

METODOLOGIA

Considerações Gerais

Nesta publicação, buscou-se extrair e consolidar, de forma pragmática, o maior número de informações confiáveis dentre três conjuntos de dados disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a saber:

1. valores que constam das “Normais Climatológicas 1961-1990”, publicadas em 1992 pelo INMET, então Departamento Nacional de Meteorologia;
2. valores resultantes de projeto desenvolvido no INMET, entre 2000 e 2003, internamente referidos como “Normais CMN”, sob a liderança de Shigetoshi Sugahara, do IPMet-UNESP, e Reinaldo Bomfim da Silveira, à época, da Coordenação-Geral de Modelagem Numérica (CMN/INMET);
3. médias históricas do Sistema de Informações Meteorológicas (SIM), banco de dados do INMET, extraídas pelo Serviço de Processamento da Informação da CMN/INMET, por solicitação da Coordenação-Geral de Desenvolvimento e Pesquisa do INMET (CDP), responsável por esta publicação.

As normais ora publicadas são médias históricas compreendidas no período de primeiro de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 1990, correspondentes a 394 estações meteorológicas de superfície do INMET, dentre aquelas em operação naquele período (Figura 14). São, em geral, Normais Provisórias, segundo conceituação e procedimentos da Organização Meteorológica Mundial (OMM), estabelecidos no documento WCDP N° 10, como mencionado na Apresentação.

A publicação de 1992 considerou dados de 209 estações, englobando 12 variáveis meteorológicas.

As “Normais CMN” consideraram, inicialmente, o conjunto de todas as estações meteorológicas convencionais do INMET que operaram por algum tempo durante o período 1961-1990. Em função de falhas e interrupções nos registros dos dados, o número final de estações aproveitadas variou bastante, conforme a variável meteorológica em foco e a época do ano. O recálculo dessas normais seguiu rigorosamente as recomendações da OMM, estabelecidas no Documento Técnico WMO-TD/N° 341. O trabalho realizado, de grande rigor científico, considerou erros sistemáticos e ausência de dados, tendo desenvolvido e aplicado um sistema de controle de qualidade, utilizando análises do European Center for Medium Range Weather Forecasting (ECMWF). Em sua íntegra, acha-se descrito no artigo “An assessment of the quality of Brazilian meteorological observations”, submetido ao Journal of Climate, em 2005.

1 - O termo “Normal Provisória” é empregado quando o número de anos para os quais se dispõe de médias mensais, para o cálculo da média climatológica, é menor que 30 e maior que 10.

2 - Cópias do artigo podem ser obtidas diretamente junto aos autores ou à Biblioteca Nacional de Meteorologia (mais informações: <http://www.inmet.gov.br/html/biblioteca/>).

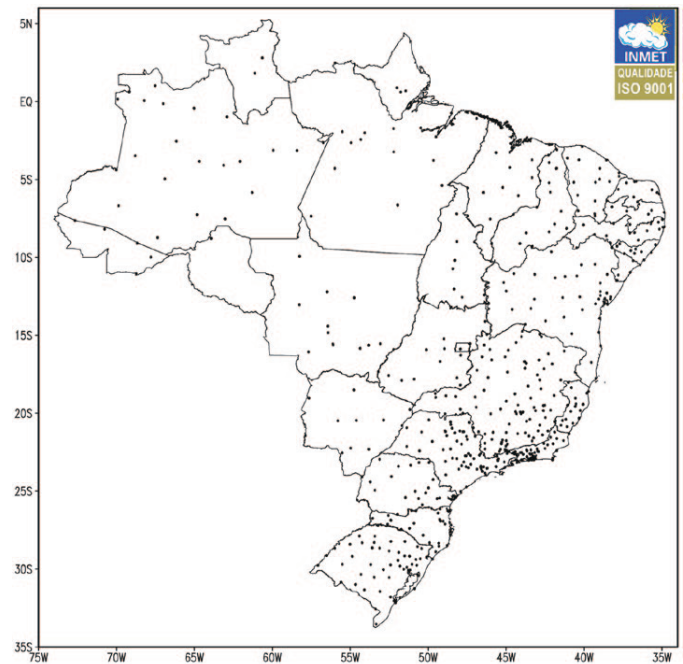


Figura 14. Distribuição espacial das 411 estações recalculadas para o período de 1961-1990.

Talvez por falta de divulgação, as “Normais CMN” foram pouco utilizadas, mesmo no INMET, restringindo-se sua aplicação, quase que exclusivamente, ao controle de qualidade dos dados utilizados nos modelos de previsão numérica do tempo.

A presente publicação, sob responsabilidade da Coordenação-Geral de Desenvolvimento e Pesquisa, estabelecida no INMET no final de 2005, foi motivada, inicialmente, pelo interesse em divulgar amplamente as “Normais CMN”. Contudo, uma análise mais detida dos resultados indicou que, apesar da grande melhoria na qualidade das informações incorporadas, havia restrições de ordem prática que não recomendavam sua utilização irrestrita em substituição às “Normais de 1992”. Enumeram-se, a seguir, algumas dessas restrições:

1. o projeto CMN utilizou dados disponíveis no início de 2000, anteriores à entrada em operação do Sistema de Informações Meteorológicas do INMET (SIM). Verifica-se, hoje, que parte daqueles dados continha erros que foram posteriormente corrigidos pelo referido Sistema;
2. o projeto CMN seguiu rigorosamente o “critério 3:5” da OMM, que manda descartar séries mensais com dados faltantes em 3 dias consecutivos ou 5 dias alternados. A adoção desta regra, no caso de variáveis que representam valores diários – como temperatura máxima, temperatura mínima, pressão atmosférica, velocidade do vento e umidade relativa

do ar – pode levar à exclusão de estações para as quais se disponha de um número de valores estatisticamente significativo para o cômputo da média³. Esta perda de informação poderia ser particularmente indesejável em regiões com baixa densidade de estações, como no Norte e no Centro-oeste do Brasil;

3. o projeto CMN optou por adotar, para a variável “temperatura média”, o cômputo da média simples entre temperaturas máximas e mínimas, ao invés da média compensada empregada tanto nas Normais 1931-1960 quanto na Normais 1961-1990, bem como em boa parte das aplicações realizadas no Brasil. Apesar de respaldada em recomendações da OMM, a opção do projeto gera valores que não podem ser diretamente comparados, por exemplo, com os do período 1931-1960;
4. para a umidade relativa do ar, a nebulosidade e o vento, o projeto CMN gerou Normais Climatológicas para os horários de observação sinótica (12, 18 e 24 UTC), mas não as médias diárias.

