou demasiadamente baixos, quando a cultura encontra-se na fase pós-espigamento. O trigo suporta - e até mesmo algumas cultivares exigem esta condição - temperaturas baixas no início do ciclo. Entretanto, por ocasião do florescimento e da formação dos grãos, temperaturas baixas, inferiores a 2 °C, registradas no abrigo meteorológico, que podem configurar a observação visual de geada ao

*nível da superfície do solo, são prejudiciais por acarretarem "queima" de folhas, esterilidade de flores e paralisação do desenvolvimento do grão. Felizmente, geadas extemporâneas apresentam baixa probabilidade de ocorrência nas principais regiões de produção. Por outro lado, temperaturas altas, acima de 26 °C, podem ocasionar esterilidade de flores, encurtar o período de enchimento de grãos, ou mesmo paralisar a formação do grão, quando associadas, por alguns dias consecutivos, a temperaturas maiores do que 32 °C e à baixa umidade do ar.*

*No tocante à disponibilidade de água para a cultura, deve-se considerar que maiores problemas no Rio Grande do Sul são ocasionados por excesso de chuvas do que por falta, pois o ciclo de trigo, envolvendo os períodos de inverno e primavera, coincide com a época de maior quantidade de chuvas nesta região do Brasil.*

*Por questão de posição geográfica, associam-se, durante o ciclo de trigo no Rio Grande do Sul, períodos de baixa disponibilidade de radiação solar com nebulosidade e umidade do ar elevadas, criando um ambiente propício ao desenvolvimento de várias doenças. Nesse particular, destaca-se que, através do conhecimento das interações entre pragas, doenças e condições meteorológicas, pode-se otimizar o controle fitossanitário, fazendo-se aplicações de defensivos em épocas mais oportunas. Sendo esta uma das áreas, conforme nota da Organização Meteorológica Mundial (OMM) de 1990, em que o esforço de pesquisa deve gerar e validar modelos operacionais de proteção das culturas.*

*Ainda com relação à questão de umidade, destaca-*

*se o excesso de chuvas por ocasião da colheita, que, junto com temperaturas elevadas, pode determinar a germinação do grão de trigo na espiga. Embora de ocorrência esporádica e regionalizada, deve ser visto como um fator adverso em potencial.*

*Outro fenômeno meteorológico, felizmente de ocorrência localizada, que pode acarretar prejuízos à lavoura tritícola, é o granizo, particularmente quando a cultura encontra-se na fase que vai do espigamento à maturação.*

\* \* \*

## **OS ZONEAMENTOS DE RISCOS CLIMÁTICOS**

**U**ma série de eventos, realizados no país em 1996 sob a denominação genérica de fórum - Fórum Rural: Novo Modelo Agrícola, Fórum Nacional de Agricultura, Fórum sobre o Desenvolvimento da Agricultura, entre outros -, foram unânimes em apontar a necessidade de um novo modelo agrícola brasileiro.

*A busca desse novo modelo agrícola, baseado em premissas de eficiência e competitividade e sustentado em políticas de longo prazo, passa, necessariamente, pela observação dos zoneamentos de riscos climáticos.*

*Com a globalização da economia e no contexto do "agribusiness", a agricultura, cada vez mais, tem de ser vista como uma atividade em que as decisões são tomadas sob risco. Entre os riscos para a atividade, que escapam ao controle do produtor, destacam-se: a variabilidade climática não prevista e as incertezas decorrentes do mercado.*

*A política de preços mínimos e o seguro agrícola*

*(Proagro, para os tomadores de empréstimo bancário) foram os mecanismos criados no Brasil para reduzir os dois principais riscos à atividade: os decorrentes de mercado e os de adversidades climáticas, respectivamente. Ao longo do tempo, com a velocidade das transformações econômicas surgidas no mundo contemporâneo, esses mecanismos tornaram-se ultrapassados e não mais isentaram de risco os produtores brasileiros. E, com isso, novas alternativas passaram a ser reiteradamente reivindicadas pelos segmentos organizados da área rural do país. Uma política agrícola de longo prazo e a visão de "agribusiness" têm sido as alternativas mais comumente indicadas para a agricultura brasileira da atualidade.*

*Os zoneamentos de riscos climáticos são sistemas de suporte à tomada de decisões que definem, a partir da escolha da cultura, da cultivar e da época de semeadura, o nível de riscos de natureza climática inerentes à atividade. Portanto, são a base para um gerenciamento nos moldes exigidos pelo processo de globalização da economia. Produzir sob riscos climáticos calculados e conhecidos é o objetivo último desse tipo de trabalho.*