Para contornar tais limitações, e desejando incluir outras variáveis de grande interesse em aplicações agrometeorológicas – como precipitação decendial; número médio de dias chuvosos no decêndio, no mês e no ano; e períodos consecutivos sem chuvas no mês e no ano – decidiu-se realizar o trabalho consolidado nesta publicação, cuja metodologia será detalhada nas próximas seções.

Procedimentos de Cálculo

Em geral, para se determinar as normais de uma variável X para determinada estação meteorológica, computa-se inicialmente o valor X_{ij} correspondente a cada mês i e cada ano j pertencente ao período de interesse – no caso, o período de 1961 a 1990.

Em se tratando de variáveis associadas a valores diários, como temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, nebulosidade e intensidade do vento (**Grupo I**), o valor X_{ij} é computado como:

$$X_{ij} = \sum_k X_{kij} / N$$

onde X_{kij} é o valor observado da variável X no dia k , do mês i , do ano j , e N é o número de dias no mês i , do ano j , para os quais se dispõe de observações. A OMM recomenda que, nestes casos, se adote a “regra 3:5”, já discutida anteriormente, descartando-se os meses com ausência de dados em três ou mais dias consecutivos, ou cinco ou mais dias alternados.

3 - Para esclarecer melhor, considere-se um caso teórico em que, para um dado mês, janeiro, por exemplo, e uma dada estação, se disponha de 30 anos de dados de temperatura máxima com, digamos, 25 dias de dados em cada ano. Dispor-se-ia assim, de 750 valores amostrais para o cômputo da média da temperatura máxima em janeiro, uma quantidade suficiente para a determinação desta estatística, com um desvio padrão insignificante. No entanto, aplicando-se o critério 3:5, todos os “janeiros” disponíveis teriam sido descartados e a normal de janeiro não seria calculada para aquela estação.

No caso de variáveis associadas a valores acumulados no período de interesse, como precipitação, evaporação e insolação (**Grupo II**), computa-se X_{ij} como o valor acumulado no mês i , do ano j , isto é, a soma de todos os valores diários disponíveis para aquele mês e aquele ano, ou seja:

$$X_{ij} = \sum_k X_{kij}$$

Nestes casos, a OMM recomenda que se considerem apenas Meses Completos, isto é, meses sem nenhum dado faltante.

Um terceiro grupo (**Grupo III**) corresponde a variáveis que representam eventos observados em um período de interesse, como o mês ou o ano. Exemplos são dias com chuva acima de determinado limiar, ou períodos com dias consecutivos sem chuva no mês. Nesses casos X_{ij} corresponde ao total de observações registradas no mês i , do ano j . Também nestes casos a recomendação da OMM é que se considerem apenas Meses Completos.

Para variáveis em quaisquer dos três grupos, a normal correspondente ao mês i será então computada como:

$$n(X_i) = \sum_j X_{ij} / m_i$$

onde m_i é o número de anos para os quais se dispõe de valores X_{ij} .

Pela nomenclatura da OMM, se m_i for igual a 30, iniciando-se em 1º de janeiro de 1961 e terminando em 31 de dezembro de 1990, $n(X_i)$ será uma Normal-Padrão, ou Padronizada. Se m_i for inferior a 30, mas igual ou superior a 10, $n(X_i)$ será uma Normal Provisória. Caso m_i seja inferior a 10, o valor $n(X_i)$ será descartado.

A normal anual da variável X na estação meteorológica em análise, $n(X)$, é computada, no caso das variáveis do **Grupo I**, como a média dos 12 valores mensais $n(X_i)$, $i = 1, \dots, 12$. Para as variáveis nos **Grupos II** e **III**, a normal anual $n(X)$ será computada como a soma dos 12 valores mensais. Caso não se disponha de $n(X_i)$ para algum dos doze meses do ano, o valor anual não será computado.

Uma situação particular consiste no cômputo de Normais Climatológicas para períodos inferiores a um mês, como os decêndios. Nestes casos, os conceitos se generalizam de forma imediata. Assim por exemplo, para o cômputo da Normal Climatológica da precipitação referente ao primeiro decêndio do mês de janeiro, somam-se, inicialmente, os valores de chuva diária registrados nos primeiros 10 dias de janeiro, para cada ano. Calcula-se, então, a média dos totais obtidos para o primeiro decêndio em cada um dos “janeiros” do período 1961-1990. A regra para variáveis dos Grupos II e III estabelece que se considerem apenas Decêndios Completos. O conceito de “normal anual” não se aplica nestas situações.

Cômputo do valor diário

As coletas de dados nas estações meteorológicas convencionais do INMET são realizadas nos horários de 12, 18 e 24 UTC ⁴. Algumas estações, contudo, têm observações em apenas dois horários, normalmente, 12 e 24 UTC.

Os valores diários X_{kij} utilizados nos cálculos acima descritos resultam dessas observações, conforme as regras resumidas a seguir.

As temperaturas mínima e máxima diárias são registradas em termômetros especiais (termômetro de mínima e termômetro de máxima) e lidas pelo observador, usualmente, nos horários de 12 UTC e 24 UTC, respectivamente.

A temperatura média compensada, utilizada nesta publicação, é calculada pela fórmula:

$$T_{MC, kij} = (T_{max, kij} + T_{min, kij} + T_{12, kij} + 2T_{24, kij})/5$$

No cômputo do valor diário da umidade relativa do ar, o INMET utiliza, também, o valor de média compensada, dado por:

$$UR_{C, kij} = (UR_{12, kij} + UR_{18, kij} + 2UR_{24, kij})/4$$

Para as demais variáveis do Grupo I, a saber, pressão atmosférica, nebulosidade e intensidade do vento, o valor diário é calculado pela média aritmética simples dos valores registrados nos três horários de observação. No cômputo desses valores diários, bem como no cômputo da temperatura média compensada e da umidade relativa do ar compensada, a recomendação da OMM é de que a falta de uma das parcelas implique na ausência de valor diário, o que foi observado nesta publicação.

No caso das variáveis do Grupo II, isto é, precipitação, evaporação e insolação, os valores diários são computados como totais acumulados ao longo do dia. Para a chuva e a evaporação, as medidas são realizadas às 12 UTC (9 horas de Brasília, no horário padrão ou, 10 horas, durante o horário de verão). Assim, por exemplo, o valor de chuva associado ao dia de hoje corresponderá ao total de chuva acumulada desde as 12 UTC de ontem, até as 12 UTC de hoje, o mesmo ocorrendo com a evaporação.

Dias com ou sem chuva

Para a contagem de dias com ou sem chuva, no mês ou no decêndio, obedeceram-se duas recomendações da OMM, isto é:

- a) foram considerados apenas períodos com dados completos, isto é, meses ou decêndios em que não se registrou a falta de dado de precipitação em nenhum dia;

4 - UTC é o acrônimo em inglês para Tempo Universal Coordenado, o fuso horário de referência a partir do qual se calculam todas as outras zonas horárias do mundo. É o sucessor do Tempo Médio de Greenwich, abreviado por GMT.

- b) contabilizou-se como dia com (sem) chuva aquele em que a precipitação acumulada foi maior ou igual (menor) que 1 mm.

Tratando-se, por definição, de uma variável inteira, no cômputo das normais do "número de dias com chuva no mês (ou no ano)" os valores fracionários obtidos foram arredondados para o inteiro mais próximo. No caso das médias decendiais, contudo, considerando que a perda de informação decorrente do arredondamento seria percentualmente bem mais significativa, optou-se por expressá-las com uma casa decimal, deixando ao usuário a tarefa de transformá-las em valores inteiros, quando conveniente.

Períodos de dias secos consecutivos

Os arredondamentos acima referidos não se aplicam, contudo, ao caso de "número de períodos com 3 ou mais, 5 ou mais e 10 ou mais dias consecutivos sem chuva". A interpretação dos valores obtidos, neste caso, fica mais fácil se traduzidos em termos de número de eventos observados, em média, em um período de tempo de 10 ou 30 anos, ou, ainda, em termos de probabilidade (frequência relativa) de ocorrência do evento em questão.

Tome-se, por exemplo, o caso do "número de períodos com 10 ou mais dias secos consecutivos". Suponha, neste caso, que para uma determinada localidade e para determinado mês do ano, tenha-se obtido um valor normal de 0,3. Isto equivale a dizer que, em um período de 10 anos observar-se-iam, em média, 3 eventos, ou 30 eventos em 30 anos.

Para traduzir tal resultado em termos de probabilidade (ou frequência relativa), deve-se computar o número máximo de eventos que poderiam ser observados em um mês típico. É fácil verificar que, em qualquer mês do ano, seria possível ocorrer, no máximo, 2 (dois) períodos distintos com 10 ou mais dias secos consecutivos. Assim sendo, em 10 anos poder-se-ia observar, no máximo, 20 eventos no mês em questão. Neste caso, a probabilidade de ocorrência do valor normal de 0,3, mencionado acima, pode ser estimada como 3/20 ou 15%.

Como regra geral, a probabilidade, em valores percentuais, pode ser estimada como:

$$\text{Probabilidade [Valor Normal = x]} = (x / \text{Max_Num_Dias_Secos}) * 100$$

onde **Max_Num_Dias_Secos** é o máximo número de dias secos que se pode observar em um mês típico.

A extensão do raciocínio para o caso dos valores anuais é imediata. Os valores de referência para "5 ou mais" e "3 ou mais" dias secos consecutivos são, respectivamente, 5 e 7,6 (aproximadamente).

5 - Como esclarecido anteriormente, por definição, considera-se "dia sem chuva" (dia seco) um dia com chuva inferior a 1mm.

Para facilitar a interpretação dos valores apresentados nas tabelas e legendas dos mapas, referentes ao número de períodos com 3 ou mais, 5 ou mais e 10 ou mais dias secos consecutivos, foram elaborados quadros que são apresentados nas páginas introdutórias dos mapas, sendo igualmente válidos para a interpretação das respectivas tabelas.

Vento a 10 m

O vento recebeu tratamento especial. A intensidade do vento foi tratada como uma variável normal do Grupo I. Além disso, porém, os valores horários da intensidade foram decompostos em suas componentes zonal (variável u) e meridional (variável v). O valor diário dessas variáveis foi computado como a média dos valores dos três horários de medida, e a Normal Climatológica dessas grandezas foi computada então, pelas regras padrão do Grupo I.

A Figura 15 ilustra as definições da direção do vento, θ , e das componentes zonal (u) e meridional (v), utilizadas em meteorologia.

A direção do vento foi tratada neste trabalho de duas formas complementares. A primeira consistiu no cômputo direto do valor resultante da direção do vento pela expressão:

$$n(\theta) = \begin{cases} | \tan^{-1}(n(v)/n(u)) - 270^\circ |, & \text{se } n(u) > 0 \\ | \tan^{-1}(n(v)/n(u)) - 90^\circ |, & \text{se } n(u) < 0 \end{cases}$$

onde o contra-domínio da função arcotangente, $\tan^{-1}(x)$ é o intervalo $(-90^\circ, 90^\circ)$, e $n(u)$ e $n(v)$ representam as Normais Climatológicas das componentes zonal e meridional, respectivamente.