*A área de meteorologia aplicada à agricultura da Embrapa Trigo, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária sediada em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, tem realizado uma série de trabalhos na área de zoneamentos de riscos climáticos. Destacam-se, no âmbito do projeto "Redução de Riscos Climáticos na Agricultura" - "Zoneamento Agrícola" - do Ministério da Agricultura e do Abastecimento", os zoneamentos para as culturas de trigo, de soja, de milho e de feijão, implementados nas safras de inverno de 1996 e de*

*verão 1996/97 no Rio Grande do Sul. Os benefícios econômicos desses trabalhos refletiram-se, de imediato, na redução da alíquota da taxa de adesão ao seguro agrícola (Proagro) para os tomadores de empréstimo bancário de custeio da safra. Adicionalmente, para quem produz com recursos próprios, os resultados são igualmente úteis, pois, ao contemplarem a variabilidade climática inerente a cada local do estado, os trabalhos subsidiam o processo de tomada de decisão para produzir sob risco climático conhecido.*

*No caso da cultura de trigo, para a safra de 1997, a Embrapa Trigo realizou uma revisão do trabalho feito em 1996, cujo resultado foi submetido à XXIX Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, que ocorreu em Porto Alegre no período de 18 a 20 de março de 1997. A próxima etapa será a conclusão do sistema ZonTrigo versão 1.0, visando à sua implementação operacional na safra de 1997. O ZonTrigo versão 1.0 é um "software" aplicativo desenvolvido em ambiente Windows para uso em microcomputadores pessoais que se configura como um sistema de suporte à tomada de decisões sobre os riscos de natureza climática à cultura de trigo no Brasil.*



*Tela inicial do software ZonTrigo versão 1.0.*

\* \* \*

## **ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DE TRIGO**

**N**a agricultura moderna, cada vez mais o produtor é visto como um tomador de decisões sob risco. Há dois grandes grupos de risco na atividade agrícola: os decorrentes das incertezas de mercado e os devidos às condições climáticas não previstas previamente à estação de crescimento.

No zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no estado do Rio Grande do Sul o objetivo foi de reduzir os riscos de natureza climática à triticultura gaúcha, através de um trabalho de suporte às tomadas de decisões no âmbito da cultura, definindo, para cada município com aptidão tritícola no estado, o período de semeadura mais adequado para tornar mínimos os riscos de natureza climática inerentes em cada local.

Para a realização do trabalho, foram utilizados, de forma integrada, modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento de culturas e técnicas de geoprocessamento.

*Especificamente, utilizaram-se o sistema DSSAT, (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), através do modelo CERES-wheat, e o Sistema de Informações Geográficas SGI-INPE para a espacialização dos índices de zoneamento e mapeamento final.*

*No Rio Grande do Sul, foram considerados como principais riscos de natureza climática à triticultura a ocorrência de geada por ocasião do espigamento e excesso de chuva no período de colheita.*

*Com base nas premissas de escape à geada e ao excesso de chuva nos períodos críticos da cultura de trigo, foram analisadas séries históricas de informações meteorológicas de 36 estações instaladas em áreas representativas das diferentes regiões do estado, totalizando cerca de 300.000 registros meteorológicos diários, e os resultados numéricos de pouco mais de 12.000 simulações matemáticas com a cultura de trigo, envolvendo 15 datas de semeadura, compreendidas entre abril e agosto.*

*O resultado final do trabalho possibilitou a definição, para cada município do estado, de um período de 30 dias para a semeadura de trigo, no qual os riscos de fracasso por eventos de natureza climática adversa são mínimos.*

*O zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul constitui o primeiro produto das atividades em modelagem e simulação aplicadas à redução de riscos climáticos na agricultura desenvolvidas na Embrapa Trigo e tem por base a incorporação dos conceitos de agricultura de precisão, onde a premissa básica é a incorporação de escalas de variabilidade às recomendações de manejo de*

*culturas. Nesse caso, especificamente a variabilidade climática na definição da época de semeadura de trigo.*



*Lavouras de trigo no sul do Brasil.*

\* \* \*

## **METEOROLOGIA EM PASSO FUNDO: O TRABALHO DE OSCAR KNEIPP**

**A**s observações meteorológicas, em Passo Fundo, tiveram início em agosto de 1912, com a fundação de uma estação integrada à rede da Diretoria de Meteorologia e Astronomia do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio da época. Essa diretoria, com o passar do tempo, sofreu uma série de transformações até chegar ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos dias atuais, que ainda mantém uma estação em nossa cidade, junto à Embrapa Trigo, na rodovia BR 285, km 174.