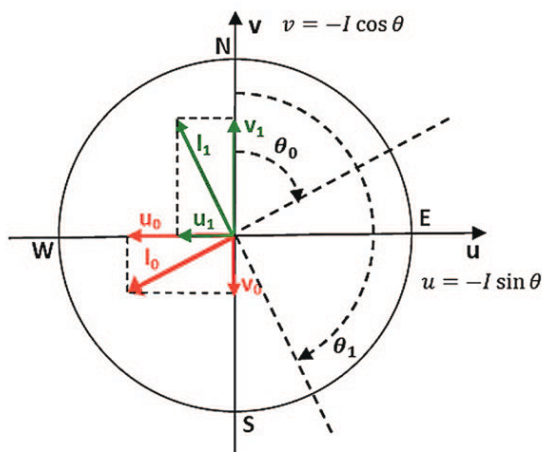


Figura 15. Diagrama ilustrando a definição do ângulo que determina a direção do vento e a decomposição do vento em suas componentes zonal (u) e meridional (v), para dois vetores de vento de intensidades l_0 e l_1 e direções θ_0 (nordeste) e θ_1 (sudeste).

A segunda forma consistiu no levantamento, para cada estação e cada mês do ano, da direção predominante do vento. Para isto, levantou-se, primeiramente, a frequência relativa de ocorrência do vento proveniente de oito direções principais, a saber: Norte (N), Nordeste (NE), Leste (E), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SW), Oeste (W) e Noroeste (NW). Para este propósito, todas as medidas horárias de direção do vento referentes ao mês em questão, disponíveis na estação para o período 1961-1990, foram classificadas nas oito faixas de direção especificadas acima. Em seguida determinou-se a faixa (direção) de maior frequência relativa, sujeita à restrição de que esta frequência fosse superior a 20%. Quando esta condição não foi atendida, a direção predominante foi considerada INDEFINIDA (INDEF).

Escolha entre Valores Alternativos

Conforme mencionado em "Considerações Gerais" desta Metodologia, para a determinação das normais adotadas nesta publicação foram analisados os valores fornecidos por diferentes fontes, a saber:

- as normais publicadas em 1992 (P92);
- as normais computadas pela CMN (CMN);
- as médias disponíveis no Sistema de Informações Meteorológicas do INMET (SIM);
- as médias obtidas do SIM, por solicitação especial, para esta publicação, considerando apenas Períodos Completos – Meses ou Decêndios (SIM-MC ou SIM-DC).

A Tabela 1 apresenta a lista das variáveis incluídas nesta publicação e os conjuntos de valores de médias climatológicas para o período 1961-1990, disponíveis em cada caso.

Descreve-se brevemente, a seguir, o processo de análise que resultou na escolha dos valores normais para cada variável considerada e cada estação meteorológica disponível.

Para todas as variáveis incluídas na publicação de 1992, com exceção dos valores máximos e mínimos absolutos, temperatura e máximo absoluto de precipitação, buscou-se, em princípio, manter o valor existente, sob determinadas condições explicadas a seguir. Com esse propósito, definiu-se para cada variável um valor de desvio admissível: se a diferença entre os valores das normais P92 e CMN, ou, no caso de não se dispor da normal CMN, entre os valores da P92 e da média SIM-MC (quando aplicável) ou da média SIM simples, se mantivesse dentro do desvio admissível, a normal P92 era mantida. Quando, porém, a análise da variável, para uma dada estação meteorológica indicasse um ou mais pontos (meses) com desvio maior que o limite estabelecido, uma rotina de checagem desenvolvida para essa finalidade indicava os pontos de discrepância e produzia gráficos comparando as normais correspondentes a cada uma das fontes (conjuntos

TABELA 1 CONJUNTOS ALTERNATIVOS DE MÉDIAS HISTÓRICAS CONSIDERADOS PARA CADA VARIÁVEL

Variáveis		Conjuntos de Médias Climatológicas			
		P92	CMN	SIM	SIM-MC / DC
1	Temperatura média compensada (°C)	X		X	
2	Temperatura máxima (°C)	X	X	X	
3	Temperatura mínima (°C)	X	X	X	
4	Temperatura máxima absoluta (°C)	X		X	
5	Temperatura mínima absoluta (°C)	X		X	
6	Pressão atmosférica ao nível do Barômetro (hPa)	X	X	X	
7	Insolação total (horas)	X	X	X	X
8	Evaporação total (Evaporímetro de Piché) (mm)	X	X	X	X
9	Nebulosidade (décimos)	X		X	
10	Nebulosidade às 12 UTC (décimos)		X	X	
11	Nebulosidade às 18 UTC (décimos)		X	X	
12	Nebulosidade às 24 UTC (décimos)		X	X	
13	Umidade relativa do ar, média compensada (%)	X		X	
14	Umidade relativa do ar às 12 UTC (%)		X	X	
15	Umidade relativa do ar às 18 UTC (%)		X	X	
16	Umidade relativa do ar às 24 UTC (%)		X	X	
17	Precipitação acumulada mensal e anual (mm)	X	X	X	X
18	Máximo absoluto da precipitação acumulada em 24 horas (mm)	X		X	
19	Número de dias, no mês ou no ano, com precipitação maior ou igual a 1 mm (dias)				X
20	Precipitação acumulada decendial (mm)				X
21	Número de dias no decêndio com precipitação maior ou igual a 1 mm (dias)				X
22	Número de períodos, no mês ou no ano, com 3 ou mais dias consecutivos sem precipitação (períodos)				X
23	Número de períodos, no mês ou no ano, com 5 ou mais dias consecutivos sem precipitação (períodos)				X
24	Número de períodos, no mês ou no ano, com 10 ou mais dias consecutivos sem precipitação (períodos)				X
25	Intensidade do vento (m .s ⁻¹)			X	
26	Componente zonal do vento (m .s ⁻¹)			X	
27	Componente meridional do vento (m .s ⁻¹)			X	
28	Direção resultante do vento (graus)			X	
29	Direção predominante do vento (pontos cardeais e colaterais)			X	

de médias climatológicas) disponíveis . Neste caso, um meteorologista da CDP/INMET incumbido da variável em questão analisava as diferentes curvas, considerando a coerência entre os valores mensais, bem como a coerência dos valores disponíveis com as estações do ano e a localização geográfica

da estação . Se necessário, analisava o comportamento da variável na estação meteorológica em questão vis a vis estações próximas . Propunha então os valores a serem adotados, que seriam conferidos, novamente, em uma etapa posterior do trabalho. As próximas figuras ilustram este processo.

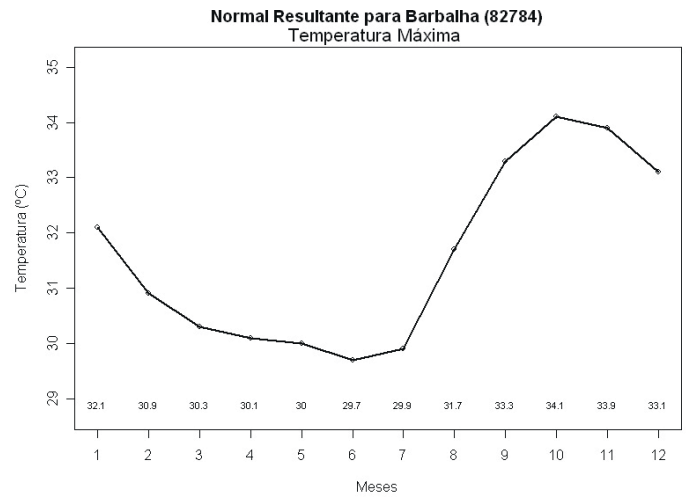
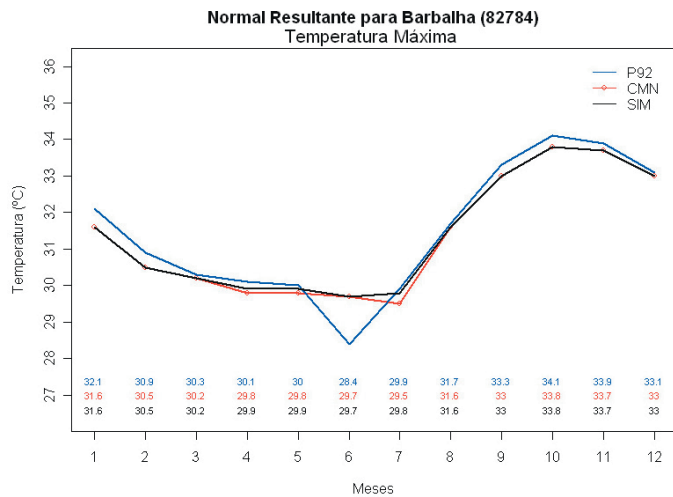


Figura 16. Determinação da Normal Climatológica de Temperatura Máxima para a estação de Barbalha, CE. A rotina de verificação inicial detectou uma discrepância significativa, no mês de junho, entre as médias climatológicas de 1992 (P92) e as computadas pela CMN e pelo SIM. O meteorologista responsável pela análise adotou a solução final mostrada no gráfico à direita.

A Figura 16 apresenta o caso bem simples da Temperatura Máxima, para a estação meteorológica localizada em Barbalha, CE. A discrepância significativa (superior a $0,5^{\circ}\text{C}$) entre a normal de 92 e as demais referências ocorreu apenas para o mês de junho. O meteorologista adotou, para junho, o valor da normal CMN, mantendo os valores da publicação de 92 (P92) para os demais meses.

A Figura 17 mostra o caso da Pressão Atmosférica ao nível do barômetro para a estação de Monte Santo, BA, e ilustra uma situação atípica. Neste caso, a concordância entre a publicação de 92 e as demais referências deu-se apenas no mês de janeiro, verificando-se uma discrepância da ordem de 50 hPa para todos os demais meses.

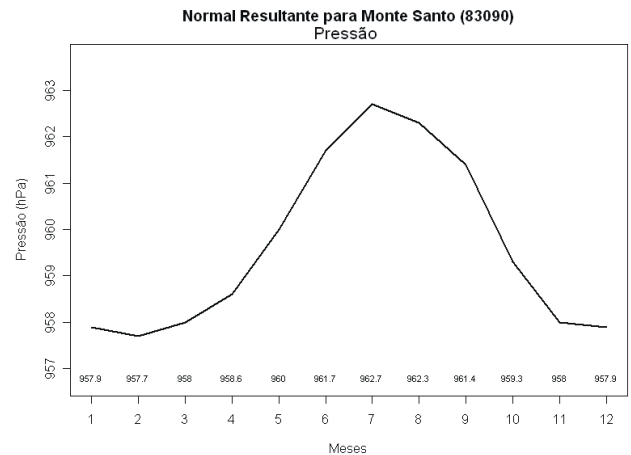
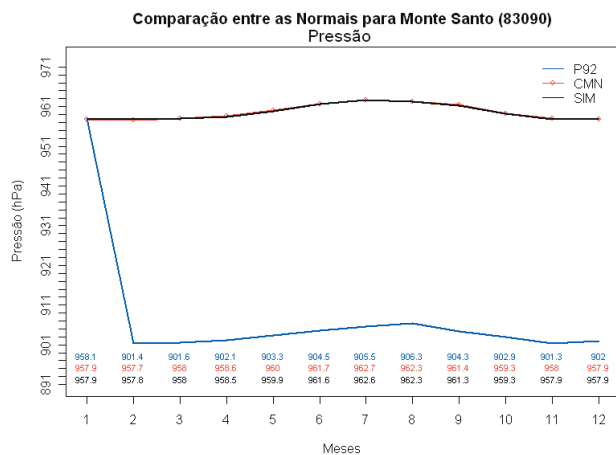


Figura 17. Determinação da Normal Climatológica da Pressão Atmosférica ao nível do barômetro, para a estação de Monte Santo, BA. A rotina de verificação inicial indicou concordância entre as médias climatológicas do SIM e as computadas pela CMN e, pelas de 1992 (P92), apenas no mês de janeiro. No demais meses os valores da publicação de 1992 divergiram sensivelmente das outras referências (cerca de 50 hPa). O meteorologista responsável optou por assumir os valores da normal CMN, mostrada no gráfico à direita.