*Passados oitenta e cinco anos do início das observações meteorológicas sistemáticas em Passo Fundo, é inegável que várias pessoas colaboraram para o sucesso dessa atividade. Dentre estas, o professor Oscar Kneipp foi, sem dúvida, uma das que mais contribuíram.*

*Nos idos de 1930, Oscar Kneipp veio de Uruguaiana para estudar no Instituto Educacional (IE), em Passo Fundo. Para ajudar a custear seus estudos, conseguiu uma colocação*

*de observador na estação meteorológica que funcionava, na época, junto a esse estabelecimento de ensino.*

*A estação meteorológica de Passo Fundo, até a sua transferência, em 1976, para o local onde se encontra hoje, na sede da Embrapa Trigo, funcionou junto ao IE e no canteiro da Avenida Brasil, no bairro Boqueirão.*

*Desse modo, considerando o período não oficial, nos anos 30, e a partir da sua admissão em 5 de agosto de 1942, conforme ofício de 25 de março de 1943, até a sua aposentadoria, como auxiliar de meteorologia, em 21 de outubro de 1977, Oscar Kneipp desenvolveu atividades em meteorologia, em Passo Fundo, por mais de trinta e cinco anos ininterruptos.*

*O professor Oscar Kneipp "passou" por Passo Fundo, porém o seu trabalho ficou. Ao longo do tempo, a série histórica das observações meteorológicas de Passo Fundo, que ele ajudou a construir, tem subsidiado diversos estudos em meteorologia, climatologia, agrometeorologia etc., servindo de base para dissertações de mestrado e teses de doutorado, tanto no Brasil como no exterior.*

*Muitas das informações que apresentamos nos foram gentilmente cedidas pela senhora Cecília Borges Kneipp, com o auxílio do "Grupo Pró-Memória de Passo Fundo". Muito obrigado e parabéns pelo meritório trabalho de preservar viva a memória de um povo, onde a velocidade das transformações do mundo atropelam o ritmo natural da vida humana.*

*Evidentemente, além de Oscar Kneipp, várias outras pessoas trabalharam em meteorologia em Passo Fundo. Informações sobre pessoas, fotos, fatos históricos, reportagens etc. serão muito bem vindas. Procurem-nos, junto à Embrapa*

*Trigo, pessoalmente, por via postal (Caixa Postal 569, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS) ou pelo telefone (054) 311-3444.*

*Hoje, o trabalho de observação meteorológica em Passo Fundo está a cargo de Glaci Flores, da Embrapa Trigo, e de Luis Sandri, do INMET. São eles que, com zelo e competência, sob qualquer condição de tempo, em todos os dias do ano, dão continuidade ao trabalho que foi iniciado em um dia, que não sabemos precisar, do longínquo mês de agosto de 1912, prestando silencioso reconhecimento a todos aqueles que os antecederam nessa importante atividade.*

*Foto: Tamagnone*



*Oscar Kneipp, observador meteorológico em  
Passo Fundo de 1942 a 1977*

\*\*\*

## **METEOROLOGIA EM PASSO FUNDO: A ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA**

**A**lém da estação meteorológica oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que funciona desde agosto de 1912 e, hoje, está instalada junto à Embrapa Trigo, Passo Fundo contou com outra estação meteorológica. Ou melhor, uma estação agrometeorológica pertencente à rede da antiga Seção de Ecologia Agrícola do Instituto de Pesquisas Agronômicas (Ipagro), atual Equipe de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro).

A estação agrometeorológica de Passo Fundo foi mantida através de um convênio de cooperação entre a Seção de Ecologia Agrícola do Ipagro e a Universidade de Passo Fundo (UPF), estando localizada no campus desta última instituição, junto à rodovia BR 285.

Era uma estação completa, tipo “classe A” da Organização Meteorológica Mundial, nos moldes da rede agrometeorológica do estado. Incluía observações visuais e instrumentalizada, tanto em aparelhos de leitura direta como em

*registradores, nos três horários oficiais de observações: 9 h, 15 h e 21 h, pela hora legal brasileira. Todas as observações meteorológicas de rotina estavam contempladas, exceto as destinadas para fins sinóticos (de previsão de tempo), haja vista que não era essa a sua finalidade.*

*Ao final de cada mês, os dados das observações aí realizadas eram enviados para Porto Alegre e, após processados, passavam a integrar a base de dados meteorológicos da Seção de Ecologia Agrícola, tendo sido usados em diversos trabalhos de meteorologia aplicada à agricultura realizados no estado.*

*A estação agrometeorológica de Passo Fundo foi inaugurada oficialmente em 1966, com a presença de autoridades civis, militares e religiosas, sob acompanhamento da banda da Brigada Militar, conforme mostram as fotografias da época.*

*Trabalharam como observadores na estação agrometeorológica de Passo Fundo os senhores Carmos Lamel, Auro de Souza e Angelino Vidor. A omissão de outros nomes que porventura tenham trabalhado nessa estação foi involuntária.*

*No início dos anos 80, quando o observador meteorológico da época, Angelino Vidor, técnico de longa folha de contribuições à Seção de Ecologia Agrícola do Ipagro, adoeceu seriamente, vindo a falecer, iniciaram os problemas com as observações na estação agrometeorológica de Passo Fundo.*