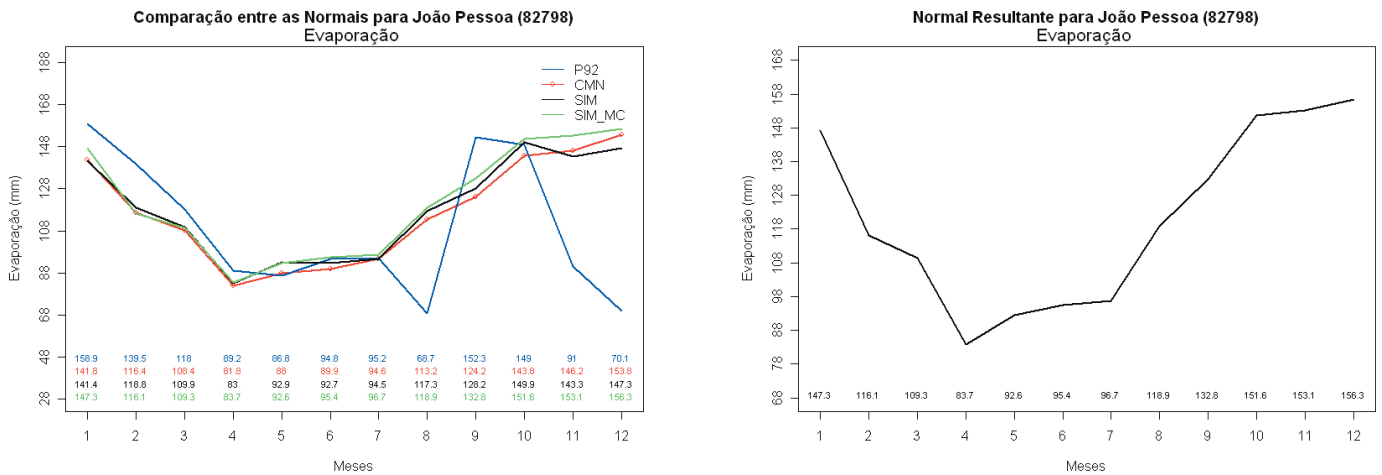


Figura 18 . Determinação da Normal Climatológica de Evaporação para a estação do INMET de João Pessoa, PB . Em pelo menos seis meses, os valores da publicação de 1992 (P92) diferiram significativamente (10%) dos obtidos nas demais referências analisadas, a saber: o Projeto CMN, a média SIM com meses completos (SIM_MC) e a média SIM simples . Como normal resultante, foi adotada a média SIM com meses completos .

Os valores encontrados pelo SIM coincidem praticamente com os do projeto da CMN, que foram adotados para a nova normal pelo meteorologista responsável pela análise desta variável .

A Figura 18 ilustra o caso da Evaporação para a estação de João Pessoa, PB . Para esta variável, como se viu nos Procedimentos de Cálculo para o Grupo II, a OMM recomenda que se considerem apenas meses

completos . Isto foi observado nos cálculos do projeto CMN e na série calculada por solicitação especial ao SIM (SIM-MC). O gráfico à esquerda mostra que os valores CMN, SIM-MC e SIM simples se mantêm próximos em todos os meses, mas os valores da publicação de 1992 (P92) diferem significativamente dos demais em pelo menos seis dos 12 meses. O gráfico à direita apresenta a normal aqui adotada, que coincide com a do SIM com meses completos (SIM-MC) .

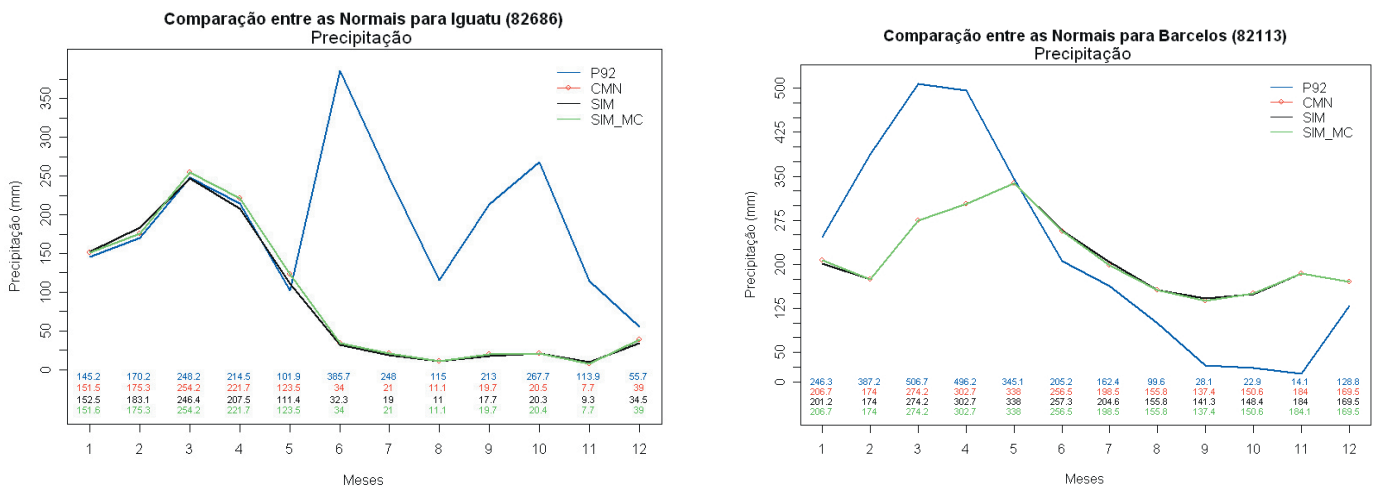


Figura 19 . Determinação das Normais Climatológicas de Precipitação para as estações de Iguatu (CE) e Barcelos (AM) . Nos dois casos, prevaleceram as séries da CMN e da média obtida do SIM para meses completos (SIM-MC) .