*Após a morte de Angelino Vidor, um filho dele foi contratado para dar continuidade ao trabalho de observação meteorológica. Não deu certo e os problemas se intensifica-*

*ram. Essa parte acompanhei de perto, pois na época trabalhava na Seção de Ecologia Agrícola do Ipagro, em Porto Alegre, e o resultado foi o fechamento definitivo da estação no mês de setembro de 1983, após 18 anos de funcionamento (1966 a 1983).*



*Inauguração da estação agrometeorológica de Passo Fundo, em 1966.*

*\* \* \**

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: NORMAIS CLIMATOLÓGICAS**

**P**ela classificação de Köppen, Passo Fundo (28° 15´ S, 52° 24´ W e 687 m de altitude) está localizada na Zona Climática fundamental temperada (C), apresentando clima do tipo fundamental úmido (f) e variedade específica subtropical (Cfa).

*Desse modo, o clima local é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuva bem distribuída durante o ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.*

*Em seqüência, são apresentadas as normais climatológicas, do período 1961-1990, estabelecido como padrão internacional pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).*



*Foto: Walter Rezende*



*Estação meteorológica da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.*

\* \* \*

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: CARACTERÍSTICAS DO VENTO**

**I**nformações sobre o regime de ventos são imprescindíveis para orientar quebra-ventos, subsidiar projetos de aproveitamento de energia eólica, localizar construções, definir locais apropriados para parques industriais, para aeroportos etc., entre outras finalidades.

A seguir, são apresentadas as principais características do regime de ventos em Passo Fundo, RS, determinadas com base em observações realizadas na estação meteorológica da Embrapa Trigo, no período 1977-1994, tendo como referência a altura de 10 m, adotada, em todo o Brasil, pelo Instituto Nacional de Meteorologia.

<b>Velocidade média (m/s) e direção predominante</b>												
	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>
<i>Veloc.</i>	4,1	3,9	3,8	4,0	3,9	4,2	4,7	4,4	4,7	4,5	4,3	4,2
<i>Direção</i>	NE											

NE = Nordeste.

<b>Velocidade máxima (m/s) e direção da velocidade máxima</b>												
	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>
<i>Veloc.</i>	28,0	27,2	26,5	31,0	34,1	28,7	40,0	24,8	41,3	38,8	39,0	27,2
<i>Direção</i>	N	NW	NW	N	S	N	NW	W	N	S	SW	W

N = Norte, NW = Noroeste, S = Sul, W = Oeste e SW = Sudoeste.

<b>Regime de ventos</b>	
<i>Velocidade média (m/s)</i>	4,2
<i>Direção predominante</i>	NE
<i>Velocidade máxima ocorrida (m/s)</i>	41,3
<i>Direção da velocidade máxima ocorrida</i>	N

NE = Nordeste e N = Norte.

\*\*\*

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: RADIÇÃO SOLAR**

**O** sol é a principal fonte de energia para os processos físicos que ocorrem no sistema terra-atmosfera.

*Informações sobre radiação solar são necessárias para dimensionar o potencial de aproveitamento da energia solar, para calcular a evapotranspiração de culturas e para estimar o potencial de produtividade agrícola, entre outras aplicações.*

*Em seqüência, são apresentados os valores de densidade de fluxo de radiação solar ( $R_s$ ) para Passo Fundo, calculados pelo modelo de Angstrom, a partir de valores normais de duração de brilho solar (= insolação):*

**$R_s = R_a (0,23 + 0,46 n/N)$ , sendo:  $R_a$  = radiação solar no topo da atmosfera,  $n$  = insolação e  $N$  = duração astronômica do dia.**

<b>RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL:</b>		
	<i>MJ/m<sup>2</sup>.dia</i>	<i>cal/cm<sup>2</sup>.dia</i>
<i>JAN</i>	<i>21,44</i>	<i>512,2</i>
<i>FEV</i>	<i>19,97</i>	<i>477,1</i>
<i>MAR</i>	<i>16,92</i>	<i>404,3</i>
<i>ABR</i>	<i>13,74</i>	<i>328,3</i>
<i>MAI</i>	<i>11,11</i>	<i>265,4</i>
<i>JUN</i>	<i>9,32</i>	<i>222,7</i>
<i>JUL</i>	<i>9,84</i>	<i>235,1</i>
<i>AGO</i>	<i>11,53</i>	<i>275,5</i>
<i>SET</i>	<i>13,81</i>	<i>329,9</i>
<i>OUT</i>	<i>17,74</i>	<i>423,8</i>
<i>NOV</i>	<i>20,47</i>	<i>489,1</i>
<i>DEZ</i>	<i>22,35</i>	<i>543,0</i>

\*\*\*

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: FOTOPERÍODO**

**À** reação dos seres vivos diante da duração astronômica do dia dá-se o nome de fotoperiodismo. Esse fato é particularmente notório no florescimento de plantas e no ciclo de postura de aves.