Metodologia

A Figura 19 ilustra dois casos com a variável Precipitação. No gráfico da esquerda, referente à estação de Iguatu, CE, há uma coincidência quase absoluta entre os valores da CMN, do SIM e do SIM-MC. Os valores da publicação de 1992, praticamente, coincidem com os das séries citadas, de janeiro a maio, mas diferem, abruptamente, a partir de junho, voltando a apresentar um valor próximo apenas em dezembro. O resultado final adotado reproduziu as séries CMN e SIM-MC. O gráfico da direita refere-se à estação de Barcelos, AM. Há, novamente, uma coincidência quase absoluta entre os valores da CMN, do SIM e do SIM-MC. Já os valores da P92 coincidem apenas no mês de maio, chegando a diferir, no mês de março, em 230 mm (85%). Nos dois casos, prevaleceram as séries da CMN e da média obtida do SIM para os meses completos (SIM-MC).

A Figura 20 ilustra uma situação típica em que as normais CMN foram prejudicadas pela adoção do critério "3:5", discutido anteriormente. A tabela no topo da figura mostra que, enquanto o SIM utilizou de 13 ou 14 anos de dados para o cálculo da normal da Temperatura Máxima, para a estação de Pirenópolis, GO, dependendo do mês em questão, a metodologia utilizada pela CMN aproveitou, no máximo, quatro anos.

Como resultado, a análise do meteorologista descartou os dados da CMN e adotou os valores da publicação de 1992 (P92), praticamente coincidentes com os da média do SIM.

A Figura 21 ilustra duas outras situações de interesse. A primeira (gráfico à esquerda) mostra um caso em que os dados utilizados pela CMN, para o cálculo da Normal de Precipitação do mês de janeiro, na estação de Balsas, MA, foram afetados por erros muito significativos no dados, posteriormente corrigidos pelo SIM. Esta estação não dispunha de normal na publicação de 1992. O gráfico da direita mostra a comparação entre as normais das diferentes fontes disponíveis, para a variável Insolação Total, na estação de Itaberaba, BA. Observa-se que, apesar dos dados da publicação de 1992 corresponderem a uma curva com forma bastante similar às demais fontes analisadas, seus valores absolutos são muito inferiores, com diferenças de até 70 horas (cerca de 35%), e incompatíveis com a localização geográfica da estação. Este tipo de comportamento – também verificado em várias outras estações e variáveis analisadas – sugere um erro sistemático ocasional nos cálculos da P92, que resultou em deslocamento dos resultados obtidos.

Fonte	Número de Anos Utilizados no Cálculo da Média Climatológica da Temperatura Máxima													
	Estação		Meses											
	N°	Nome	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
SIM	83376	PIRENÓPOLIS	13	13	14	14	14	13	14	13	14	14	13	14
CMN	83376	PIRENÓPOLIS	3	0	3	3	3	3	2	2	2	4	0	4

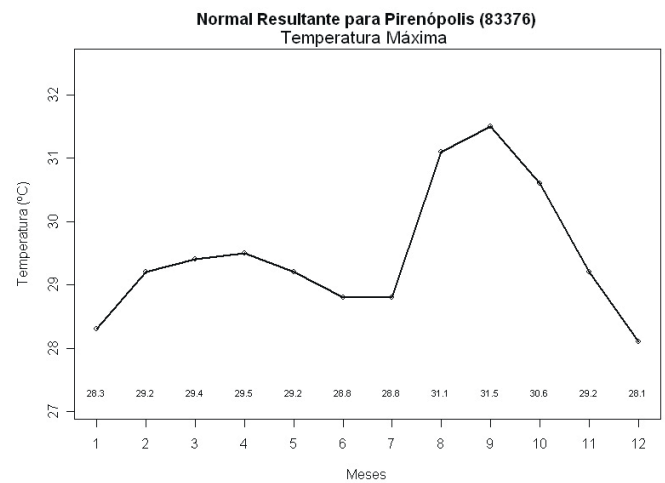
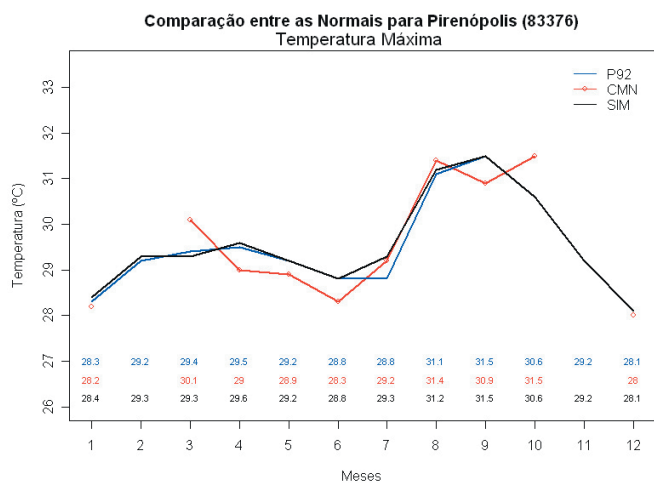


Figura 20. Determinação da normal da Temperatura Máxima, para a estação de Pirenópolis, GO. A adoção do critério 3: 5 da OMM, por parte do Projeto CMN, levou ao aproveitamento de um número muito reduzido de anos, comprometendo o resultado. Decidiu-se pela manutenção dos valores da P92.

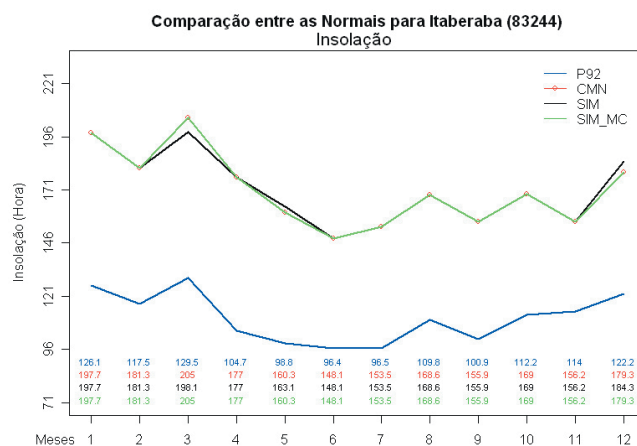
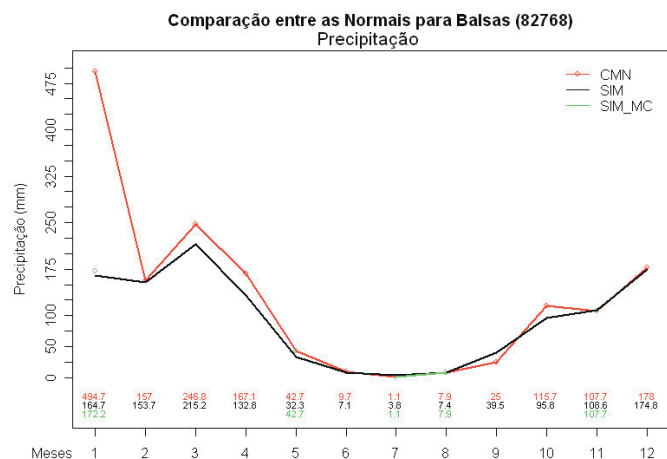


Figura 21. Exemplos de erros afetando resultados de diferentes fontes. O gráfico da esquerda ilustra uma situação em que a normal CMN foi afetada por erros nos dados disponíveis no início do ano 2000, posteriormente corrigidos com a entrada em operação do SIM. O exemplo refere-se à Precipitação Total em Balsas, MA, e o problema ocorreu no mês de janeiro. O gráfico à direita ilustra erro sistemático no cômputo da Insolação Total para Itaberaba, BA, nas Normais de 1992, afetando proporcionalmente todos os meses.

Ajustes Finais

Regra dos 10

Os valores das Normais Climatológicas, resultantes das análises descritas na seção anterior, foram submetidos a um filtro que impôs a condição de, no mínimo, 10 anos de dados disponíveis no SIM para cada combinação de estação, variável meteorológica e mês em consideração. Como esclarecido anteriormente, esta é a condição exigida pela OMM para uma “normal provisória”. Em seguida, para cada variável, foram descartadas, ainda, aquelas estações que dispunham de médias climatológicas apenas para um número de meses inferior a 10. Este foi um critério ad hoc, definido pela equipe executora, para esta publicação. No caso de Precipitação, Insolação e Evaporação, foram incluídas estações que não atenderam a este critério quando imposta a norma de Meses Completos, mas que o fizeram quando relaxada esta condição. Nestes casos foram feitas ressalvas em nota de rodapé, nas tabelas correspondentes.

Consistência Espacial

Para facilitar a análise de consistência e coerência espacial, foram produzidos mapas para cada combinação de variável meteorológica e período do ano – meses e valor anual. Para tal, optou-se por adotar a interpolação pela técnica de análise objetiva de Cressman, e visualização pelo Grid Analysis and Display System (GrADS).

Os mapas finais foram analisados por meteorologistas da CDP e da CMN. Em caso de dúvida, comparou-se o comportamento da variável em questão com as estações vizinhas. Persistindo a dúvida, os dados foram reanalisados. Concluída a tarefa, foram produzidos os mapas que constam desta publicação.

Número de Normais por Estação

Por consistência com o princípio de incluir o máximo de informações disponíveis, optou-se por incluir nesta publicação mesmo aquelas estações que, submetidas à “Regra dos 10”, resultaram com normal aceita para apenas uma variável. O quadro “Relação das Estações e Normais Disponíveis”, próximo capítulo desta publicação, informa não apenas os dados cadastrais de cada uma das estações incluídas neste trabalho como, também, a relação de variáveis para as quais foram obtidas normais provisórias.

Considerações Finais

Como em qualquer trabalho complexo, o resultado consolidado nesta publicação é, naturalmente, passível de erros e de aprimoramentos, por isso, sempre sujeito a críticas. A equipe executora buscou o melhor produto possível, dentro das limitações de tempo e de recursos disponíveis. Contudo, está certa de que a comunidade usuária das informações aqui apresentadas passa a contar com um produto mais completo e aprimorado, em relação ao oferecido em 1992. Certamente, novas atualizações serão produzidas pelo INMET em futuro próximo, focalizando os períodos 1971-2000 e 1981-2010⁶. Espera-se que, com a experiência acumulada, os produtos futuros sejam cada vez melhores. Trata-se de um processo natural de evolução, que em nada desmerece as realizações do passado, nem a dedicação e a competência das equipes responsáveis.

6 - Como esclarecido na Apresentação, a OMM preconiza que as Normais Climatológicas sejam calculadas em períodos consecutivos de 30 anos (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020 etc.). Contudo, tem se tornado prática calcular, também, para períodos intercalados, como 1971-2000, a exemplo do que faz a NOAA.