A seguir, é apresentada a tabela com os valores de referência diários de duração astronômica do dia (do nascimento ao ocaso do sol), para Passo Fundo (latitude de 28 ° 15' S).





## **CLIMA DE PASSO FUNDO: EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL**

**I**nformações sobre evapotranspiração são necessárias no manejo de água em agricultura, no dimensionamento de projetos de irrigação e nos estudos de caracterização climática regional, entre outras aplicações.

A evapotranspiração potencial corresponde à transferência combinada de água para a atmosfera, em forma de vapor, por unidade de tempo, via processos de evaporação da superfície e transpiração de plantas, em uma superfície extensa completamente coberta de vegetação de porte baixo, tipo gramado, e sem limitação de disponibilidade de água no solo.

Para Passo Fundo, são apresentados os valores climáticos normais de evapotranspiração potencial, calculados por dois métodos muito utilizados mundialmente: o de Penman e o de Thornthwaite.

<b>EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL</b>				
	<i>Penman</i>		<i>Thornthwaite</i>	
	<i>(mm)</i>	<i>(mm/dia)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm/dia)</i>
<i>JAN</i>	<i>139,5</i>	<i>4,5</i>	<i>117,8</i>	<i>3,8</i>
<i>FEV</i>	<i>112,0</i>	<i>4,0</i>	<i>101,0</i>	<i>3,6</i>
<i>MAR</i>	<i>99,2</i>	<i>3,2</i>	<i>92,2</i>	<i>3,0</i>
<i>ABR</i>	<i>66,0</i>	<i>2,2</i>	<i>62,7</i>	<i>2,1</i>
<i>MAI</i>	<i>43,4</i>	<i>1,4</i>	<i>44,6</i>	<i>1,4</i>
<i>JUN</i>	<i>30,0</i>	<i>1,0</i>	<i>31,0</i>	<i>1,0</i>
<i>JUL</i>	<i>37,2</i>	<i>1,2</i>	<i>35,5</i>	<i>1,1</i>
<i>AGO</i>	<i>52,7</i>	<i>1,7</i>	<i>43,7</i>	<i>1,4</i>
<i>SET</i>	<i>69,0</i>	<i>2,3</i>	<i>51,0</i>	<i>1,7</i>
<i>OUT</i>	<i>102,3</i>	<i>3,3</i>	<i>73,3</i>	<i>2,4</i>
<i>NOV</i>	<i>123,0</i>	<i>4,1</i>	<i>94,9</i>	<i>3,2</i>
<i>DEZ</i>	<i>142,6</i>	<i>4,6</i>	<i>111,6</i>	<i>3,6</i>

\*\*\*

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: NEVE**

**A** neve é uma das formas de precipitação de água congelada. Os popularmente denominados flocos de neve são na verdade conjuntos de cristais de neve.

*Em sua maioria, os cristais de neve possuem forma hexagonal que reflete a organização que as moléculas de água assumem quando congelam. Essa organização é governada pela atração elétrica entre as moléculas de água.*

*A precipitação de neve, a partir de um mecanismo frontal, está bastante atrelada ao nível de resfriamento vertical da atmosfera, sendo muito influenciada pela altitude do local.*

*Em Passo Fundo, com altitude de referência de 687 m, apesar de não ocorrer neve todos os anos, esse fenômeno não é raro.*

*As observações meteorológicas oficiais em Passo Fundo tiveram início em agosto de 1912. A Embrapa Trigo, com a organização da Base de Dados Meteorológicos de Passo Fundo, conseguiu resgatar informações diárias de 1º de janeiro*

*de 1913 até os dias atuais. Desse modo, na tabela a seguir são apresentados todos os registros oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia sobre a ocorrência de neve em Passo Fundo, no período de 1913 a 1995.*

*Em tempo, Júlio Rosa, na coluna de O NACIONAL de 14 de junho de 1996, menciona uma grande nevasca ocorrida na região no dia 2 de setembro de 1912, que acrescenta informações à referida tabela de registros oficiais de precipitação de neve em Passo Fundo. Também não consta a nevasca de 1942, por não existirem registros oficiais de observações meteorológicas nesse ano.*

**REGISTROS DE NEVE EM PASSO FUNDO, RS:  
1913 A 1995**

<i>Ano</i>	<i>Dia</i>
1916	15 junho
1917	13 agosto
1925	6 julho e 8 julho
1933	20 junho e 12 julho
1952	18 junho
1953	4 julho
1955	28 junho, 29 julho e 30 julho
1960	20 maio
1965	10 julho, 19 agosto, 20 agosto e 21 agosto
1966	5 agosto
1969	9 julho
1972	30 agosto
1975	17 julho e 18 julho
1978	12 agosto e 14 agosto
1980	16 setembro
1990	20 julho
1993	31 julho
1994	25 junho, 8 julho e 9 julho



*Neve em Campo do Meio, 2 de setembro de 1912.*

Foto: Czamanski



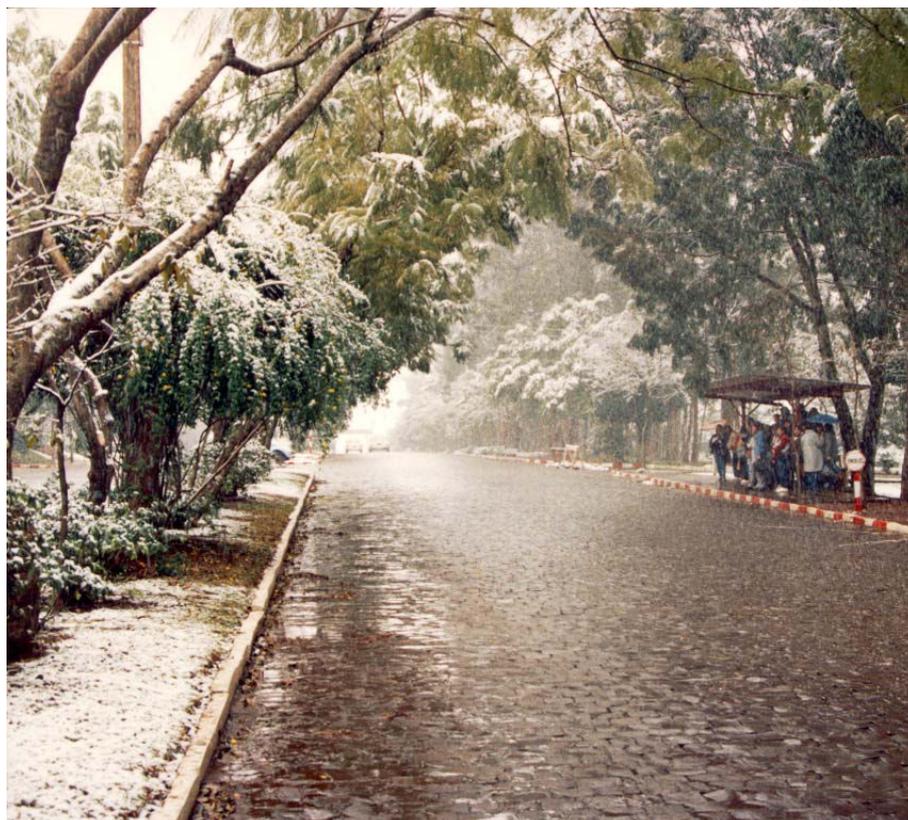
*Neve em Passo Fundo. Praça Marechal Floriano, 1942.*

Foto: Czamanski



*Neve em Passo Fundo. Praça Marechal Floriano, 1965.*

Foto: Czamanski



*Neve em Passo Fundo. Universidade de Passo Fundo, 1990.*

\* \* \*

**CLIMA DE PASSO FUNDO:  
CARACTERIZAÇÃO DE pH DE  
ÁGUAS DE CHUVA**

**O** valor de pH 5,65 - pH de equilíbrio da água pura - é considerado como o limite de definição de chuvas ácidas. Visando constituir um índice de referência de qualidade de ambiente para a região de Passo Fundo, foram medidos os valores de pH das chuvas recolhidas diariamente na estação meteorológica da Embrapa Trigo, durante os anos de 1992, 1993 e 1994.

<b>VALORES MÉDIOS MENSAIS DE pH DE ÁGUAS DE CHUVA</b>					
	<i>1992</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
<i>Jan</i>	-	6,2	6,0	6,1	0,2
<i>Fev</i>	6,6	6,0	6,1	6,3	0,4
<i>Mar</i>	7,2	6,0	6,0	6,6	0,6
<i>Abr</i>	6,3	6,3	6,6	6,4	0,2
<i>Mai</i>	6,5	6,3	6,4	6,4	0,2
<i>Jun</i>	6,3	6,2	6,3	6,2	0,3
<i>Jul</i>	6,2	6,1	6,2	6,2	0,2
<i>Ago</i>	6,2	6,0	6,2	6,2	0,2
<i>Set</i>	6,2	5,9	6,3	6,2	0,2
<i>Out</i>	6,2	5,9	6,1	6,1	0,2
<i>Nov</i>	6,0	6,0	6,1	6,0	0,2
<i>Dez</i>	6,0	6,1	6,1	6,1	0,2
<i>Ano</i>	6,3	6,1	6,2	6,2	0,3

\* \* \*

## **CLIMA DE PASSO FUNDO: HORAS-DE-FRIO**

**O** número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de uma dada temperatura base constitui um índice agroclimático denominado horas-de-frio. Esse índice é utilizado na avaliação da aptidão de ambiente para o cultivo de fruteiras de clima temperado, entre outras finalidades.

Nas tabelas a seguir, são apresentados os números de horas-de-frio abaixo de 7 °C e de 10 °C para Passo Fundo, com base nos termogramas da série histórica de observações 1979-1992.

<b>HORAS-DE-FRIO (h)</b>						
	<u>Abaixo de 7 °C</u>			<u>Abaixo de 10 °C</u>		
	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Médio</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Médio</i>
<i>Jan</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Fev</i>	0	0	0	0	6	1
<i>Mar</i>	0	8	1	0	39	4
<i>Abr</i>	0	21	5	0	68	29
<i>Mai</i>	0	116	51	8	234	126
<i>Jun</i>	33	217	116	88	415	230
<i>Jul</i>	15	218	123	109	359	251
<i>Ago</i>	1	158	69	48	299	171
<i>Set</i>	2	81	47	66	236	137
<i>Out</i>	0	24	10	2	67	43
<i>Nov</i>	0	10	1	0	43	11
<i>Dez</i>	0	0	0	0	12	2
<i>Ano</i>	214	554	422	719	1260	1000

<b>HORAS-DE-FRIO (h)</b>						
	<u>Abaixo de 7 °C</u>			<u>Abaixo de 10 °C</u>		
	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Médio</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Médio</i>
<i>Verão</i>	0	8	1	0	45	5
<i>Outono</i>	28	273	142	171	449	317
<i>Inverno</i>	125	353	258	360	770	587
<i>Primavera</i>	2	70	23	39	163	92
<i>Maio-Ago</i>	186	494	358	522	954	774
<i>Mai-Set</i>	205	542	405	629	1190	911
<i>Ano</i>	214	554	422	719	1260	1000

\*\*\*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

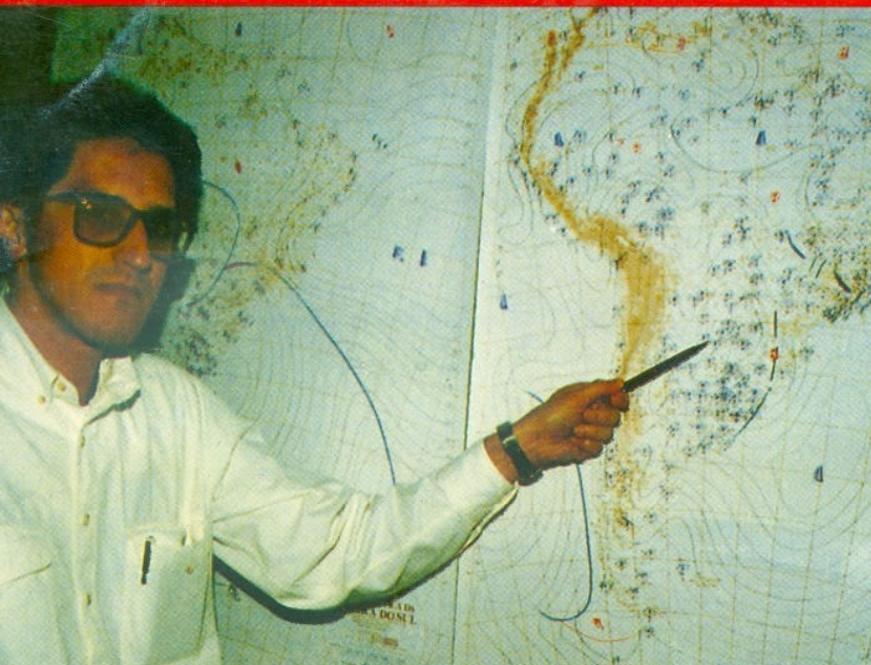
- ARGENTIÈRE, R. **A atmosfera**. São Paulo: Ed. Pincar, 1957. 248p. (Coleção Ciência e Divulgação).
- BERLATO, M.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. [Porto Alegre: IPAGRO, 1983]. 13p. Palestra proferida no Simpósio Elementos Culturais do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.
- BLESSMANN, J. **Acidentes causados pelo vento**. 3.ed.rev.ampl. Porto Alegre: Ed. da Universidade - UFRGS, 1986. 81p. (UFRGS. Engenharia Estrutural, 2).
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992. 84p.
- BRUCE, J.P. Natural disaster reduction and global change. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.75, n.10, p.1831-1835, Oct. 1994.
- CHASTON, P.R. **Weather maps: how to read and interpret all the basic weather charts**. Kearney: Chaston Scientific, 1995. 167p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (São José dos Campos, SP). **A meteorologia no INPE**. São José dos Campos, [1995]. 45p.

- LONG, C.S.; MILLER, A.J.; LEE, H.-T.; WILD, J.D.; PRZYWARTY, R.C.; HUFFORD, D. *Ultraviolet index forecasts issued by the National Weather Service. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.77, n.4, p.729-748, Apr. 1996.*
- MACHADO, F.P. *Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 1950. 91p.
- MARIANTE, H.M. *Santa Bárbara, São Jerônimo!:* (meteorologia e astronomia populares no RS). Porto Alegre: Martins Livreiro, 1985. 84p.
- MATTOS, B. de. O "tornado" de Chavantes. *Boletim de Agricultura*, n.1, p.41-45, 1924.
- MEDINA, M. *Iniciación a la meteorología*. 7.ed. Madrid: Paraninfo, 1988. 255p.
- MOLION, L.C.B. A camada de ozônio e sua anomalia sobre a Antártica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Adversidades climáticas e a produção agrícola: anais**. [Campina Grande]: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, [1995]. p.492-497.
- MOLION, L.C.B. Manchas solares, vulcões e secas no nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Adversidades climáticas e a produção agrícola: anais**. [Campina Grande]: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, [1995]. p.490-491.
- MOLION, L.C.B. Um século e meio de aquecimento global. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande. **Adversidades climáticas e a produção agrícola: anais**. [Campina Grande]: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, [1995]. p.486-489.

- MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- MOURA, A.D. Meteorologia: é possível resgatar o tempo perdido? *Revista Brasileira de Tecnologia*, v.17, n.1, p.5-14, jan./fev. 1986.
- MURPHY, A.H. Comments on operational omission and misuse of numerical precipitation probability expressions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.77, n.7, p.1586-1588, July 1996.
- OBASI, G.O.P. *Día meteorológico mundial - 23 de marzo de 1995: servicios meteorológicos para el público*. [S.l.]: Organización Meteorológica Mundial, 1995. 4p.
- OBASI, G.O.P. *Día meteorológico mundial - 23 de marzo de 1996: la meteorología y el deporte*. [S.l.]: Organización Meteorológica Mundial, [1996]. 3p.
- OBASI, G.O.P. *Día meteorológico mundial de 1997: las condiciones meteorológicas o hidrológicas en las ciudades*. [S.l.]: Organización Meteorológica Mundial, [1997]. 4p.
- OBASI, G.O.P. WMO's role in the international decade for natural disaster reduction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.75, n.9, p.1655-1661, Sep. 1994.
- OPEN letter to Ben Santer. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.77, n.9, p.1961-1966, Sep. 1996.
- PHILANDER, S.G. *El niño, La niña, and the southern oscillation*. San Diego: Academic Press, 1990. 293p. (International Geophysics Series, 46).

- PROF. L. COUSSIRAT ARAÚJO. *Boletim Renner*, Porto Alegre, v.13, n. 138, p.18-19, set. 1957.
- SCHMIDT, R. *Você e a meteorologia: acertos, erros e dicas*. Porto Alegre: Sagra/ dc luzzatto, 1994. 223p.
- TISDALE, S. *O poder invisível do tempo*. *Reader's Digest*, n.308, p.27-30, jan. 1997.
- UDÍAS, A. Jesuits' contribution to meteorology. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.77, n.10, p.2307-2315, Oct. 1996.
- VISLOCKY, R.L.; FRITSCH, J.M.; DIRIENZO, S.N. Operational omission and misuse of numerical precipitation probability expressions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.76, n.1, p.49-51, Jan. 1995.
- WHITE, G.F. A perspective on reducing losses from natural hazards. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.75, n.7, p.1237-1240, July 1994.
- WILLIAMS, J. *The weather almanac 1995*. New York: Vintage Books, 1994. 390p.
- WILLIAMS, J. *The weather book*. New York: Vintage Books, 1992. 212p.
- WILLIAMS, R. *The mystery of disappearing heat*. *Weatherwise*, v.49, n.4, p.28-29, Aug./Sep. 1996.
- WOLFE, L. *Explorando a atmosfera: história da meteorologia*. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1963. 115p.

\*\*\*



# METEOROLOGIA

## Fatos & Mitos

**E**m “METEOROLOGIA: Fatos & Mitos”, Gilberto Cunha apresenta em linguagem simples e acessível a todos os leitores uma série de temas relacionados com a ciência da meteorologia.

Assuntos complexos, como previsão numérica de tempo, efeito estufa, buraco na camada de ozônio, radiação ultravioleta, El Niño, zoneamentos agroclimáticos, agricultura sustentável e muitos outros, passando pelo mito da lua e pela arte de benzer o tempo, são tratados de forma clara e agradável.